MVM PAKS II. ZRT.

VÝSTAVBA NOVÝCH BLOKŮ V AREÁLU JADERNÉ ELEKTRÁRNY PAKS

STUDIE VLIVU NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

SHRNUTÍ PRO VEŘEJNOST

MVM PAKS II. ZRt číslo smlouvy: 4000018343

MVM ERBE Zrt číslo smlouvy: 13A380069000

ÚDAJE ŽADATELE O POVOLENÍ

Žadatel:	MVM Paks II. Atomerőmű Fejlesztő Zártkörűen Működő Részvénytársaság
Zkrácený název žadatele:	MVM Paks II. ZRt.
Sídlo žadatele:	7030 Paks, Gagarin u. 1-3. 302/B
Zápis v rejstříku firem:	17-10-001282
Daňové číslo žadatele:	24086954-2-17
Statistické číslo žadatele:	24086954-4222-114-17
Odpovědný zástupce žadatele:	Sándor Nagy - generální ředitel
Kontaktní osoba žadatele:	László Puskás - vedoucí odboru povolovacích řízení a jaderné bezpečnosti
Spojení na kontaktní osobu:	+36 75 503 730

ÚDAJE PLÁNOVANÉ ČINNOSTI

Název plánované jaderné elektrárny:	Jaderná elektrárna Paks II
Zkrácený název plánované jaderné elektrárny:	Paks II
Plánovaná činnost:	výstavba a provoz dvou bloků jaderné elektrárny III. +generace, fungujících na stlačenou vodu
Cíl plánované činnosti:	výroba elektrické energie pro dodávky do veřejné sítě

Hrubý elektrický výkon plánované jaderné elektrárny: max. 1 200 MWe / blok

Hrubý tepelný výkon plánované jaderné elektrárny: max. 3 200 MWe / blok

Oblast výstavby plánované jaderné elektrárny:	areál JE Paks
Začátek komerčního provozu nových bloků dle plánu:	2025 - JE Paks II. 1. blok,
	2030 - JE Paks II. 2. blok
Plánovaná životnost nových bloků:	nejméně 60 roků

ÚDAJE PLÁNOVANÉ OBLASTI VÝSTAVBY

Registrační číslo pozemku:	Paks 8803/15
Vlastník oblasti plánované výstavby:	MVM Paksi Atomerőmű Zrt.

ÚDAJE OSOB (PROJEKTANTŮ), KTERÉ SE VYPRACOVÁNÍ STUDIE VLIVU NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ PODÍLELY

Studii vlivu na ŽP plánovaných bloků jaderné elektrárny sestavila společnost MVM ERBE Zrt.

Projektant: MVM ERBE ENERGETIKA Mérnökiroda Zártkörűen Működő Részvénytársaság

Zkrácený název projektanta: MVM ERBE Zrt.

Sídlo projektanta: 1117 Budapest, Budafoki út 95.

Zápis v rejstříku firem: 01-10-045821

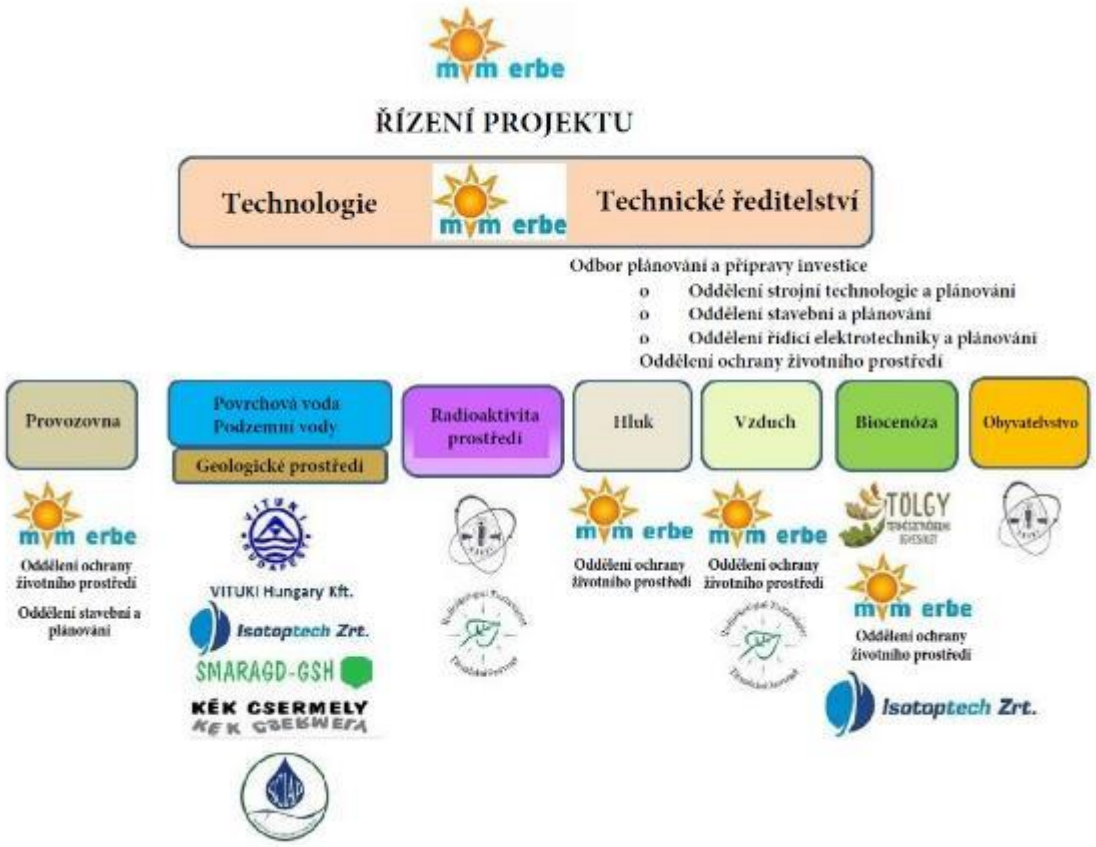
Odpovědný zástupce: Farkas Dohán - generální ředitel

Systém technických požadavků studie vlivu a povolovacího řízení plánovaných bloků jaderné elektrárny tvoří technické údaje a odpovídající řešení, která jsme vypracovali na základě hodnot maximálních emisí do okolního prostředí, působících největší zátěž na ŽP, a která se zakládají na předběžně poskytovaných údajích dodavatelů bloků, na publikovaných údajích elektráren, které se již staví, dále na údajích veřejných databází a prezentací a referenčních údajích již uskutečněných podobných bloků. Uspořádání budov a dalších objektů na dispozičním plánu stavby bylo provedeno na základě technologických požadavků, s ohledem na technologické jednotky, vyžadující největší prostory. Základní technické údaje byly vypracovány ze strany firmy MVM ERBE Zrt . (ERBE).

Studie vlivu jaderné elektrárny na životní prostředí je velmi složitý úkol, který zahrnuje řadu oborů, a jehož provedení vyžaduje širokou spolupráci odborníků.

Proto, za účelem zjištění výchozího stavu Jaderné elektrárny Paks a vypracování programu studie vlivu na ŽP a jejího následného sestavení, společnost ERBE přizvala v rámci oboru ty nejuznávanější certifikované dodavatele, kteří disponují odpovídajícími referencemi.

Níže uvádíme, jak byl vytvořen systém oborových organizací, které při spolupráci zastupovaly jednotlivá odvětví.



OBSAH

1 ZÁKLADNÍ INFORMACE O PLÁNOVANÉ VÝSTAVBĚ 15

1. 1 Činnosti v rámci přípravy plánované výstavby 15
1. 1. 1 Tellerův projekt 15
1. 1. 2 Lévaiho projekt 15
1. 1. 3 MVM PAKS II. Atomerőmű Fejlesztő Zrt. – projektová společnost 16
1. 1. 4 Podpora na úrovni právního rámce 16
1. 1. 5 Výběr bloků, které se budou stavět 16
1. 2 Všeobecné informace o licencování nových jaderných bloků 17
1. 3 Získání povolení s ohledem na životní prostředí v případě plánovaných nových bloků 19
1. 3. 1 Předběžná konzultační dokumentace (EKD) s ohledem na 5 možných typů bloků 19
1. 3. 2 Paks II. jaderná elektrárna studie vlivu na životní prostředí (KHT) 22
1. 3. 3 Mvm Paks II. Zrt. informační činnosti 26

2 PŘEDPOVĚĎ SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIE V MAĎARSKU 27

2. 1 Předpověď tuzemské poptávky elektrické energie do roku 2030 27

3 OBECNÉ PŘEDSTAVENÍ JADERNÉ ENERGETIKY 28

3. 1 Výroba jaderné elektrické energie ve světě 28
3. 2 Obecné představení bloků fungujících s tlakovodními reaktory (PWR) 28
3. 2. 1 Proces výroby elektrické energie v blocích fungujících s PWR reaktory 29
3. 2. 2 SPECIFICKÁ ZAŘÍZENÍ BLOKŮ TYPU PWR 30

4 JADERNÁ BEZPEČNOST 31

4. 1 Zásasdy jaderné bezpečnosti 31
4. 2 Požadavky na jadernou bezpečnost 36
4. 3 Mezinárodní stupnice jaderných událostí 38

5 CHARAKTERISTIKA PROSTORU PLÁNOVANÉ VÝSTAVBY 42

5. 1 Prostor výstavby Jaderné elektrárny Paks II uvnitř areálu Jaderné elektrárny Paks 42
5. 2 Infrastrukturní napojení prostoru výstavby 44
5. 3 Jaderná elektrárna Paks a navazující objekty 45
5. 3. 1 Jaderná elektrárna Paks 45
5. 3. 2 Transformovna 400 kV 47
5. 3. 3 Dočasné úložiště vyhořelých palivových kazet (KKÁT) 47
5. 4 Monitorovací systémy v okolí Jaderné elektrárny Paks 49
5. 4. 1 Kontrola klasických parametrů stavu životního prostředí 49
5. 5 Provozní kontrolní systém radiační ochrany prostředí (ÜKSER) 49
5. 6 Úřední kontrolní systém radiační ochrany prostředí (HAKSER) 54
5. 7 Celostátní kontrolní systém radiační ochrany prostředí (OKSER) 55
5. 8 Shrnutí podmínek a charakteristik areálu v Paksi 57

6 MOŽNÉ ZPŮSOBY CHLAZENÍ KONDENZÁTORŮ V NOVÝCH BLOCÍCH JADERNÉ ELEKTRÁRNY 58

6. 1 Nároky na chlazení a možnosti chlazení v případě kondenzačních elektráren sloužících k výrobě elektrické energie 58
6. 2 Právní úprava tepelné zátěže vodního prostředí a příslušné hodnoty pozadí 59
6. 2. 1 Všeobecné předpisy pro tepelnou zátěž vodního prostředí 59
6. 2. 2 Předpisy pro tepelnou zátěž způsobovanou jadernými elektrárnami 60
6. 2. 3 Právní předpis pro tepelnou zátěž způsobovanou chladicím systémem s chladicími věžemi 60
6. 3 Způsoby chlazení připadající v úvahu pro areál v Paksi 60

6. 3. 1 Chlazení čerstvou vodou 61
6. 3. 2 Systém chlazení pomocí chladicích věží 63
6. 3. 3 Analýza nákladů a přínosů jednotlivých způsobů chlazení čerstvou vodou a pomocí chladicích věží 65

7 VLASTNOSTI A ZÁKLADNÍ ÚDAJE JADERNÉ ELEKTRÁRNY PAKS II, PLÁNOVANÉ V AREÁLU V PAKSI 67

7. 1 Vývoj ruských bloků VVER 67
7. 2 Vlastnosti ruských bloků plánovaných pro areál v Paksi 68
7. 2. 1 Hlavní technické parametry 68
7. 2. 2 Bezpečnostní cíle a projektová řešení 68
7. 3 Palivo 69
7. 4 Primární okruh 69
7. 5 Sekundární okruh 69
7. 6 Chladicí systémy 70
7. 6. 1 Odběr vody z Dunaje 70
7. 6. 2 Kondenzátorový vodní chladicí systém 71
7. 6. 3 Technologický vodní chladicí systém (sekundárního okruhu) 71
7. 6. 4 Bezpečnostní vodní chladicí systém 71
7. 6. 5 Vodní objekty chladicích systémů 73
7. 7 Pomocné systémy a pomocné objekty 75
7. 7. 1 Demineralizovaná voda 75
7. 7. 2 Technologická odpadní voda 76
7. 7. 3 Odpadní voda z bezpečnostních chladicích věží 77
7. 7. 4 Pitná voda, komunální odpadní voda 78
7. 7. 5 Srážková voda 78
7. 7. 6 Hasicí voda 78
7. 7. 7 Stáčení a skladování chemických látek 78
7. 7. 8 Dieselové generátory 79
7. 7. 9 Pomocný kotel 79
7. 7. 10 Stavební instalace 79
7. 7. 11 Systém stlačeného vzduchu 79
7. 7. 12 Systém dálkového tepla 79
7. 8 Řídicí technika 80
7. 9 Elektrické systémy 80
7. 10 Architektura 81
7. 10. 1 Úrovně základů plánovaných bloků 81
7. 10. 2 Situační plánek Jaderné elektrárny Paks II 81
7. 10. 3 Vlastnosti budov a jiných staveb Jaderné elektrárny Paks II 83
7. 10. 4 Vizualizace Jaderné elektrárny Paks II 84
7. 11 Schvalovací kritéria pro jednotlivé provozní stavy 85
7. 11. 1 Normální provoz 85
7. 11. 2 Projektové události 86
7. 11. 3 Platné mezinárodní a maďarské předpisy pro nadprojektové události 86
7. 11. 4 Směrodatné události 87
7. 12 Charakteristiky výstavby Jaderné elektrárny Paks II 87
7. 12. 1 Plochy pro výstavbu Jaderné elektrárny Paks II a navazujících objektů 87
7. 12. 2 Plánované fáze výstavby Jaderné elektrárny Paks II 88
7. 12. 3 Plánovaný harmonogram výstavby Jaderné elektrárny Paks II 88
7. 12. 4 Nároky na lidské zdroje v době výstavby 89
7. 13 Charakteristiky provozování Jaderné elektrárny Paks II 89
7. 13. 1 Plánovaný harmonogram provozování Jaderné elektrárny Paks II 89
7. 13. 2 Nároky provozování nových jaderných bloků na lidské zdroje 89

7. 13. 3 Provozní vlastnosti nových jaderných bloků 90
7. 13. 4 Roční materiálová a energetická bilance nových jaderných bloků 90
7. 14 Ukončení provozu nových jaderných bloků....91
7. 14. 1 Demontážní strategie závazná pro demontáž nových jaderných bloků 91
7. 14. 2 Financování demontáže a její náklady 91

8 SÍŤOVÉ PŘIPOJENÍ K MAĎARSKÉELEKTRIZAČNÍ SOUSTAVĚ 92

8. 1 Kompatibilita nových bloků s maďarskou elektrizační soustavou 92
8. 2 Umístění nové Transformovny 400/120 kV Paks II 92
8. 3 Blokové vedení 400 kV a vedení 120 kV 93
8. 3. 1 Bloková vedení 400 kV 93
8. 3. 2 Vedení 120 kV 96
8. 3. 3 Společné bezpečnostní pásmo....96
8. 3. 4 Výstavba vedení ZVN a VVN....96

9 POTENCIÁLNÍ FAKTORY A OBJEKTY PŮSOBENÍ JADERNÉ ELEKTRÁRNY PAKS II 97

9. 1 Potenciální faktory působení....97
9. 2 Objekty působení....98
9. 3 Potenciální matice působení 99

10 SOCIOEKONOMICKÉ VLIVY INVESTICE V PAKSI 102

10. 1 Ekonomické vlivy a podmínky....102
10. 2 Společenské souvislosti a podmínky 103

11 SOUČASNÉ A PŘEDPOKLÁDANÉ POČASÍ V OKRUHU 30 KM OD PAKSE 105

11. 1 Klimatická charakteristika oblasti v okruhu 30 km od Pakse 105
11. 2 Změna klimatu v oblasti Pakse ve 21. století, na základě klimatických modelů....106
11. 2. 1 Dostupné modely....106
11. 2. 2 Zpracování dostupných modelových výsledků ve vztahu k průměrným poměrům v okruhu 30 km od Pakse....108

12 PŘEDPOKLÁDANÉ VLIVY PLÁNOVANÉ INVESTICE A PODMÍNEK PROSTŘEDÍ NA TEPLOTU VODY V DUNAJI, NA OHROŽENÍ POVODNĚMI, NA BEZPEČNOST ODBĚRU CHLADICÍ VODY A NA ZMĚNY ŘÍČNÍHO KORYTA 110

12. 1 Vliv výstavby Jaderné elektrárny Paks II na Dunaj....110
12. 1. 1 Vliv výstavby Jaderné elektrárny Paks II na prostor řečiště Dunaje a na procesy změn jeho koryta 110
12. 1. 2 Vypouštění vyčištěné komunální odpadní vody v době výstavby 112
12. 2 Vliv provozu Jaderné elektrárny Paks II na Dunaj....113
12. 2. 1 Směrodatné provozní stavy 113
12. 2. 2 Popis předpokládaných změn na základě analýzy rychlostního pole proudění v Dunaji 114
12. 2. 3 Zkoumání předpokládaného vlivu plánované stavby na změny koryta Dunaje 120
12. 2. 4 VYVEDENÍ OTEPLENÉ CHLADICÍ VODY DO DUNAJE....126
12. 2. 5 Vypouštění čištěných komunálních odpadních vod v době provozu 131
12. 2. 6 Průzkum vlivů extrémních podmínek dunajské přírody a umělých objektů na povodňovou situaci areálu a bezpečnost čerpání chladicí vody....131
12. 3 PŘEDPOKLÁDANÝ VLIV UKONČENÍČINNOSTI V ELEKTRÁRNĚ PAKS II. 135

13 PRŮZKUM KVALITY VODY V DUNAJIA JNÝCH POVRCHOVÝCH VOD PODLE RÁMCOVÉ SMĚRNICE EU 135

13. 1 TUDIE VÝCHOZÍHO STAVU 137
13. 1. 1 Vyhodnocení celostátních archivních dat, vztahujících se na zkoumaný úsek dunaje 138

13. 1. 2 Stav zkoumaného úseku dunaje (1560. 6 řkm-1481. 5 řkm) 142
13. 2 Dopad výstavby paks ii. na faunu dunaje....149
13. 3 Posouzení výstavby paks ii z hlediska národního plánu povodí dunaje....153

14 GEOLOGICKÁ FORMACE A PODZEMNÍ VODA V MÍSTĚ A BEZPTOSTŘEDNÍM OKOLÍ AREÁLU.... 154

14. 1 Převládající procesy proudění podzemních vod v okolí areálu....155
14. 2 Dopady výstavby a provozu Paks II. na geologickou formaci a na podzemní vody....157
14. 3 Poruchy a havárie....158

15 GEOLOGICKÁ FORMACE A PODZEMNÍ VODA V ÚDOLÍ DUNAJE 159

16 HLUK A VIBRACE 162

16. 1 Hlukové a vibrační zátěže - měření výchozího stavu 162
16. 2 Dopad výstavby paks ii a související potenciálně dotčená lokalita....162
16. 3 Dopad provozu Paks II a související potenciálně dotčená lokalita....164
16. 4 PROVOZ PAKS II A CELKOVÁ A SOUVISEJÍCÍ POTENCIÁLNĚ DOTČENÁ LOKALITA 166
16. 4. 1 Dopad společného provozu Paks II a je Paks a související potenciálně dotčená lokalita 166
16. 4. 2 Dopad havárií a související potenciálně dotčená lokalita 167
16. 5 Vliv ukončení činnosti elektrárny a související potenciálně dotčená lokalita 168

17 *OVZDUŠÍ*.... 168

17. 1 Studie výchozího stavu....168
17. 2 Přímé dopady výstavby a provozu Paks II a související potenciálně dotčená lokalita 170
17. 3 Přímé dopady výstavby a související potenciálně dotčená lokalita 170
17. 4 Shrnutí 172

18 BIOCENÓZA.... 172

18. 1 VEGETACE A FLORISTICKÉ POMĚRY OKOLNÍHO PROSTŘEDÍ ELEKTRÁRNY 172
18. 2 Území zařazená do soustavy natury 2000 v okruhu 10 km od elektrárny 176
18. 3 Dopad PAKS II na flóru 176
18. 3. 1 D opad výstavby a související potenciálně dotčená lokalita 176
18. 3. 2 Dopad provozu a související potenciálně dotčená lokalita 178
18. 3. 3 DOPAD UKONČENÍ ČINNOSTI A SOUVISEJÍCÍ POTENCIÁLNĚ DOTČENÁ LOKALITA 179
18. 4 Dopad paks ii na faunu 179
18. 4. 1 Dopad výstavby a související potenciálně dotčená lokalita 179
18. 4. 2 Dopad provozu a související potenciálně dotčená lokalita 182
18. 4. 3 Dopad ukončení činnosti a související potenciálně dotčená lokalita....184

19 ODPAD NIKOLIV RADIOAKTIVNÍ 185

19. 1 Druhy a množství odpadů....185
19. 2 Shromažďování, uskladnění, využití a likvidace odpadů....186
19. 3 Vlivy a dotčené lokality 186
19. 3. 1 Přímé vlivy....186
19. 3. 2 Nepřímé vlivy....186
19. 3. 3 Vlivy na životní prostředí, překračující státní hranice....187

20 NAKLÁDÁNÍ S RADIOAKTIVNIMI ODPADY A VYHOŘELÝMI KAZETY A JEJICH UMÍSTĚNÍ 187

20. 1 Definice radioaktivních odpadů 187
20. 2 Charakteristiky vyhořelých palivovýchkazet 188
20. 3 Všeobecné předpisy pro radioaktivní odpady 188
20. 3. 1 Pevné nízko a středě aktivní radioaktivní odpady....189

20. 3. 2 Pevné odpady s vysokou aktivitou 189
20. 3. 3 Kapalné radioaktivní odpadyy 189
20. 4 Všeobecné předpisy pro palivovékazety 189
20. 5 Předpokládaný vliv stavebních prací 190
20. 6 Předpokládaný vliv provozu 190
20. 6. 1 Radioaktivní odpady 190
20. 6. 2 Vyhořelé palivové kazety 191
20. 6. 3 Očekávatelné vlivy a provozem potenciálně dotčená lokalita 192
20. 6. 4 Vliv společného provozu Paks II. ajaderné elektrárny paks a jimi potenciálně dotčená lokalita 193
20. 6. 5 Vlivy událostí patřících do základu projektování 194
20. 7 Očekavatelné vlivy vyvedení z provozu 194

21 RADIOAKTIVITA OKOLNÍHO PROSTŘEDÍ - RADIAČNÍ ZÁTĚŽ OBYVATELSTVA ŽIJÍCÍHO V OKOLÍ PROVOZOVNY 194

21. 1 Radioaktivita prostředí v okruhu 30 km od jaderné elektrárny 194
21. 2 Zdravotní stav obyvatelstva žijícího ve sledovaném okruhu 30 km 199
21. 3 Stávající radiační zátěž obyvatelstva žijícího v okruhu 30 km od areálu 201
21. 4 Vliv vzniku Paks II. na radiační zátěž obyvatelstva žijícího v okolním prostředí areálu 204
21. 5 Vliv provozu Paks II. na radiační zátěž obyvatelstva žijícího v okolním prostředí areálu 204

22 RADIAČNÍ ZÁTĚŽ ŽIVÉHO SVĚTA (FLORY A FAUNY) 213

23 OPATŘENÍ SMĚRUJÍCÍ K PŘEDCHÁZENÍ HAVÁRIÍM S VLIVEM NA OKOLNÍ PROSTŘEDÍ A V PŘÍPADĚ JEJICH VZNIKU NA SNÍŽENÍ JEJICH NÁSLEDKŮ NA OKOLNÍ PROSTŘEDÍ 217

24 SHRNUTÍ 217

SEZNAM LITERATURY 223

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Proces licencování jaderné elektrárny 18
Obr. 2: Oblasti výzkumu v EKD (10 km, 30 km) [1] 19
Obr. 3: Různé oblasti zkoumané v KHV [2], [3] 26
Obr. 4: Očekávaný vývoj netto spotřeby elektrické energie do roku 2030 [2-1] 27
Obr. 5: Rozmístění jaderních elektráren nacházejících se ve světě [4] 28
Obr. 6: Rozmístění jaderních elektráren nacházejících se v Evropě [5] 28
Obr. 7: Obecná, schematická konstrukce PWR reaktorů [6] 29
Obr. 8: Inženýrské zábrany u bloků jaderné elektrárny [7] 33
Obr. 9: Průřez kontejnmentu s dvojitým pláštěm [7] 33
Obr. 10: Vnější kontejnment poskytuje ochranu před vnějšími vlivy [7] 34
Obr. 11: Hierarchie hrází, hloubkových ochranných systémů a zákroků [8] 35
Obr. 12: Mezinárodní stupnice jaderných a radiologických událostí (INES) 39
Obr. 13: Přehledná mapa areálu v Paksi [13] 42
Obr. 14: Areál v Paksi s vyznačením místa plánované nové jaderné elektrárny 43
Obr. 15: Místo plánovaných bloků [14] 44
Obr. 16: Pohled na dvojici bloků Jaderné elektrárny Paks [13] 45
Obr. 17: Jaderná elektrárna Paks a navazující objekty v areálu v Paksi [15] 45
Obr. 18: Východozápadní řez Jadernou elektrárnou Paks [16] 46
Obr. 19: Bezpečnostní pásmo kolem Jaderné elektrárny Paks [15] 47
Obr. 20: Řez Dočasným úložištěm vyhořelých palivových kazet [15] 48
Obr. 21: Bezpečnostní pásmo kolem Dočasného úložiště vyhořelých palivových kazet [15] 48
Obr. 22: Rozmístění systému radiačního monitoringu emisí a prostředí Jaderné elektrárny Paks [17] 50
Obr. 23: Struktura systému radiačního monitoringu emisí a prostředí Jaderné elektrárny Paks [18] 51

Obr. 24: Stanice pro dálkové měření typu A a G kontrolující stav prostředí v okolí Jaderné elektrárny Paks [19] 53
Obr. 25: Úřední měřicí body v okruhu 30 km od Jaderné elektrárny Paks [20] 54
Obr. 26: Změny celostátních průměrů, maximálních a minimálních hodnot dávkového příkonu záření gama v roce 2012 [22].....56
Obr. 27: Denní dávkové příkony naměřené v roce 2012 na stanicích kontroly prostředí Jaderné elektrárny Paks 57
Obr. 28: Mokrá chladicí věž s přirozeným tahem, s výškou omezenou na 100 m – vizualizace (pohled z ptačí perspektivy a z boku) 65
Obr. 29: Mokrá chladicí věž s přirozeným tahem a s podpůrnými ventilátory – vizualizace (pohled z ptačí perspektivy a z boku) 65
Obr. 30: Varianta s hybridní chladicí věží s podpůrnými ventilátory – vizualizace (pohled z ptačí perspektivy a z boku).....65
Obr. 31: Budované a plánované ruské bloky VVER[7] 67
Obr. 32: Plánek stávajícího vývaru a druhého, nového bodu zaústění 75
Obr. 33: Umístění vodárenského objektu [33] 78
Obr. 34: Situační plánek Jaderné elektrárny Paks II – přehledná mapa 82
Obr. 35: Umístění jednotlivých budov a jiných staveb Jaderné elektrárny Paks II na situačním plánku 83
Obr. 36: Plánované bloky a vedení 400 kV z ptačí perspektivy, od jihozápadu 84
Obr. 37: Plánované bloky a vedení 400 kV z úrovně očí, od jihozápadu 84
Obr. 38: Plánované bloky a vedení 400 kV z ptačí perspektivy, od severozápadu 85
Obr. 39: Plánované bloky a vedení 400 kV z úrovně očí, od severozápadu 85
Obr. 40: Diagram potřeby pracovních sil v areálu zohledněný při výpočtech [33], [37], [38].....89
Obr. 41: Trasa blokových vedení mezi Jadernou elektrárnou Paks II a Transformovnou Paks II (2. areálem).....93
Obr. 42: Vysvětlivky k plánku trasy blokových vedení, č. výkresu V-01195 ERBE 94
Obr. 43: Venkovní vedení 400 kV na trase Martonvásár–Győr se stožáry typu „JEDLE“ 94
Obr. 44: Venkovní vedení 400 kV na trase Pécs–státní hranice se stožáry typu „JEDLE“ – koridor elektrického vedení 95
Obr. 45: Venkovní vedení 400 kV na trase Martonvásár–Győr, montáž stožáru 97
Obr. 46: Model ALADIN-Climate s oblastmi s rozlišením 25 km (celý obrázek), resp. 10 km (modrý obdélník) 107
Obr. 47: Záběr modeluREMO pokrytý rozlišením 25 km 107
Obr. 48: Body mřížky modelu ALADIN-Climate (černě) a REMO (červeně) v okolí Jaderné elektrárny Paks (zeleně) 108
Obr. 49: Roční chod průměrných měsíčních teplot vzduchu (°C) v oblasti Pakse podle pozorování za období let 1961–1990 (šedá křivka) a roční chod předpokládaný na základě dvou modelů (°C; barevné plochy znázorňují interval nejistoty, ohraničený oběma modelovanými ročními chody) 109
Obr. 50: Roční chod měsíčních úhrnů srážek (mm) v oblasti Pakse podle pozorování za období let 1961–1990 (šedá křivka) a roční chod předpokládaný na základě dvou modelů (mm; barevné plochy znázorňují interval nejistoty, ohraničený oběma modelovanými ročními chody) 109
Obr. 51: Vypočítané rychlostní pole v okolí ústí studenovodního a teplovodního kanálu v případě dlouhodobého průměrného průtoku Dunaje (2 300 m^3/s) a v případě odběru studené vody v objemu 100 m^3/s – pouze Jaderná elektrárna Paks.....111
Obr. 52: Vypočítané rychlostní pole v okolí ústí studenovodního a teplovodního kanálu v případě dlouhodobého průměrného průtoku Dunaje (2 300 m^3/s) a v případě odběru studené vody v objemu 100 m^3/s – Jaderná elektrárna Paks aJaderná elektrárna Paks II v době výstavby 111
Obr. 53: Rozložení absolutních rychlostí proudění [m/s] na 1519. –1530. řkmDunaje: Jaderná elektrárna Paks, extrémní velká voda ($Q_{20.\ 000\ let}$ = 14. 799 m^3/s), odběr vody 100 m^3/s – Jaderná elektrárna Paks samostatně; se souřadnicemi dle Maďarského jednotného mapového zobrazení 115
Obr. 54: Rozložení absolutních rychlostí proudění [m/s] na 1519. –1530. řkmDunaje: směrodatný normální provoz, extrémní velká voda ($Q_{20.\ 000\ let}$ = 14. 799 m^3/s), odběr vody 232 m^3/s – Jaderná elektrárna Paks a Jaderná elektrárna Paks IIdohromady; se souřadnicemi dle Maďarského jednotného mapového zobrazení 116
Obr. 55: Statické zaplavení v případě, že hladina Dunaje dosáhne úrovně 96,90 m n. m. 117
Obr. 56: Statické zaplavení v případě, že hladina Dunaje dosáhne úrovně 96,30 m n. m. 117
Obr. 57: Rozložení absolutních rychlostí proudění [m/s] na 1519. –1530. řkmDunaje: Jaderná elektrárna Paks samostatně, extrémně nízký vodní stav ($Q_{20.\ 000\ let}$ = 579 m^3/s), odběr vody 100 m^3/s; se souřadnicemi dle Maďarského jednotného mapového zobrazení 118
Obr. 58: Rozložení absolutních rychlostí proudění [m/s] na 1519. –1530. řkmDunaje: směrodatný provozní stav, extrémně nízký vodní stav ($Q_{20.\ 000\ let}$ = 579 m^3/s), odběr vody 232 m^3/s – Jaderná elektrárna Paks a Jaderná elektrárna Paks IIdohromady; se souřadnicemi dle Maďarského jednotného mapového zobrazení 119
Obr. 59: Vývoj vypočítané proudnice Dunaje při průtoku 2300 m^3/s (průměrný hydrologický rok), ve třech provozních fázích: při samostatném provozu Jaderné elektrárny Paks, souběžném provozu Jaderné elektrárny Paks a Jaderné elektrárny Paks II a samostatném provozu Jaderné elektrárny Paks II 121
Obr. 60: Vývoj vypočítané proudnice Dunaje při průtoku 3000 m^3/s (ve vlhkém hydrologickém roce), ve třech provozních fázích: při samostatném provozu Jaderné elektrárny Paks, souběžném provozu Jaderné elektrárny Paks a Jaderné elektrárny Paks II a samostatném provozu Jaderné elektrárny Paks II 122
Obr. 61: Vypočítané změny koryta Dunaje po 5 letech provozupři průtoku 2300 m^3/s (průměrný hydrologický rok) a při odběru chladicí vody v objemu 100 m^3/s: samostatný provoz Jaderné elektrárny Paks (2014–2025) 123

Obr. 62: Vypočítané změny koryta Dunaje po 5 letech provozupři průtoku 2300 m³/s (průměrný hydrologický rok) a při odběru chladicí vody v objemu 100 m³/s (stav v letech 2030–2032) : souběžný provoz Jaderné elektrárny Paks a Jaderné elektrárny Paks II (2030–2032)....124
Obr. 63: Vypočítané změny koryta Dunaje po 5 letech provozupři průtoku 2300 m³/s (průměrný hydrologický rok) a při odběru chladicí vody v objemu 100 m³/s (stav v letech 2037–2085) : samostatný provoz Jaderné elektrárny Paks II (2037–2085)....125
Obr. 64: Lokalita dotčená tepelnou zónou nad 30 °C – Současný stav (TDunaj, max=25,61 °C, QDunaj= 1500 m³/s, průtok teplé vody: 100 m³/s)....127
Obr. 65: Lokalita dotčená tepelnou zónou nad 30 °C – pro rok 2032 ($T_{Dunaj, max}$=26,38 °C, Q_{Dunaj}= 1500 m³/s, průtok teplé vody: 100 ³/s 132 m³/s)....128
Obr. 66: Lokalita dotčená tepelnou zónou nad 30 °C – pro rok 2085 (TDunaj, max=28,64 °C, QDunaj= 1 500 m³/s, průtok teplé vody: 132 m³/s) – Paks II. samostatně....129
Obr. 67: Vliv zadržení vody na bezpečnost čerpání vody JE Paks v době nízké hladiny vody u přehrady v Dunacsúnyi / Gabčikovo s možným opakováním 1x po 20 000 letech (Dunaj, 1526,5 řkm)....133
Obr. 68: Přehledný dispoziční plán zkoumaných úseků Dunaje v letech 2012 a 2013....136
Obr. 69: Tok Dunaje (Paks-Dombori-Baja) v období 2006-2013....142
Obr. 70: Tok Dunaje (Paks-Dombori-Baja) v období 2012-2013....142
Obr. 71: Změna průtoku vody Dunaje a změna teploty vody (Paks-Dombori-Baja) v období 2012-2013....143
Obr. 72: Časový průzkum změny ročního průměru teploty vody Dunaje (Paks) v období 1970-2013....143
Obr. 73: Průzkum rozložení denní teploty vody Dunaje (Paks) v rámci jednoho roku mezi 1970-2013....144
Obr. 74: Vztah dotčených vodních útvarů a zkoumané oblasti....159
Obr. 75: hydrogeologická vrstva se směřováním SZ-JV táhnoucí přes zkoumanou oblast....160
Obr. 76: Potenciální profil přes areál JE Paks....161
Obr. 77: Celková dotčená lokalita při výstavbě areálu....163
Obr. 78: Celková dotčená lokalita výstavby dálkového vedení....164
Obr. 79. : Dotčená lokalita provozu....165
Obr. 80: Dotčená lokalita v souvislosti s provozem dálkového vedení....165
Obr. 81: Celková dotčená lokalita v souvislosti s provozem....166
Obr. 82: Celková dotčená lokalita JE Paks a Paks II....167
Obr. 83: Dotčená lokalita v souvislosti s poruchou Paks II....168
Obr. 84: Umístění měřených bodů v souvislosti se znečištěním ovzduší....169
Obr. 85: Degradovaný travní porost s kamennou dlažbou v lokalitě dotčené výstavbou....173
Obr. 86: Vegetační mapa okruhu 3 km Jaderné elektrárny Paks....175
Obr. 87: Lužní les vrba-topol na ostrově mezi kanály....176
Obr. 88: Kavylová travní porost uvnitř areálu JE Paks....177
Obr. 89: Hvozdík pozdní (Dianthus serotinus)....178
Obr. 90: Přástevník kostivalový (Euplagia quadripunctaria)....180
Obr. 91: Bělořit šedý (Oenanthe oenanthea) na území staveb....180
Obr. 92: Mušle a schránky šneků na nábřeží Dunaje....181
Obr. 93: Bohatý ptačí svět v okolí elektrárny....182
Obr. 94: Klínatka žlutonohá (Gomphus flavipes)....183
Obr. 95: Ještěrka zelená (Lacerta viridis) dobře snáší rušení antropogenního charakteru....183
Obr. 96: Suché kontejnerové uskladnění ve vertikální poloze[42]....191
Obr. 97: Plnění suchého uskladnění v horizontální poloze[43]....192
Obr. 98: Charakteristické uspořádání v případěsuchého kontejnerového uskladnění[44]....192
Obr. 99: Rozdělení sektorových skupin v okruhu 30 km od elektrárny....195
Obr. 100: Družicový snímek z programu stanovených odběrných míst vzorků....198
Obr. 101: Vývoj roční dávky dětí z obce Csámpa (kritická skupina) z výpustí komínů elektrámy....202
Obr. 102: Radiační zátěž z kapalných výpustí Jaderné elektrárnyPaks pro věkové skupiny děti (1-2roků) a dospělých z obce Gerjen....203
Obr. 103: Potenciálně dotčená lokalita normálního provozu Paks II. : kruh o poloměru 500mv bezpečnostním pásmu 500m....211
Obr. 104: Principiální sestava doporučeného monitorovacího systému radiační ochrany pro Paks II....212
Obr. 105: Souhrnná potenciálně dotčená lokalita zřízeného Paks II....219
Obr. 106: Souhrnná potenciálně dotčená lokalita zřízeného Paks II. včetně hranic veřejné správy....220
Obr. 107: Souhrnná potenciálně dotčená lokalita provozu Paks II....221
Obr. 108: Souhrnná potenciálně dotčená lokalita provozu Paks II. včetně hranic veřejné správy....222

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Orgány veřejné správy, které připomínkovaly EKD 20
Tabulka 2: Země oslovené během mezinárodního řízení 21
Tabulka 3: Tematické okruhy otázek kladených během mezinárodního řízení 21
Tabulka 4: Pět na sebe navazující úrovně hloubkové ochrany 32
Tabulka 5: Označení jednotlivých provozních stavů a jejich klasifikace podle frekvence výskytu, ve vztahu k novým blokům 37
Tabulka 6: Všeobecná kritéria klasifikace jaderných událostí [12] 40
Tabulka 7: ilustrativní příklady kritérií INES používaných pro klasifikaci událostí v jaderných zařízeních [12] 41
Tabulka 8: Čerpání omezení dávky předepsaného pro areál Jaderné elektrárny Paks, rok 2013 [19] 54
Tabulka 9: Limity pro znečištění rybných vod 59
Tabulka 10: Technické údaje chladicích systémů s mokrými chladicími věžemi 64
Tabulka 11: Hlavní technické parametry bloku VVER-1200 [13], [30], [31] 68
Tabulka 12: Projektová řešení použitá k dosažení cílů, případně postupy pro zmírnění následků [13], [30] 68
Tabulka 13: Množství vody odebíraná z Dunaje v případě, že bezpečnostní chladicí systém pracuje v režimu chlazení čerstvou vodou 70
Tabulka 14: Parametry kondenzátorového vodního chladicího systému 71
Tabulka 15: Parametry technologického vodního chladicího systému [32] 71
Tabulka 16: Parametry bezpečnostního vodního chladicího systému 72
Tabulka 17: Množství vody doplňované do bezpečnostního vodního chladicího systému při využití bezpečnostních chladicích věží 72
Tabulka 18: Množství bezpečnostní chladicí vody v případě chlazení čerstvou vodou 73
Tabulka 19: Vodní bilance úpravny doplňovací vody za normálního provozu 76
Tabulka 20: Množství kapalného radioaktivního odpadu z primárního okruhu [32] 77
Tabulka 21: Množství kapalného odpadu ze strojovny turbíny 77
Tabulka 22: Maximální množství odpadní vody z odkalování bezpečnostních chladicích věží 77
Tabulka 23: Uskladnění chemických látek v době provozu 79
Tabulka 24: Schvalovací kritéria – normální provoz [30] 85
Tabulka 25: Schvalovací kritéria – projektové události [30] 86
Tabulka 26: Platné mezinárodní a maďarské předpisy pro nadprojektové události 87
Tabulka 27: Harmonogram výstavby bloků Jaderné elektrárny Paks II 89
Tabulka 28: Roční energetické údaje 90
Tabulka 29: Materiálová a energetická bilance provozu Jaderné elektrárny Paks II 91
Tabulka 30: Přípustné hodnoty intenzity elektrického pole a magnetické indukce 95
Tabulka 31: Naměřené hodnoty intenzity elektrického pole a magnetické indukce 95
Tabulka 32: Souhrnná matice působení, identifikace povahy faktorů působení a identifikace objektů působení 100
Tabulka 33: Souhrnná matice působení, identifikace klasických a radiologických vlivů 101
Tabulka 34: Charakteristiky pokusů provedených s regionálními klimatickými modely ALADIN-Climate a REMO 107
Tabulka 35: Plánované pokusy pomocí modelů ALADIN-Climate a REMO 108
Tabulka 36: Definice morfodynamického a průtokového pásma ve srovnání se současným stavem 126
Tabulka 37: Množství vypuštěné vody (Q m³/s) v případě realizace plánovaného vývoje, při předpokládané nejvyšší roční teplotě vody Dunaje (TDunaj, °C) za směrodatných období provozu 126
Tabulka 38: Doba a trvání překročení limitní hodnoty (2032) – Jaderná elektrárna v Paksi + Paks II. 130
Tabulka 39: Doba a trvání překročení limitní hodnoty (2085) – Paks II. samostatně 130
Tabulka 40: Největší míra změny teploty v úseku jižních státních hranic Dunaje, $T_{Teplá\ voda}$= 33 °C (směrodatný stav pro roky 2014,2032 a 2085) 131
Tabulka 41: Největší míra změny teploty v úseku jižních státních hranic Dunaje, $\Delta T_{Tepelný\ skok}$= 8 °C (směrodatný stav pro roky 2014,2032 a 2085) 131
Tabulka 42: Předpokládaná doba překročení několika důležitějších ochranných stupňů, stanovená pro případ povodně té nejnepříznivější míry (96,30 mBf), která nastala v okolí elektrárny 132
Tabulka 43: Seznam fyzických a chemických prvků vody Dunaje, včetně skupin kvality vody dle RSV 137
Tabulka 44: Zkoumané úseky Dunaje a jiné charakteristiky 138
Tabulka 45: Průměrné hodnoty zjisštěných údajů páteřní sítě v obodbí 2007-2011, při posouzení dle kritérií RSV 140
Tabulka 46: Posouzení stavu vodního tělesa HURWAEP444 DunajskýúsekSzob-Baja (typ 24.) dle RSV 140
Tabulka 47: Hodnocení horního povodí Dunaje dle fyzikálně-chemických parametrů (1560. 6-1533. 5řkm) RSV 144
Tabulka 48: Posouzení fyzikálně-chemických parametrů úseku dolního povodí Dunaje podle RSV (1526-1516 řkm) 145
Tabulka 49: Vyhodnocení fyzikálně-chemických vlastností vzdáleného úseku dolního povodí Dunaje (1506. 8-1481. 5 řkm) podle RSV 147
Tabulka 50: Hodnocení zkoumaného úseku Dunaje (HURWAEP444) podle kritérií RSV 148

Tabulka 51: Součinitele, které mohou mít během investiční stavby Paks II. potenciální vliv 149
Tabulka 52: Shrnutí měření výchozího stavu v roce 2012 169
Tabulka 53: Dopady zkušebního provozu dieselových generátorů 171
Tabulka 54: Bezprostřední vliv společného provozu Paks II a JE Paks 172
Tabulka 55: Předpokládané množství zeminy, vytěžené na staveništi během výstavby Paks II....185
Tabulka 56: Předpokládané množství odpadu vznikajícího při provozu Paks II 185
Tabulka 57: Předpokládaná množství odpadů, vznikajících při společném provozu Paks II a JE Paks 186
Tabulka 58: Množství vyhořelého paliva, které vzniklo v průběhu celkové provozní doby na každý blok....188
Tabulka 59: Odhadované roční množství vznikajících radioaktivních pevných odpadů na jeden blok[40] 191
Tabulka 60: Hlavní vzájemné působení mezi přírodními místy pro život a pro úrodu 196
Tabulka 61: Souhrnné údaje koncentrace aktivity půdy 196
Tabulka 62: Souhrnné údaje koncentrace aktivity kravského mléka 197
Tabulka 63: Průměrné hodnoty dávkových příkonů 197
Tabulka 64: Výpustěnormálního provozuna dvabloky (Bq/rok) 205
Tabulka 65: Územní rozdělení výpočtů výpustí 205
Tabulka 66: Na základě meteorologických dat z roku 2009 na jednotlivých území vytvořené dávky pro 1-2 leté děti, podle radiačních tras (I+II, Sv) 206
Tabulka 67: Na základě meteorologických dat z roku 2009 na jednotlivých území vytvořené dávky pro dospělé, podle radiačních tras (I+II, Sv) 206
Tabulka 68: Okamžité výpustě (Bq)....207
Tabulka 69: Pozdní výpustě (Bq)....208
Tabulka 70: Souhrnné celkové dávky projektové provozní havárie (Sv) 208
Tabulka 71: Plánované výpustě ruského bloku typuVVER1200MW (Bq/rok) [30]....209
Tabulka 72: Dávka 1-2 letých dětí a dospělé věkové skupiny obyvatel obce Gerjen z ročních kapalných výpustí ruských bloků typu VVER1200MW po blocích (nSv/rok) 209
Tabulka 73: Celkové dávky Paks II. , Jaderné elektrárny Paksa KKÁT z maximálního roku pro 1-2 ročnéděti, Sv....211
Tabulka 74: Celkové dávky Paks II. , Jaderné elektrárny Paksa KKÁT z maximálního roku pro dospělé, Sv 211
Tabulka 75: Největší společný vliv kapalných výpustí v obci Gerjen na roční dávku 211
Tabulka 76: Přírůstky Paks II. a stávajících umělých zdrojů k radiačnímu zatížení vodních živočichů v Dunaji v roce 2025. 214
Tabulka 77: Povrchové a povrchu blízké koncentraceaktivit v závislosti na vzdálenosti z 10 denní výpustě....215
Tabulka 78: Povrchové a povrchu blízké koncentraceaktivit v závislosti na vzdálenosti z 30 denní výpustě....216

SEZNAM ZKRATEK

Krátký název	Úplný název
ÁNTSz OTH	Národní úřad zdraví a hlavní hygienická stanice Úřad hlavního hygienika
ÁVIT	Komplexní plán opatření pro odvrácení katastrof
DBC	Design Basis Conditions (Projektové požadavky)
DdKTF	Inspektorát ochrany ŽP a ochrany přírody jižního Zadunají
DdKTVF	Inspektorát ochrany ŽP a ochrany přírody a vodního hospodářství jižního Zadunají
DDNPI	Ředitelství Národního parku Duna-Dráva
DEC	Design Extension Conditions (Rozšířené projektové podmínky)
EKD	Dokument předběžných konzultací
ENSZ	Organizace spojených národů (United Nations - UN)
ERBE	MVM ERBE ENERGETIKA Inženýrská kancelář uzavřená akciová společnost; MVM ERBE Zrt.
EUR	European Utility Requirements (evropské provozní předpisy)
Euratom	European Atomic Energy Community (Evropské společenství jaderné energie)
EüM	Ministerstvo zdravotnictví
fkm	říční km
FKSZ	Hlavní oběhové čerpadlo
GCR	Gas-Cooled, Graphite-Moderated Reactor (Grafitem moderované reaktory plynem chlazené)
GM	Ministerstvo hospodářství
ICRP	International Commission on Radiological Protection - Mezinárodní komise radiologické ochrany
IM	Ministerstvo průmyslu
INES	International Nuclear Event Scale (Mezinárodní stupnice hodnocení závažnosti jaderných událostí)
IRG	Inertní radioaktivní plyn
IRM	Ministerstvo spravedlnosti a pořádkových sil
KHEM	Ministr dopravy, telekomunikace a energetiky
KHV - KHT	Posouzení vlivů na ŽP - Studie vlivů na ŽP
KHVM	Ministerstvo dopravy, telekomunikace a vodního hospodářství
KKÁT	Dočasné úložiště vyhořelých palivových kazet
KöM	Ministerstvo ochrana životního prostředí
KPM	Ministerstvo dopravy a pošt
KSH NKI	Demografický ústav Centrálního statistického úřadu
KvVM	Ministerstva ŽP a vodního hospodářství
LKV	nejmenší průtok
LOCA	LOss of Coolant Accident (Havárie se ztrátou chladiva)
LWGR	Light-Water-Cooled, Graphite-Moderated Reactor (Lehkou vodou chlazený grafitem moderovaný reaktor)
MAVIR	Operátor v oblasti přenosu elektrické energie Maďarska uzavřená akciová společnost
MBFH	Maďarský báňský a geologický úřad
MEKH	Úřad energetiky a veřejných služeb Maďarska
MIR	Modernised International Reactor (Modernizovaný mezinárodní reaktor)
MKEH	Maďarský obchodní licenční úřad
MKM	Ministerstvo vzdělávání a veřejného školství
MVM Zrt.	MVM Maďarské energetické závody uzavřená akciová společnost
MVM PAKS II. Zrt.	MVM Paks II. pro rozvoj jaderné elektrárny uzavřená akciová společnost
NAÜ	Mezinárodní agentura jaderné energie (International Atomic Energy Agency - IAEA)
NBEIT	Plán opatření pro odvrácení katastrof
NBSz	Souhrn pravidel jaderné bezpečnosti
OAH NBI	Ředitelství jaderné bezpečnosti Národního úřadu jaderné energie
OGy	Poslanecká sněmovna
OMSz	Národní meteorologické služby
Jaderná elektrárna Paks	MVM Jaderná elektrárna Paks uzavřená akciová společnost; MVM JE Paks uas.
Paks II	Jaderná elektrárna Paks II výstavba bloků plánovaných v areálu města Paks
PHWR	Pressurized Heavy-Water-Moderated and Cooled Reactor - Reaktor na stlačenou vodu, chlazený a moderovaný těžkou vodou
PSA	Probabilistic safety assessment - Pravděpodobnostní hodnocení bezpečnosti
PWR	Pressurized Light-Water-Moderated and Cooled Reactor - Reaktor na stlačenou vodu, chlazený a moderovaný lehkou vodou
TRU	transuranový prvek (s větším atomovým číslem, než 92 (než atomové číslo Uranu)
VBJ	Konečné bezpečnostní hlášení
VER	Národní systém elektrické energie
VVER	Vodo-Vodyanoi Energetichesky Reactor - Vodou moderovaný a chlazený energetický reaktor
WANO	World Association of Nuclear Operators - Světová jaderná asociace
WENRA	Western European Nuclear Regulators Association - Asociace západoevropských jaderných dozorů
ZÜHR	Systém chlazení aktivní zóny pro poruchy

1 ZÁKLADNÍ INFORMACE O PLÁNOVANÉ VÝSTAVBĚ

Velké elektrárny maďarské elektrizační soustavy se blíží konci své projektované životnosti a v některých případech už ji i překročily. Jako částečné řešení předpokládaného nedostatku kapacit a s ohledem na projektovanou životnost stávajících bloků jaderné elektrárny byly zahájeny přípravy na výstavbu nových jaderných bloků.

Cílem připravované investice je, aby byly v zájmu zajištění výroby elektrické energie pro dodávky do veřejné sítě a **v souladu s harmonogramem zakotveným v Národní energetické strategii** vedle Jaderné elektrárny Paks postaveny dva moderní, do generace III+ patřící tlakovodní jaderné bloky s minimální předpokládanou životností 60 let, každý z nich o hrubém elektrickém výkonu 1200 MW_e, jejichž komerční provoz bude podle plánu zahájen v roce 2025, resp. 2030, čímž bude podíl jaderné energie na celkové produkci elektrické energie v dlouhodobém horizontu zachován na úrovni kolem 40 %.

Plánovaná výstavba se skládá z následujících hlavních částí:

- technologie elektrárny,
- vodního chladicího systému elektrárny,
- napojení na maďarskou elektrizační soustavu.

1.1 ČINNOSTI V RÁMCI PŘÍPRAVY PLÁNOVANÉ VÝSTAVBY

1.1.1 TELLERŮV PROJEKT

Podle ustanovení § 7 odstavce 2 zákona č. CXVI z roku 1996 o jaderné energii je pro zahájení přípravných činností zaměřených na výstavbu nového jaderného zařízení nutný předchozí principiální souhlas Parlamentu. Bod 12. f usnesení Parlamentu č. 40/2008 (ze dne 17. IV. 2008) o energetické politice na období let 2008–2020 žádá Vládu, aby „zahájila práci na přípravě rozhodnutí o nových kapacitách jaderné energetiky. Po náležitém zdůvodnění z odborného hlediska, z hlediska ochrany životního prostředí a z pohledu společnosti nechť Vláda včas předloží Parlamentu své návrhy týkající se potřebnosti investice, jejích podmínek, typu a umístění elektrárny. “

V rámci Tellerova projektu, vytvořeného společností MVM Zrt. (Maďarské energetické závody, uzavř. a. s.), byly provedeny odborné studie analyzující technická, hospodářská, obchodní, právní a společenská hlediska. Byly posouzeny možnosti realizace, zhotoveno předběžné hodnocení z hlediska ochrany životního prostředí a zkoumáno uložení vyhořelých palivových článků a radioaktivního odpadu. Výsledky práce na těchto úkolech shrnují tři podkladové dokumenty, v nichž se konstatuje, že nejlepší volbou je taková moderní tlakovodní jaderná elektrárna umístěná v areálu v Paksi, která nebude prototypem, pro kterou už někde bylo vydáno povolení a jejíž životnost je minimálně 60 let.

Na podkladě odborných analýz Parlament dne 30. března 2009 většinou 95,4 % hlasů schválil zahájení činností, jejichž cílem je příprava výstavby nových jaderných bloků v areálu v Paksi.

1.1.2 LÉVAIHO PROJEKT

Za účelem přípravných činností dle usnesení Parlamentu společnost MVM Zrt. v červnu 2009 vytvořila Lévaiho projekt. Nejvýznamnější činnosti provedené v rámci Lévaiho projektu byly následující:

- zadání strategických analýz a studií zaměřených na možnosti financování;
- zadání přípravy prvního návrhu dokumentace pro výběrové řízení na dodavatele;
- studie možnosti integrace nových bloků do elektrizační soustavy;
- studie variant zásobování chladicí vodou;
- zahájení prací na sestavení předběžné konzultační dokumentace;
- zahájení průzkumů potřebných pro vypracování studie vlivu na životní prostředí;
- příprava na sepsání žádosti o povolení k provozování areálu;
- zmapování nároků na pracovní síly;
- zmapování potenciálních domácích subdodavatelů a firem působících v regionu.

1.1.3 MVM PAKS II. ATOMERŐMŰ FEJLESZTŐ ZRT. – PROJEKTOVÁ SPOLEČNOST

Pro přípravu výstavby nových bloků jaderné elektrárny skupina MVM dne 26. července 2012 založila společnost MVM Paks II. Atomerőmű Fejlesztő Zártkörűen Működő Részvénytársaság (Maďarské energetické závody, Rozvoj Jaderné elektrárny Paks II, uzavřená akciová společnost; zkráceným názvem: MVM Paks II Zrt.).

Mezi nejdůležitější úkoly projektové společnosti patří vymezení rámců budoucí výstavby, vypracování podrobností financování a stanovení nutných technických podmínek (možností chlazení, vlivů na životní prostředí). Významnou součástí projektové práce je získání povolení vydávaných orgány ochrany životního prostředí, povolení pro daný areál, vodoprávních povolení a povolení ke zřízení objektu. Projektová společnost se zabývá otázkami harmonizace práva a zkoumá rovněž ekonomické a sociální vlivy v regionu. Zvlášť důležitým úkolem je dále to, aby Maďarsko při výstavbě nových jaderných bloků v co největší míře využilo efekty projektu napomáhající oživení národního hospodářství.

1.1.4 PODPORA NA ÚROVNI PRÁVNÍHO RÁMCE

Jedním z výsledků výše načrtnutých přípravných činností je skutečnost, že se v maďarském právním řádu objevilo několik prvků podporujících realizaci nových jaderných bloků.

Parlament dne 3. října 2011 schválil **Národní energetickou strategii** do roku 2050, která určuje směry rozvoje a provozu pro následující dvě desetiletí a v jejímž smyslu stát hodlá v dlouhodobém horizontu zachovat přibližně 40% podíl jaderné energie na maďarské produkci elektřiny, aby tak napomohl splnění svých dlouhodobých cílů v oblasti hospodářství a ochrany životního prostředí.

Vláda v zájmu zajištění vyváženého rozvoje maďarské jaderné energetiky v nadcházejícím třicetiletém období svým rozhodnutím č. 1195/2012 (ze dne 18. VI. 2012) zřídila **Vládní komisi pro jadernou energetiku**, která se bude zabývat strategickými otázkami využívání jaderné energie v Maďarsku a rozvoje tohoto využívání a jejímž předsedou je předseda vlády.

S ohledem na strategický význam, který má jaderná energie pro zásobování elektrickou energií v Maďarsku a pro zaručení bezpečnosti tohoto zásobování, jakož i s ohledem na obsah Parlamentem schválené Národní energetické strategie Vláda svým rozhodnutím č. 1196/2012 (ze dne 18. VI. 2012) prohlásila realizaci nových jaderných bloků v areálu Jaderné elektrárny Paks za investici **mimořádného významu z hlediska národního hospodářství** a **naprosto nezbytnou z hlediska bezpečnosti zásobování elektrickou energií.**

1.1.5 VÝBĚR BLOKŮ, KTERÉ SE BUDOU STAVĚT

MAĎARSKO-RUSKÁ MEZIVLÁDNÍ DOHODA

Dne 14. ledna 2014 se Vláda Maďarska dohodla s Vládou Ruské federace na obnově smlouvy o jaderné spolupráci, která byla mezi oběma zeměmi uzavřena o několik desetiletí dříve. Na základě této dohody budou v areálu Jaderné elektrárny Paks postaveny dva nové bloky o výkonu 1200 MW, jejichž generálním dodavatelem bude příslušný ruský státní orgán a na jejichž výstavbu Vláda Maďarska dostane od Ruska mezistátní úvěr.

ZÁKON Č. II Z ROKU 2014

Parlament schválil dohodu obou vlád na svém zasedání 6. února 2014 ***zákonem č. II z roku 2014***, kterým se vyhlašuje Dohoda mezi Vládou Maďarska a Vládou Ruské federace o spolupráci v oblasti mírového využití jaderné energie.

Článek 1 – Předmět spolupráce

Strany budou spolupracovat při udržování a rozvíjení výkonu Jaderné elektrárny Paks, nacházející se na území Maďarska, včetně projektování, výstavby, spuštění a ukončení provozu dvou nových bloků s reaktory VVER (vodou chlazenými a vodou moderovanými) s instalovanou kapacitou minimálně 1000 MW v každém bloku, jak je uvedeno v následujících ustanoveních Dohody, a to jako náhrady za výkon 1. –4. bloku, které budou v budoucnu odstaveny.

1.2 VŠEOBECNÉ INFORMACE O LICENCOVÁNÍ NOVÝCH JADERNÝCH BLOKŮ

Celý proces licencování Jaderné elektrárny Paks II znamená získání ***několika tisíc povolení***. Do následujícího výčtu jsme z nich vybrali jen ta hlavní. Současně uvádíme také orgány státní správy, které jednotlivá povolení vydávají.

Radiační ochrana *– Státní hygienická a lékařská služba (ÁNTSZ), Úřad hlavního hygienika (OTH)*

povolení předepisující omezení dávky

Ochrana životního prostředí *– Inspektorát ochrany životního prostředí a ochrany přírody jižního Zadunají (DdKTF)*

povolení z hlediska ochrany životního prostředí

Vodní právo *– Župní ředitelství ochrany proti katastrofám pro župu Fejér*

principiální vodoprávní povolení
vodoprávní povolení ke zřízení objektu
vodoprávní povolení k provozu

Jaderná bezpečnost *– Národní úřad pro jadernou energii*

povolení k průzkumu a vyhodnocení areálu
povolení k využití areálu
povolení ke zřízení objektu
stavební povolení
kolaudační rozhodnutí pro stavby a stavební konstrukce
povolení na úrovni jednotlivých systémů:

- povolení k výrobě
- povolení k nákupu
- povolení k montáži
- schválení typu

povolení k uvedení do provozu
povolení k provozu

Energetika

Elektrárna *– Maďarský regulační úřad pro energetiku a komunální služby*

principiální povolení pro elektrárnu se zásadním vlivem na provoz elektrizační soustavy
povolení Maďarského regulačního úřadu pro energetiku a komunální služby (MEKH) ke zřízení objektu
povolení MEKH k činnosti, jejímž předmětem je výroba elektrické energie v elektrárně

Připojení k přenosové soustavě (vedení VVN a ZVN) – *Úřad vlády pro župu Baranya, Úřad pro metrologii a technickou bezpečnost v Pécsi*

povolení k přípravným pracím
povolení ke zřízení věcného břemene v souvislosti s elektrickým vedením
povolení k provozu

Technický dozor – *Maďarský obchodní licenční úřad*

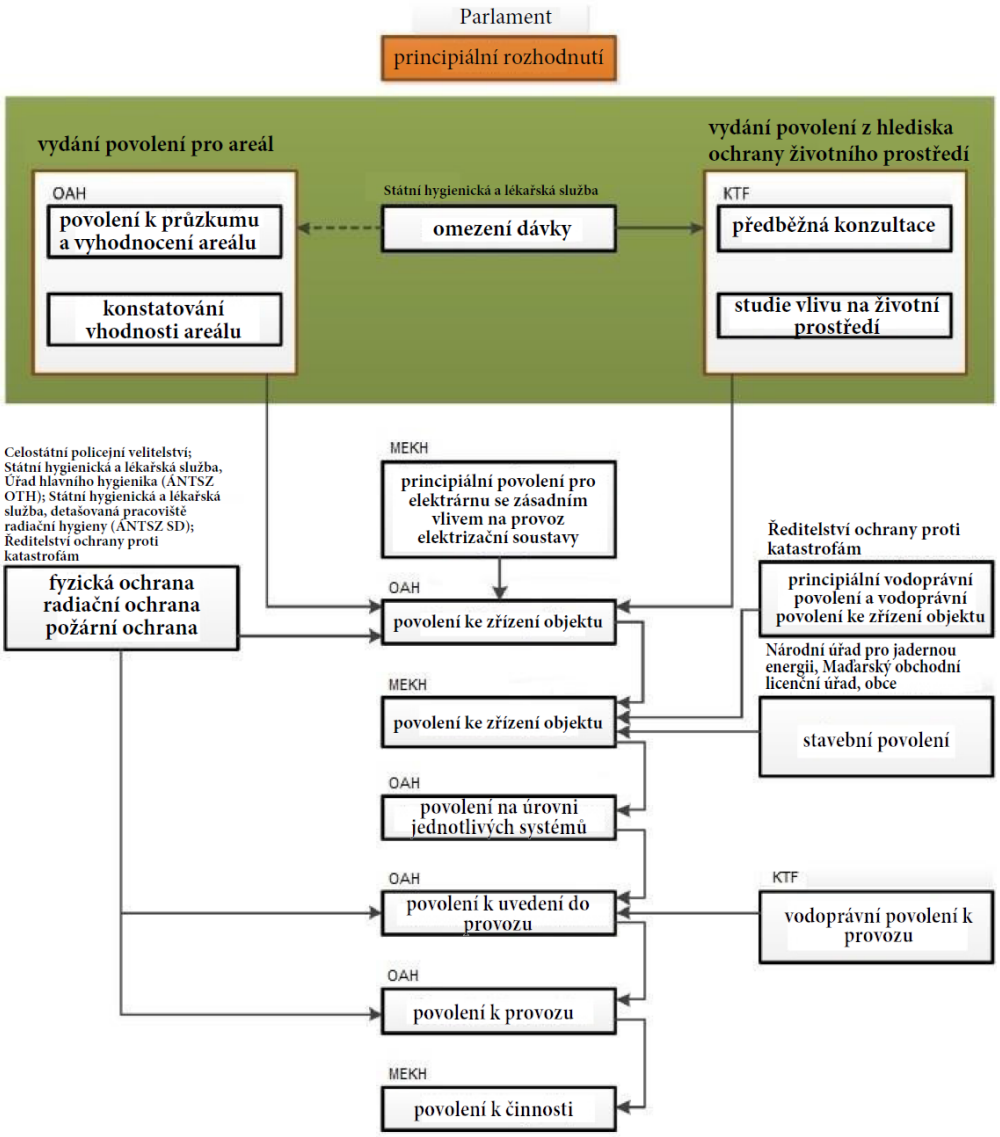
stavební povolení spadající do pravomoci Maďarského obchodního licenčního úřadu (MKEH)
povolení MKEH, která je nutno získat ve fázi výstavby (např. pro tlaková zařízení, dálkové teplovody, úložiště nebezpečných materiálů)
kolaudační rozhodnutí spadající do pravomoci MKEH

Stavební práce – *město, resp. obec*

stavební povolení spadající do pravomoci měst, resp. obcí

Další řízení o vydání povolení a jiná řízení

fyzická ochrana
řízení podle článku 37 smlouvy o EURATOM
řízení podle článku 41 smlouvy o EURATOM



Obr. 1: Proces licencování jaderné elektrárny

1.3 ZÍSKÁNÍ POVOLENÍ S OHLEDEM NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ V PŘÍPADĚ PLÁNOVANÝCH NOVÝCH BLOKŮ

Podle odst. (1) § 66 Zákona LIII z roku 1995 o všeobecných předpisech ochrany ŽP činnost, která podléhá povinnosti posuzování vlivů na ŽP, může být zahájena pouze v případě, že dotyčná společnost má k dispozici environmentální povolení, které vydala územně příslušná inspekce životního prostředí a které nabylo právní moci.

Činnosti podléhající povinnosti posuzování vlivů na ŽP uvádí příloha 1 Nařízení vlády č. 314/2005. (ze dne 25. 12.) o posuzování vlivů na ŽP a jednotném schvalovacím postupu užívání ŽP; bod 31 se zmiňuje o jaderné elektrárně, a to bez omezení jejího rozsahu.

Předpokladem výstavby dvou bloků jaderné elektrárny s plánovaným hrubým elektrickým výkonem každého bloku o 1 200 MW, je provedení posouzení vlivů na ŽP ve smyslu Nařízení vlády 314/2005 (ze dne 25. 12.) a poté shrnutí výsledků posouzení ve studii, dále na základě toho zahájit povolovací řízení a jako výsledek tohoto procesu získání environmentálního povolení.

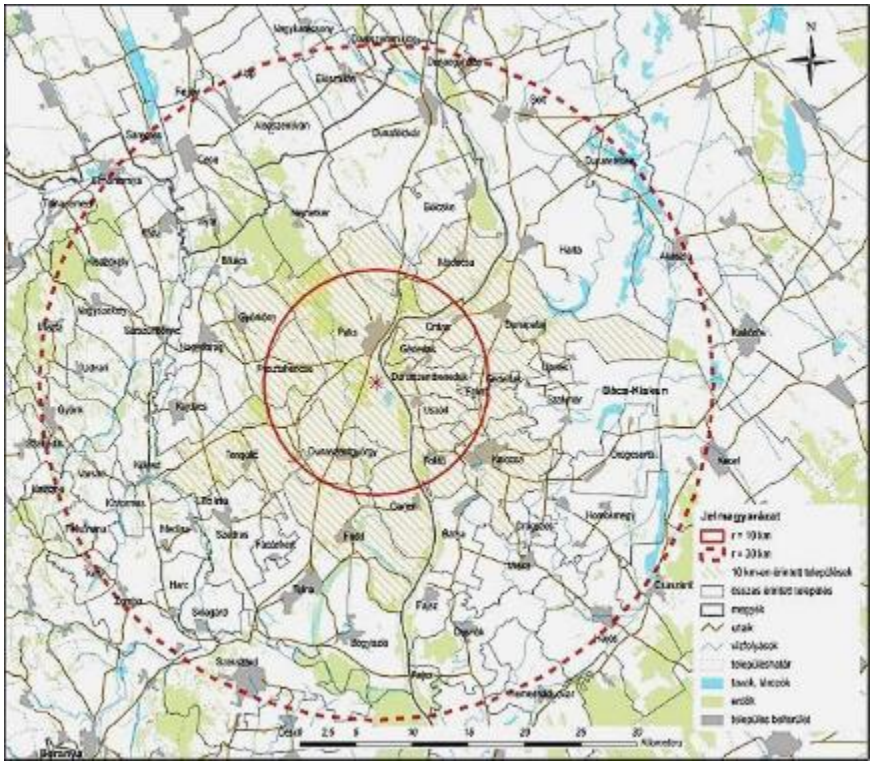
Povolovacím orgánem během environmentálního schvalovacího řízení v souvislosti s novými bloky jaderné elektrárny v areálu JE Paks, je jako územně kompetentní úřad Inspektorát ochrany ŽP a ochrany přírody jižního Zadunají (dále jen: DdKTF).

1.3.1 PŘEDBĚŽNÁ KONZULTAČNÍ DOKUMENTACE (EKD) S OHLEDEM NA 5 MOŽNÝCH TYPŮ BLOKŮ

Povolovací řízení nových plánovaných bloků bylo zahájeno dne 10. 11. 2012 předložením EKD [1][1]čísla 6F111121 s názvem „MVM Magyar Villamos Művek Zrt. - Výstavba nových bloků jaderné elektrárny“, sestavené společností PÖYRY ERŐTERV Energetikai Tervező és Vállalkozó Zrt.

EKD byla vypracována na základě údajů 5 typů bloků, které je možno instalovat v areálu Paks.

V rámci EKD bylo provedeno posouzení oblastí v okruhu 10 km a 30 km.



Obr. 2: Oblasti výzkumu v EKD (10 km, 30 km) [1]

V průběhu řízení Inspektorátu ochrany ŽP a ochrany přírody a vodního hospodářství jižního Zadunají níže uvedené orgány veřejné správy předložily své připomínky:

[1] *EKD si můžete stáhnout na internetových stránkách MVM PAKS II. Zrt. :*
http: //www. mvmpaks2. hu/hu/Dokumentumtarolo/EKD-HUN. pdf
http: //www. mvmpaks2. hu/hu/Dokumentumtarolo/EKD-ENG. pdf"

Orgán veřejné správy	spisová značka
Odbor národního zdraví Vládního úřadu župy Tolna	XVII-R-084/01550-2/2012
Oddělení kulturního dědictví v rámci Vládního úřadu župy Tolna Szekszárd	II-P-18/184-2/2012
Ředitelství pro ochranu rostlin a půd Vládního úřadu župy Tolna	26. 2/1271-2/2012
Ředitelství pro lesnictví Vládního úřadu župy Baranya	II-G-033/8061/1/2012
Hlavní státní architekt při Stavebním úřadě Vládního úřadu župy Baranya	II-D-15/157-2/2012
Báňské prezídium města Pécs	PBK/3519-2/2012
Notář obcí Pusztahencse - Györköny	629/2012
Notář obcí Dunaszentgyörgy - Németkér - Gerjen	625-5/2012
Notář obce Bölcske	1985-2/2012
Zastoupení notářství obcí Zomba, Harc a Medina v obci Medina	819-2/2012
Notář města Kalocsa	8350-1/2012/H

Tabulka 1: Orgány veřejné správy, které připomínkovaly EKD

Do vydání Stanoviska své připomínky nepředložili:

Národní úřad pro jadernou energii
Okresního katastrálního úřadu Vládního úřadu župy Tolna
Čestný notář města Paks
Obvodní notář obcí Nagydorog, Bikács, Sárszentlőrinc, Kölesd, Kistormás a Kajdacs
Obvodní notářství obcí Foktő és Dunaszentbenedek
Obvodní notářství obcí Géderlak, Ordas a Uszód
Obvodní notářství obcí Harta a Dunatetétlen
Obvodní notářství obcí Homokmégy a Öregcsertő
Obvodní notářství obcí Szakmár a Újtelek
Obvodní notářství obcí Miske a Drágszél
Obvodní notářství obcí Sióagárd a Fácánkert
Notář obcí Bogyiszló, Tengelic, Szedres, Fadd, Pálfa, Madocsa, Dusnok, Dunapataj, Bátya, Fajsz, Vajta, Tolna, Cece, Dunaföldvár a Előszállás

Inspektorát ochr. ŽP a ochr. přírody jižního Zadunají požádal o stanovisko Silniční, železniční a plavební oddělení Úřadu národní dopravy s ohledem na jeho zainteresovanost z titulu jeho působnosti, dále Inspektorát ochrany ŽP a přírody a vodního hospodářství s ohledem na jeho územní kompetenci, dále o prohlášení Ředitelství Národního parku Duna-Dráva. Výše uvedené organizace do vydání Stanoviska nepředaly žádné připomínky, ani prohlášení.

Veřejnost

Sdružení Energiaklub /Energiaklub Szakpolitikai Intézet és Módszertani Központ Egyesület/ žádalo pro sebe o uznání právního postavení, z titulu klienta a tím i možnost nahlédnout si do EKD a připomínkovat ji. Na základě stanov výše uvedeného sdružení Inspektorát schválil právní postavení klienta a sdružení zaslal elektronickou verzi dokumentace. Do vydání Stanoviska v souvislosti s EKD Energiaklub svůj názor nesdělil.

V souvislosti s EKD v průběhu řízení ze strany veřejnosti neobdržel ani náš Inspektorát, ani notáři dotčených obcí žádné připomínky.

Inspektorátu ochr. ŽP a ochr. přírody jižního Zadunají s ohledem na výše uvedené dne 21. 12. 2012 vydal své Stanovisko sp. zn. 8588-32/2012, v němž uvádí následující:

- výstavba plánované jaderné elektrárny podléhá povinnosti posouzení vlivů na ŽP
- na základě informací, které jsme obdrželi během předběžných konzultací, v souvislosti s plánovanou investiční stavbou ze strany Inspektorátu ochr. ŽP a ochr. přírody jižního Zadunají **nevznikly důvody k vyloučení**
- je nutno vypracovat studii vlivů na ŽP, a to podle Příloh 6. a 7. Nařízení vlády 314/2005 (XII.) a v souladu s podrobnými požadavky Inspektorátu ochr. ŽP a ochr. přírody jižního Zadunají
- části studie vlivů na ŽP podle jednotlivých odvětví musí vyhotovit daní odborníci se znaleckým oprávněním.

Inspektorátu ochr. ŽP a ochr. přírody jižního Zadunají upozornil na to, že předložené Stanovisko představuje vlastní názor, vůči kterému připomínky přizvaných orgánů veřejné správy se mohou lišit.

Mezinárodní řízení

Výstavba jaderné elektrárny spadá do působnosti Nařízení vlády 148/1999. (ze dne 13. 10.) o vyhlášení dohody ohledně posuzování vlivů na ŽP, překračujících státní hranice, podepsané v Espoo (Finsko) dne 26. 02. 1991, dále do působnosti

Směrnic 85/337 / EHS o posuzování vlivů některých veřejných a soukromých záměrů na životní prostředí, upravených směrnicemi Rady ES č. 97/11/ES, 2003/35/ES a 2009/31/ES.

Inspektorát ochr. ŽP a ochr. přírody jižního Zadunají za účelem zahájení mezinárodního řízení v Espoo, EKD a cizojazyčné verze dokumentace zaslal na Hlavní odbor ochrany ŽP Ministerstva pro rozvoj krajiny, které o řízení informovalo 30 zemí. Níže uvedená tabulka znázorňuje stanoviska jednotlivých zemí ohledně řízení:

Informovaný potenciální účastník	Účast	Prohlášení ohledně záměru být účasten	Připomínky
Rakousko	Ano	**chce být účasten**	připomínky zaslali
Belgie	n/a		
Bulharsko	n/a		
Kypr	Ne	nechce být účasten	
Česko	Ano	**chce být účasten**	připomínky zaslali
Dánsko	n/a		
Estonsko	Ne	nechce být účasten	
Finsko	n/a		
Francie	n/a		
Řecko	Ano	**chce být účasten**	připomínky zaslali
Nizozemsko	n/a		
Chorvatsko	Ano	**chce být účasten**	připomínky zaslali
Irsko	n/a		
Polsko	Ne	nechce být účasten	
Lotyšsko	n/a		
Litva	n/a		
Lucembursko	n/a		
Malta	Ano	**chce být účasten**	připomínky zaslali
Německo	Ano	**chce být účasten**	připomínky zaslali
Itálie	n/a		
Portugalsko	n/a		
Rumunsko	Ano	**chce být účasten**	připomínky zaslali
Španělsko	Ne	nechce být účasten	
Švýcarsko	n/a		
Švédsko	n/a		
Srbsko	n/a		
Slovensko	Ano	**chce být účasten**	připomínky zaslali
Slovinsko	Ano	**chce být účasten**	připomínky nezaslali
Spojené království	n/a		
Ukrajina	Ano	**chce být účasten**	připomínky nezaslali

Tabulka 2: Země oslovené během mezinárodního řízení

Z ostatních zemí přišlo cca. 15 tisíc dopisů, a otázky a připomínky v nich se týkaly 10 větších tematických okruhů:

	Tematické okruhy
1	Připomínky v souvislosti se strategií v oblasti energetiky
2	Připomínky ohledně vážných nehod a poruch
3	otázky ve vztahu k jaderné bezpečnosti
4	Připomínky v souvislosti s odpovědností škod působených jadernou energií
5	představení vlivů celého palivového cyklu na ŽP
6	Připomínky s ohledem na nakládání s radioaktivními odpady
7	Souběžný vliv dvou elektráren, resp. vliv nové elektrárny na starou
8	Připomínky ohledně obsahu posouzení vlivů na ŽP
9	Ekonomické úvahy
10	Připomínky k ostatním tematickým okruhům

Tabulka 3: Tematické okruhy otázek kladených během mezinárodního řízení

Odpovědi na jednotlivé tematické okruhy se nacházejí v kapitole mezinárodních záležitostí.

1.3.2 PAKS II. JADERNÁ ELEKTRÁRNA STUDIE VLIVU NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ (KHT)

Cílem zkoumání vlivu na životní prostředí, které má být provedeno před zřízením jaderné elektrárny Paks II, která má být vybudována v lokalitě Pakše, je identifikování a vyhodnocení vlivů technologie jaderné elektrárny na jednotlivé prvky a systémy životního prostředí, v závislosti na základním stavu a zatížení projektovaného území.

V případě, že zkoumání vlivu, provedené v tomto systému kritérií nezjistí namáhání a zatížení působící na kterýkoli z prvků, respektive systémů životního prostředí v míře přesahující míru stanovenou zákonnými předpisy, dále odborných znaleckých stanovisek, pak se zřízení a provozování plánovaného bloku s výkonem 2 x 1 200 MW - hlediska ochrany životního prostředí - může uskutečnit.

1.3.2.1 Zkoumání základního stavu

Jako základ pro zkoumání vlivu na životní prostředí, na zkoumaném území, vyznačeném na základě odhadovaných dotčených lokalit, počínaje 1. březnem 2012, na ploše plánovaného zřízení bloků jaderné elektrárny, dále na zkoumaných oblastech vyznačených na základě předběžně odhadovaných dotčených lokalit se prováděly zkoušky a analýzy vztahující se na níže uvedené tematické okruhy:

I. Popis provozovny

II. Charakter počasí

a) Meteorologie
b) Mikro a mezoklima v okolí provozovny

III. Zeměpisné prostředí, charakteristika podzemních a povrchových vod

a) Představení a charakteristika zeměpisného prostředí
b) Představení a charakteristika pozemních vod
c) Popis hydrologického charakteru provozovny
d) Stav Dunaje a ostatních povrchových vod
e) Stav koryta a břehů Dunaje

IV. Obecný popis radioaktivity životního prostředí

V. Průzkum zatížení hlukem a vibracemi

VI. Zkoumání kvality vzduchu

VII. Popis stavu biocenózy

a) Popis radiačního zatížení biocenózy
b) Provedení biomonitoringových zkoušek vzorové hodnoty

VIII. Popis stavu obyvatelstva

a) Určení radiačního zatížení obyvatelstva
b) Určení zdravotního stavu obyvatelstva v okolí provozovny

Měření, zkoušky, analýzy základního stavu, které odůvodnily studie vlivů na životní prostředí byly dokončeny v roce 2012, a tak je datum jejich ukončení 2012. Od nich se liší konečné datum údajů použitých pro meteorologické analýzy, to je 2010.

Rok 2012 byl mimořádně suchý. Výsledky biomonitoringových šetření odrážely extrémní sucho ve zkoumaném roce. V zájmu toho, aby stav fauny a flóry nebyl registrován pouze v takových extrémně suchých meteorologických podmínkách, bylo účelné provést biomonitoringové šetření také v roce 2013. Z těchto důvodů byla provedena měření vysokého stavu vody Dunaje také v roce 2013.

Ve všech těch případech, kdy byla prováděna šetření i následně, v roce 2013, nebo analýza byla provedena později (měření vysokého stavu vody v Dunaji, analýza údajů studní sledujících podzemní (spodní) vody), tam uvádíme datum ukončení podle jednotlivých oborů.

Oblasti šetření

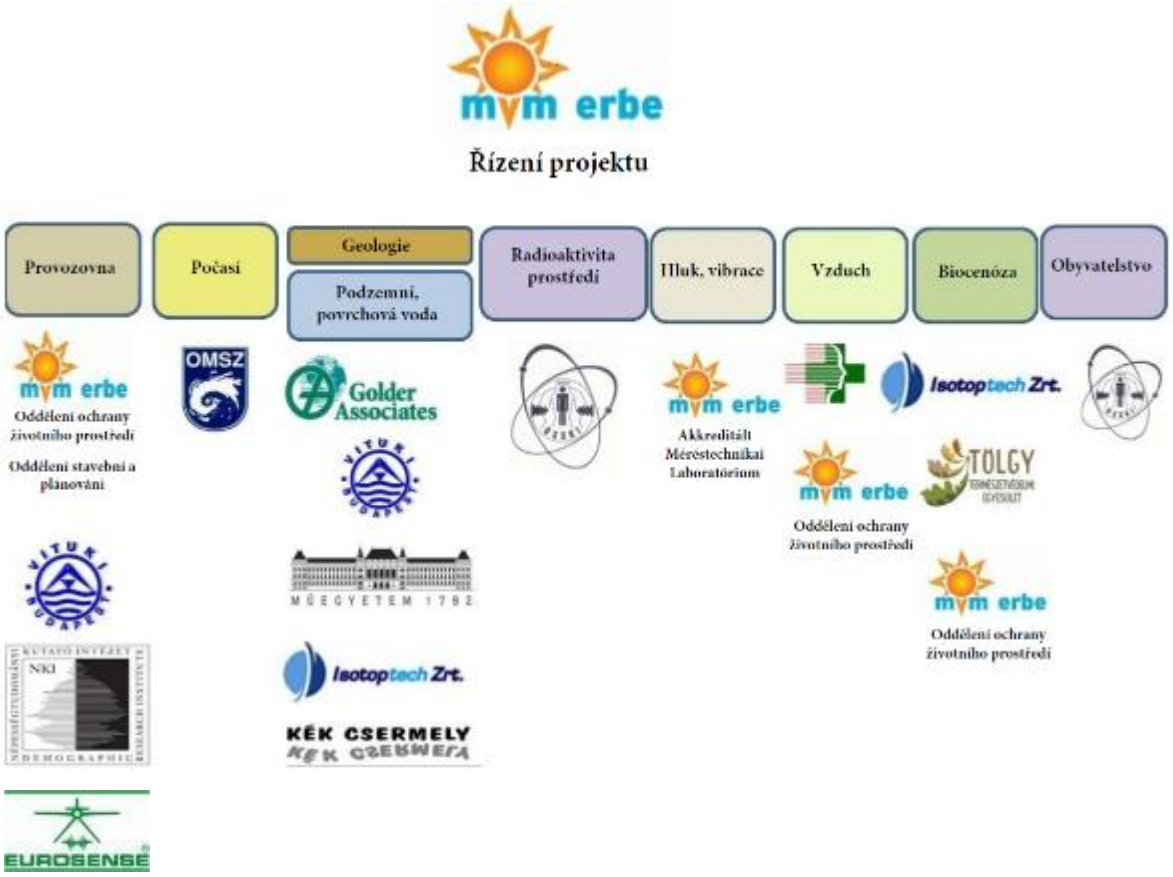
V průběhu zkoumání základního stavu, prováděného v letech 2012-2013, jsme jako oblast obecného zkoumání okolí provozovny zabrali plochu ohraničenou kruhem o poloměru 30 km, měřených od středobodu území, určeného jako místo pro zřízení nových bloků. Většina zkoušek jednotlivých oborů probíhala uvnitř této části území. Od toho se zásadně liší

zkoumané území Dunaje, v různých mírách jednotlivých tematických oblastí, v jednotlivých případech se zkoumal celý úsek Dunaje na území Maďarska.

Předpokládaná dotčená lokalita se dá očekávat v okruhu s poloměrem do 10 km, i podrobnější zkoušky probíhaly v rámci tohoto území. Na základě této úvahy se i zkoumání stavu území Natura 2000 mimo Dunaje provádělo na této části území.

Podrobné biomonitoringové zkoumání a zmapování vegetace jsem také prováděli na předpokládané přímo dotčené lokalitě, v kruhu s poloměrem 3 km. Měření stavu znečištění ovzduší trvající jeden rok se uskutečňovalo také v přímo dotčené lokalitě, s přizpůsobením k umístění bodů, které mají být chráněny. Také měření hluku a vibrací se provádělo na těchto územích. Na místě plánovaného zřízení a v jeho bezprostřední blízkosti probíhali terénní zkoušky za účelem určení charakteristických vlastností území, a charakterizace geologického media a podzemních vod.

Odborné organizace spolupracující při vypracování a provádění zkušebních a hodnotících programů zakládajících zkoumání vlivu na životní prostředí byly následující.



Projektvezetés	Řízení projektu
Telephely	Provozovna
Időjárás	Počasí
Földtan	Geologie
Felszín alatti, felszíni víz	Podzemní, povrchová voda
Környezeti radioaktivitás	Radioaktivita prostředí
Zaj, rezgés	Hluk, vibrace
Levegő	Vzduch
Élővilág	Biocenóza
Lakosság	Obyvatelstvo
Akkreditált Méréstechnikai Laboratórium	Akreditovaná laboratoř měřicí techniky

1.3.2.2 Systém technických podmínek a situační plán zřízení ke zkoumání vlivu na životní prostředí

Systém technických podmínek a situační plán zřízení, umožňující určení vlivu Jaderné elektrárny Pakš II na životní prostředí, s podrobnostmi přizpůsobujícími se této fázi plánování, vypracovala, respektive projektovala společnost MVMM ERBE Zrt. na základě předběžného poskytnutí údajů dodavatelů bloků, publikovaných údajích již stavěných elektráren, údajů veřejných databází, přednášek, respektive referenčních údajích již zrealizovaných bloků, když jako výchozí hodnoty vzali v úvahu hodnoty největších emisí způsobujících maximální zatížení životního prostředí, jakož i údaje již fungující Jaderné elektrárny Pakš.

Umístění budov a objektů na situačním plánu zřízení se uskutečnilo na základě technologických úvah, s přihlédnutím na již známá technologická zařízení, s nárokem na co možná největší plochu. Popis vlastností budov byl proveden s použitím údajů nacházejících se v poskytování dat dodavatelů, jakož i vycházejíc z konstrukce stávající jaderné elektrárny.

V souladu s uvedeným v EKD, jako způsob chlazení bylo podrobně analyzované chlazení s použitím čerstvé vody. V porovnání s tím, co bylo představeno v EKD se změnilo místo odběru vody z Dunaje, dále místo a způsob vpouštění chladicí vody do Dunaje.

Vrstvy vrtů provedených v uplynulých letech s cílem ochrany životního prostředí znamenaly výchozí údaje k určení technologie pro založení základů, odhad předpokládané hloubky základů byl proveden s přihlédnutím k těmto údajům. Všechny budovy a objekty umístěné na místě stavby musí být později nadimenzovány z hlediska protipožární ochrany a odolnosti proti zemětřesení, kromě toho v případě jednotlivých budov se musí zohlednit také jiné speciální dimenzující hlediska, stejně tak, jako dimenzování minimalizující účinky dopadu letadla, protiradiační, protihlukové a protiotřesové dimenzování, zřízení záchrany geologického prostředí a podzemní vody.

Dokumentace pro povolovací řízení, v níž bude provedeno také statické a stavební projektování budov a objektů, bude vypracováno se znalostí výsledků vrtů provedených v průběhu geologických průzkumů, respektive různých geologických zkoušek, jakož i výsledků konkrétních geomechanických analýz.

V pozdějších pracovních fázích jsou možné změny v uspořádání a rozměrech, kvůli úvahám v oblasti stavební konstrukce, odolnosti proti zemětřesení, protipožární ochrany, dále jiným, zatím neznámým úvahám dodavatele bloků.

Potřebné volumeny dodávek určíme na základě technických řešení a základních údajů, dále situačního plánu vyhotoveného k uskutečnění KHV (zkoumání vlivu na životní prostředí). Směr nastavení není zatím znám, konkrétní organizační plán pak bude vypracovaný v průběhu plánování skutečného provedení, směr nastavení, velikost, vlastnosti pohybu dodávek v rámci daného území se pak budou konkretizovat v této plánovací fázi. V průběhu KHV jsme připravili výpočty na všechny možné použitelné trasy, ve vztahu k zákonem předepsanému kruhu s poloměrem 25 km.

Průběh a okolnosti odstavení, opuštění, dále demontáže Pakš II. - s přihlédnutím k plánované minimálně 60 roční životnosti bloků - v současnosti není možné určit.

1.3.2.3 Zkoumání vlivu na životní prostředí (KHV) - Studie vlivu na životní prostředí (KHT)

Několika měsíční proces zkoumání vlivu na životní prostředí Jaderné elektrárny Pakš II. se uskutečnilo na základě systému technických podmínek a situačního plánu zřízení z března 2014.

Studie vlivu na životní prostředí (KHT), představující a sumarizující provedení zkoumání vlivu na životní prostředí Jaderné elektrárny Pakš II. zkoumala jednu ze změn, se kterými se počítalo v Předběžné konzultační dokumentaci (EKD), ruskou technologii pro jadernou elektrárnu zvolenou pro realizaci, jakož i její hlavní spoje, odběr chladicí vody a vypouštění oteplené teplé vody do Dunaje, dále blokového vedení, zajišťujícího vyvedení elektrické energie vyrobené v elektrárně, a to z hlediska posuzování významných vlivů na životní prostředí, s přihlédnutím také k obsahu vyjádření, vydaného k EKD.

Studie vlivu na životní prostředí neposuzovala ekonomické nebo finanční otázky související se zřízením plánovaných bloků.

Studie vlivu na životní prostředí Pakš II. posuzovala jaké procesy dopadů, vlivy způsobí z hlediska jednotlivých prvků a systémů životního prostředí faktory, pracovní procesy, projevující se v různých obdobích investice, jaké je jejich územní rozšíření, tedy dotčená lokalita.

Ke struktuře obsahu studie vlivu na životní prostředí poskytují základ všeobecné popisy nacházející se v přílohách 6. jakož i 7. vládního nařízení o zkoumání vlivu na životní prostředí a jednotném řízení povolení používání životního prostředí číslo 314/2005. (XII. 25.).

6. číslo - Všeobecné obsahové požadavky studie vlivu na životní prostředí
7. číslo - Určení dotčené lokality při vypracování studie vlivu na životní prostředí

Na základě provedení KHV a výsledků se sestavení KHT provádělo ve vztahu k parametrům způsobujícím největší zatížení jednotlivých prvků, respektive systémů životního prostředí - s přihlédnutím k danému základnímu stavu prostředí provozovny v Pakši.

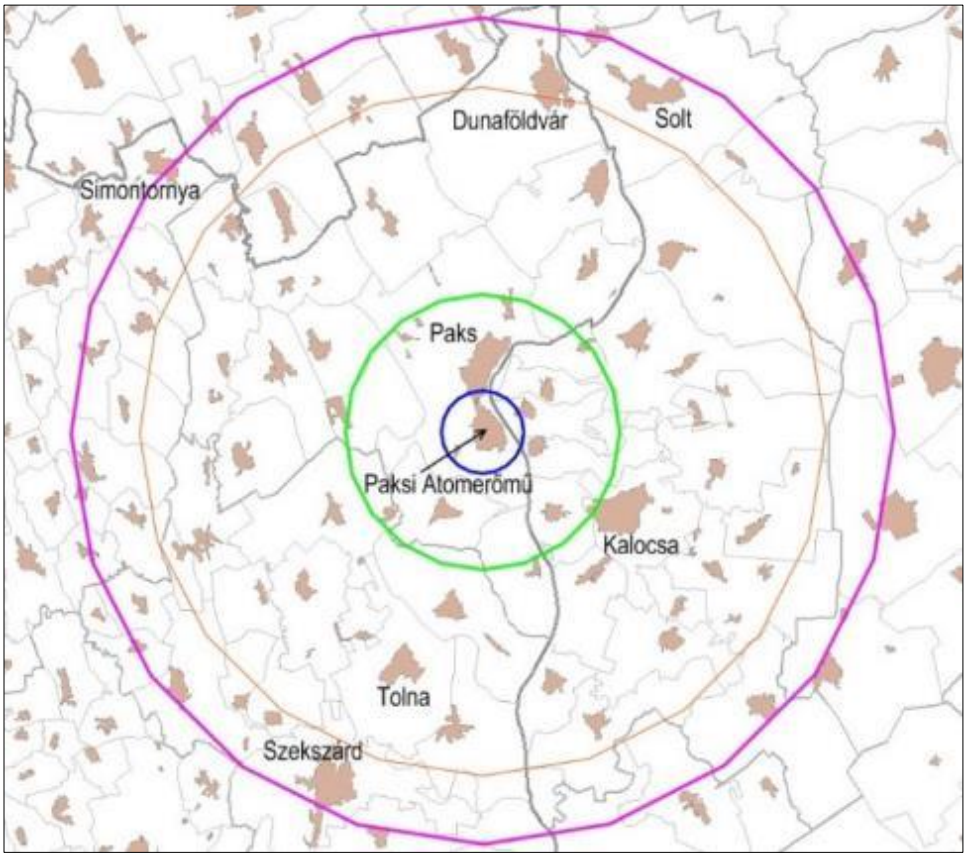
Studie vlivu na životní prostředí Pakš II. představuje, respektive zkoumá níže uvedené tematické okruhy:

- ❖ podrobný popis plánované investice v jaderné elektrárně, představení technologických základních údajů,
- ❖ představení vybraného území instalace, dále jeho přímého nebo vzdálenějšího okolí, místo činnosti a nároky na prostor, a představení situačního plánu instalace

- představení dříve zkoumaných zvažovaných variant
- uvedení, výpočet vlivů vyvíjených technologií jaderné elektrárny na jednotlivé prvky a systémy životního prostředí,
- ohraničení dotčených lokalit plánované investice,
- představené vlivů přesahujících státní hranice.

Na základě výše uvedených se Studie vlivů na životní prostředí Pakš II. dělí na níže uvedené hlavní kapitoly:

1 *Základní informace plánovaného rozvoje*
2 *Předpovědi a strategie související s plánovaným rozvojem*
3 *Obecné představení jaderné energetiky*
4 *Představení území plánované instalace*
5 *Možné způsoby chlazení kondenzátorů nových bloků jaderné elektrárny*
6 *Vlastnosti, základní údaje Jaderné elektrárny Paks II. , plánované na provozovnu v Pakši*
7 *Napojení se na maďarský elektrický energetický systém*
8 *Potenciální faktory vlivů a potencionální matrix vlivů*
9 *Společenské - ekonomické vlivy*
10 *Klimatická charakteristika 30 km okolí Pakše*
11 *Modelování morfologie koryta Dunaje a tepelného zatížení Dunaje*
12 *Zkoumání kvality vody Dunaje a ostatních povrchových vod pod Rámcové směrnice pro*
13 *Geologické prostředí a podzemní vody na území provozovny a v její bezprostřední*
14 *Geologické prostředí a podzemní vody v údolí Dunaje pod Pakš*
15 *Hluk a vibrace*
16 *Ovzduší okolí*
17 *Neradioaktivní odpad*
18 *Biocenóza, ekosystém*
19 *Radioaktivní odpady a kazety s vyhořelým palivem*
20 *Okolní radioaktivita - radiační zatížení obyvatelstva žijícího v okolí provozovny*
21 *Radiační zatížení biocenózy v okolí provozovny*
22 *Souhrnné matrici vlivů a shrnuté dotčené lokality*



modrý okruh: odhadovaná plocha přímých vlivů,
zelený okruh: odhadovaná plocha nepřímých vlivů
fialový okruh: oblast zkoumání všeobecného charakterizování,
oranžový okruh: oblast zkoumání vlivu dodávek - poloměr 25 km

Obr. 3: Různé oblasti zkoumané v KHV [2], [3]

1.3.3 MVM PAKS II. ZRT. INFORMAČNÍ ČINNOSTI

Společnost MVM Paks II. Atomerőmű Fejlesztő Zrt. zahájila sérií programů s názvem „Podnikání naší budoucnosti - Informační program pro podnikatele“ s cílem informovat malé, střední a velké podnikání i investici, o bezpečnostních očekáváních jaderného průmyslu, o speciálních technických výzvách, o navrhovaném procesu přípravy, potřebných povoleních a klasifikacích.

Zorganizoval informační schůzku se starosty dotčených obcí v oblasti, v zájmu informování obyvatelstva provozuje interaktivní informační kamion, jehož úkolem je jako mobilní návštěvní centrum obeznámit obyvatelé Maďarska s jadernu energií, s její důležitostí, bezpečném a šetrném používání z hlediska životního prostředí, důležitost úlohy, kterou v tuzemské výrobě energie plní. Informační materiály pro obyvatelstvo zabývající se detaily nové investice jakož i úkoly pro získání povolení, dále zkoumání provozovny byly vyrobené již v etapě přípravy projektu, a dostaly se do všech domácností v okolí. Výrobu takových informačních materiálů plánujeme i v dalších etapách zřizování.

Pro zájemce jsme podrobně představili plánovanou investici v rámci programu s názvem „ Jak se připravuje Pakš II. ? Fórum o udržení kapacity jaderné elektrárny“, uskutečněného na Technické a ekonomické univerzitě v Budapešti a na mnoha dalších akcích, vědeckých fórech.

Pravidelně informujeme o probíhajících pracích také na mezinárodních fórech, jeden z nejdůležitějších takových akcí je rakousko-maďarské bilaterární fórum jaderných úřadů, které se pořádá každý rok.

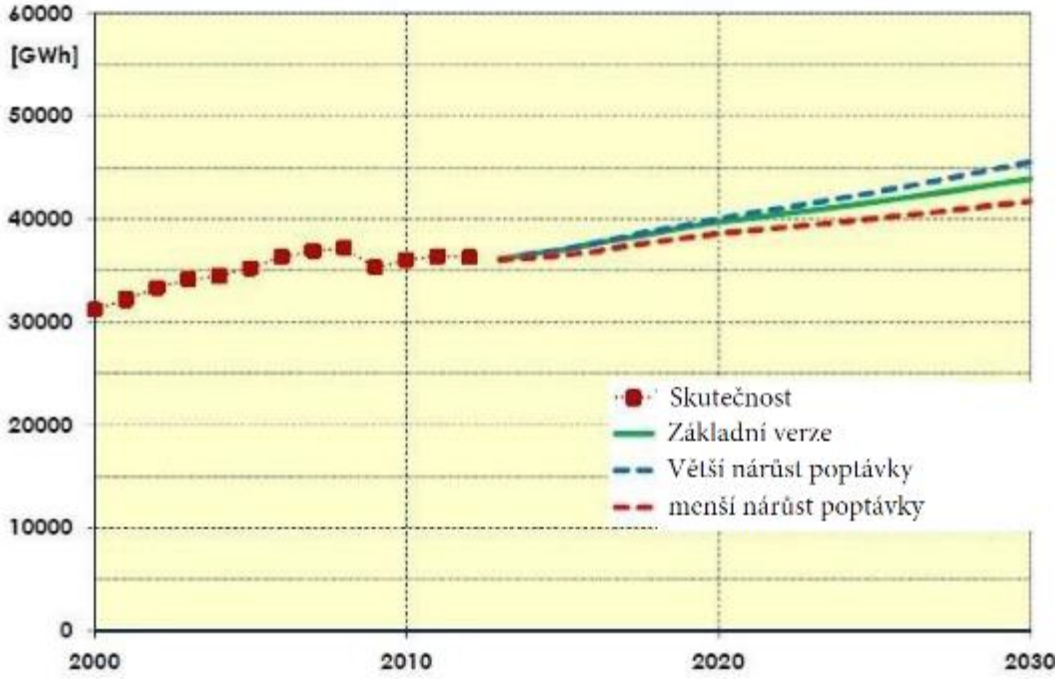
2 PŘEDPOVĚĎ SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIE V MAĎARSKU

Předpověď dlouhodobého vývoje energetického systému v Maďarsku je jedním z důležitých, trvalých úkolů společnosti Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zártkörűen Működő Részvénytársaság (MAVIR Zrt.) řídící celý systém. Ten, kdo řídí systém, musí vyhodnotit očekávaný objem spotřeby elektrické energie, přičemž je povinen sledovat změnu energetické bilance, výkonnost elektrárny, veřejné elektrické sítě a spotřeby.

2.1 PŘEDPOVĚĎ TUZEMSKÉ POPTÁVKY ELEKTRICKÉ ENERGIE DO ROKU 2030

Předpověď poptávky ze strany spotřebitelů a představení středně a dlouhodobého vývoje výkonnosti tuzemského energetického systému od roku 2012 je samostatná studie, která se zakládá na zkoumání údajů spotřeby elektrické energie a zatěžování systému v uplynulých letech, jakož i na předpovědi ekonomického růstu ekonomického výzkumného ústavu. Krátkodobá předpověď, vztahující se na období do roku 2018 je postavena na krátko a střednědobé předpovědi MAVIR, a období do roku 2030 se zakládá na dokumentu Národní energetická strategie 2030.

Zkoumání předpovědi MAVIR vypracované v roce 2013 na období do roku 2030 obsahuje 3 scénáře, což názorně ukazuje níže uvedený obrázek.



Obr. 4: Očekávaný vývoj netto spotřeby elektrické energie do roku 2030 [2-1]

Tény	Skutečnost
Alapváltozat	Základní verze
Nagyobb igénynövekedés	Větší nárůst poptávky
Kisebb igénynövekedés	menší nárůst poptávky

Základní verze, která je v souladu se strategickými cíli (na obrázku vyznačena zelenou barvou) počítá na období po roce 2014 průměrným nárůstem netto spotřeby elektrické energie ve výši 1,5 % / rok, pak po roce 2020 se toto tempo v malé míře spomalý. Vedle základní verze se jako alternativa uvádí **verze s vyšším nárůstem poptávky** (označené modrou barvou), která v období mezi lety 2014 a 2020 předpovídá tempo nárůstu 1,4 - 1,7 %/ rok, což se do roku 2030 zmírní na 1,4 % / rok. V porovnání se základní verzí **verze s nižším nárůstem poptávky** (označené červenou barvou) zohledňuje nárůst poptávky mezi lety 2014 až 2020 ve výši 1 % / rok, potom do roku 2030 snižující se na 0,8% / rok.

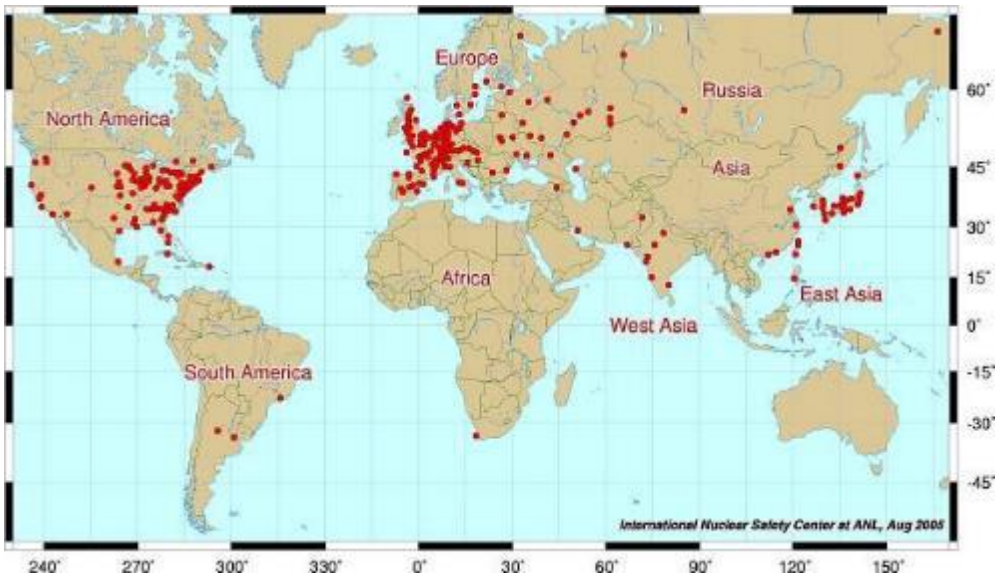
Očekávaná hodnota netto spotřeby elektrické energie (podle základní verze) na rok 2020 je asi 40 TWh, a na rok 2030 to může dosáhnout asi 44 TWh.

Celková spotřeba elektrické energie (obsahujíc vlastní spotřebu tuzemských elektráren a ztráty na síti) může v roce 2020 dosáhnout 47,6 TWh, a do roku 2030 - podle základní verze - až 54,7 TWh.

3 OBECNÉ PŘEDSTAVENÍ JADERNÉ ENERGETIKY

3.1 VÝROBA JADERNÉ ELEKTRICKÉ ENERGIE VE SVĚTĚ

Výroba elektrické energie světa byla v roce 2012 celkem 22 668 TWh, z čehož jaderná výroba činila 2 461 TWh, tedy 10,9 % celkového objemu vyrobené elektrické energie pocházela z jaderných elektráren (Zdroj: IEA: Key World Energy Statistics 2014). Jaderné elektrárny hrají významnější úlohu v systému elektrické energie zpravidla v zemích na vyšší vývojové úrovni, tedy koncentrují se v Evropě, Severní Americe a Japonsku.



Obr. 5: Rozmístění jaderních elektráren nacházejících se ve světě [4]

Obr. 6: Rozmístění jaderních elektráren nacházejících se v Evropě [5]

Většina ze 434 ks bloků jaderných elektráren pracujících v současnosti (62,2 %) patří mezi tlakovodní jaderné elektrárny (PWR). I v průběhu výstavby je možné pozorovat dominanci tlakovodních reaktorů (82,6%).

3.2 OBECNÉ PŘEDSTAVENÍ BLOKŮ FUNGUJÍCÍCH S TLAKOVODNÍMI REAKTORY (PWR)

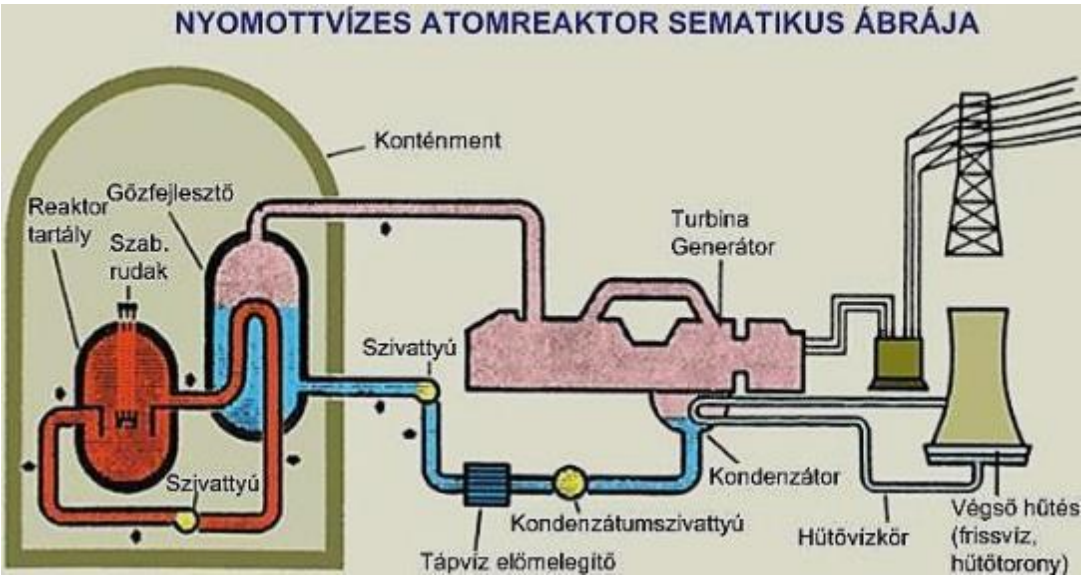
3.2.1 PROCES VÝROBY ELEKTRICKÉ ENERGIE V BLOCÍCH FUNGUJÍCÍCH S PWR REAKTORY

Základem výroby elektrické energie v jaderné elektrárně je regulovaná a sebezachovávající řetězová reakce založená na štěpení jádra. Uvolňující se energie je velmi velká: uvolňující se energie jediného gramu U_{235} odpovídá energii získané spálením asi 3 tun uhlí dobré kvality. Tato vznikající energie zvyšuje trvale teplotu pastilek provozní hmoty, a tak k trvalé a udržitelné výrobě energie je nutné odvézt tuto teplotu. Na odvádění tepla slouží chladicí medium, které je v případě PWR lehká voda (H_2O). Odvedenou tepelnou energii využijí na výrobu elektrické energie.

Tlakovodní jaderné elektrárny sestávají z dvou okruhů, z primárního a sekundárního okruhu.

Součástí **primárního** okruhu je tlakovodní reaktor s chlazením lehkou vodou a moderováním, cirkulační smyčka (hlavní okruh vody), hlavní cirkulační čerpadla, trubky předávající teplo parogenerátorů a kompenzátor objemu. Nádrž reaktoru je tlaková nádrž válcového tvaru, jejíž dno má tvaru polokoule, opatřená odmontovatelným víkem, která obsahuje aktivní zónu. Kromě toho patří k parogenerátoru, tedy k reaktoru, také mnoho technologických pomocných systémů, které plní bezpečnostní úlohy, zlepšují efektivnost elektrárny, průběžně pročišťují vodní okruhy. Hlavní okruh přijímá teplo uvolňující se v aktivní zóně reaktoru, odvádí ho a v parogenerátorech ho předává sekundárnímu okruhu. Hlavní funkcí parogenerátoru je, aby využitím tepla generovaného v reaktoru, dopravené tepelným nosičem primárního okruhu vyrobil páru s parametry vhodnými k pohánění turbín. Toto zařízení je válcovitá nádrž s vodorovným nebo svislým uspořádáním, umístěná v hermeticky uzavřeném prostoru, v kontejneru, s výměníkovými trubkami a zabudovaným separátorem-oddělovačem páry.

Části **sekundárního** okruhu jsou v zásadě strana parogenerátoru se zásobováním vody, hlavní parní systém, tlakové prvky turbíny s velkým a malým tlakem, kondenzátor a zásobování vodou. Úkolem sekundárního okruhu je transformace energie páry vyrobené v parogenerátorech na otáčivý pohyb, což zajistí pohánění generátoru. „Unavenou“ páru, která vykonala práci, v kondenzátoru opět transformují na vodu (kondenzují) použitím tepelné jímky, která je v závislosti na možnostech provozovny mořská voda, tekoucí voda nebo v případě chladicí věže vzduch.



Nyomottvizes atomreaktor sematikus ábrája	*Schematický nákres tlakovodního reaktoru atomové elektrárny*
Reaktortartály	*Nádrž reaktoru*
Gőzfejlesztő	*Parogenerátor*
Szab. rudak	*Vol. tyče*
Konténment	*Kontejnment*
Szivattyú	*Čerpadlo*
Turbina generátor	*Generátor turbíny*
Kondenzátumszivattyú	*Čerpadlo kondenzátu*
Tápvíz előmelegítő	*Předehřívání vody*
Hűtővízkör	*Okruh chladicí vody*
Végső hűtés (frissvíz, hűtőtorony)	*Koncové chlazení (čerstvá voda, chladicí věž)*

Obr. 7: Obecná, schematická konstrukce PWR reaktorů [6]

3.2.1.1 Provozní látka (pohonné hmoty)

Jaderná provozní látka je umístěna v takzvané aktivní zóně.

Uran vyskytující se v přírodě tvoří zpravidla dva izotopy, U_{235} štěpící se účinkem nízkoenergetických (tzv. termické) neutronů (v přírodním uranu se tento izotop vyskytuje v 0,72 %), respektive U_{238} izotop, štěpící se účinkem vysoce

energetických | (tzv. rychlý) neutronů (jejich poměr v přírodním uranu je 99,275 %). Samozachovací řetězovou reakci nelze vytvořit v reaktoru s provozní hmotou čistě z U_{238} provozní hmoty.

PWR bloky zpravidla zužitkovávají provozní hmotu na základě obohaceného uranu (UO_2), což je typ používaný v Jaderné elektrárně Pakš i současné době. Její výroba se provádí zpracováním a obohacováním surového uranu.

3.2.2 SPECIFICKÁ ZAŘÍZENÍ BLOKŮ TYPU PWR

3.2.2.1 Zařízení hlavní budovy

JADERNÝ OSTROV

Kontejnment: V zájmu bezpečnosti provozu jsou systémy primárního okruhu (např. u typů EPR-1600 a VVER-1200) zpravidla umístěny v kontejnmentu s dvojitým pláštěm. Úkolem vnitřního kontejnmentu je zadržení radioaktivních látek uvolňujících se v průběhu provozní poruchy zohledněné při projektování, dále odvádění uvolňujícího se tepla.

Vnitřní kontejnment je obklopen venkovní stínící železobetonovou budovou, která zajišťuje zvýšenou ochranu proti vnějším vlivům (např. : zemětřesení vysoké stupnice, dopad letadla, povodeň).

Budovy bezpečnostních systémů kvůli několikanásobné redudanci jev jaderných elektrárnách více bezpečnostních systémů (např. : pásmový chladič při poruše), odpovídající fungování jediného, z nichž je dostačující pro zvládnutí provozní poruchy. Z důvodu správného prostorového rozdělení se tyto obvykle umísťují v samostatně stojících budovách, částech budov.

Pomocná budova: nachází se tady pomocné systémy náležící k primárnímu okruhu.

Zařízení jaderné údržby: Práce údržby spojené s primárním okruhem, dále zařízení sloužící k provedení dekontaminace.

Budova pro manipulaci s odpadem*:* zde se provádí manipulace s tekutým a pevným radioaktivním odpadem vzniklým při provozu bloků.

Budova provozní hmoty: slouží k manipulaci s čerstvým a vyhořelým jaderným palivem.

OSTROV TURBÍNY

Strojovna turbíny: Ve strojovně turbíny se nachází zařízení sekundárního okruhu, které transformují teplo převedené parogenerátorem z primárního okruhu na mechanickou a poté na elektrickou energii, respektive páru vystupující z turbíny zkondenzují a pak ji vrátí do parogenerátoru.

Provoz na ošetření vody: slouží k výrobě vody na doplňování vyžadované primárním a sekundárním okruhem, v odpovídající kvalitě a množství.

Elektrická rozvodna: *Budova zajišťující umístění elektrických rozvodů, zařízení řídicí techniky a telekomunikačních prostředků.*

Prostor pro transformátory: *Slouží k venkovnímu umístění blokových transformátorů a ostatních elektrárenských transformátorů.*

3.2.2.2 Související zařízení

- ✓ *Dočasné úložiště vyhořelých kazet*: slouží k přechodnému uložení vyhořelého paliva vzniklého v průběhu provozování jaderné elektrárny (předcházející případnému dalšímu zpracování nebo definitivnímu uložení bez zpracování).
- ✓ *Dieselové generátory*: dieselové generátory, zajišťující elektrické napájení střídavým proudem v případě provozní poruchy (z důvodu odpovídajícího fyzického rozdělení nachází se v samostatné budově).
- ✓ *Zdravotnické zařízení:* zařízení, v němž se nachází zdravotnické centrum, vstupní systém primárního okruhu, dále kanceláře potřebné k výkonu prací primárního okruhu.
- ✓ *Čerpací stanice:* poskytuje průmyslovou vodu potřebnou pro jadernu elektrárnu. Největší podíl vody čerpané z Dunaje tvoří chladicí voda kondenzátoru.
- ✓ *Sklad chemikálií*: budova, v níž jsou uloženy chemikálie potřebné v průběhu provozu.

- ✓ *Skladová budova průmyslových plynů*: budova, v níž jsou uležené plyny potřebné v průběhu provozu.
- ✓ *Zařízení údržby:* Zařízení sloužící k provádění práce údržby spojené se sekundárním okruhem.
- ✓ *Zařízení protipožární ochrany*: zahrnuje budovy detašovaných hasičů umístěných na území elektrárny, jakož i voda na hašení požáru a protipožární systém.
- ✓ *Rozvodová stanice*: zajišťuje dodávku elektrické energie vyrobené generátory do celostátní sítě.
- ✓ *Úložiště odpadu: slouží k uložení neradioaktivního odpadu vzniklého v jaderné elektrárně.*
- ✓ Úkryty: zajišťuje ochranu personálu účastnícího se provozování a odstranění rizik v mimořádných případech .
- ✓ *Chráněný řídicí bod* (s rezervou) : jeho určením je v případě stavu nouze zajistit podmínky pro výkon práce osobám řídícím likvidaci, jakož i ochranu personálu zapojeného do odstranění havárie.
- ✓ *Systém monitoringu prostředí:* zahrnuje systém odebírání vzorků a měření.
- ✓ *Infrastruktury:* patří sem přístupové cesty vedoucí k elektrárně, železniční koleje, vedení sloužící k zásobování elektrárny pitnou vodou a zajišťující potřeby v souvislosti s odpadní vodou, atd,
- ✓ *Systémy fyzické ochrany: budovy vrátnice, systémy vstupu, oplocení, atd.*

4 JADERNÁ BEZPEČNOST

V průběhu projektování, výstavby a provozování nových elektrárenských bloků je prvořadé, všemu předcházející hledisko, vytvoření jaderné bezpečnosti.

4.1 ZÁSADY JADERNÉ BEZPEČNOSTI

Jaderná bezpečnost je klíčovou otázkou posuzování jaderné energetiky. Jaderné reaktory musí splňovat tři zásadní bezpečnostní podmínky:

I. Za každých okolností musí zajistit, aby se v případě anomálie, zastavila jaderná řetězová reakce probíhající v reaktoru.
II. V případě zastavené řetězové reakce musí zajistit trvalé a bezpečné ochlazování palivových článků.
III. Musí se zabránit tomu, aby se do okolí dostalo více radioaktivní látky, než je povolené.

Vytvoření bezpečnosti jaderné elektrárny slouží aplikace hloubkové ochrany, která klade důraz na prevenci, zabránění vzniku provozních poruch.

Zásady hloubkové ochrany a požadavky pěti úrovní vypracovala Mezinárodní agentura pro jadernu bezpečnost. Ve vlastních předpisech se Mezinárodní úřady pro jadernou bezpečnost snaží tyto zásady uplatnit v co možná největší míře. Použití hloubkové ochrany se v každém zařízení uskuteční s přihlédnutím na místní speciality.

Základním cílem hloubkové ochrany je:

- ❖ prevence vzniku havárií klasickým plánováním,
- ❖ prevence odchylky od normálního způsobu provozování průběžným monitoringem,
- ❖ v případě odchylky od normálního způsobu provozování zabránění zhoršení, zmírnění následků, zabudovanými ochrannými prostředky,
- ❖ v případě, že nastane událost přesahující základní plánování, musí být odpovídající prostředky a stanovené opatření pro zmírnění následků.

Bezpečnost jaderné elektrárny garantuje komplexní systém řešení v plánování, jakož i předpisy týkající se provozování.

Hloubková ochrana uspořádá události, zařízení a postupy bezpečnostního typu do pěti na sebe navazujících úrovní. Nejhlavnějším cílem použití každé úrovně je, aby se zabránilo dosažení další úrovně.

Úroveň	Cíl	Realizace
I. Úroveň	Zabránění odchylky od normálního provozního stavu.	Konzervativní plánování dobré kvality.
II. Úroveň	Zjištění nenormálního stavu a zabránění nenormálního fungování	Správné fungování kontrolních a regulačních systémů
III.	Řešení nehod, které tvoří základ plánování	Bezpečnostní systémy a postupy
IV. Úroveň	Řešení závažných havárií, zmírnění závažnosti, zmírnění možných následků	Doplňující prostředky, měření, opatření, příručky pro řešení havárií
V. Úroveň	Zmírnění následků radioaktivních emisí mimo zařízení	Plány opatření pro prevenci havárií

Tabulka 4: Pět na sebe navazující úrovně hloubkové ochrany

- I. úroveň se vztahuje na plánování, elektrárna musí být naplánována konzervativně, s provozními a bezpečnostními rezervami, a takovými řešeními, které omezí možnost lidského selhání na minimum (automatizace, přehledné ovládání). Musí se určit všechny vnější události, při kterých zůstane jaderná elektrárna funkční (zemětřesení, extrémní počasí, atd.).
- Pro II. úroveň je charakteristické, aby byly zajištěny ty prostředky a postupy, díky kterým je možné jadernou elektrárnu udržet v rámci plánovaného provozování, aby nenastalo překročení bezpečnostních omezení. Patří sem trvalá měření (tlak, teplota, provoz, atd.), periodické testy a zkoušky, údržba a kontrola stavů.
- K II. úrovni patří ty systémy a opatření, které v případě havárií předpokládaných v průběhu plánování (plánované havárie) garantují plnění bezpečnostních funkcí. Ani při nejpozornějším plánování, realizaci a provozování nelze vyloučit možnost poruch (např. : závada na materiálu, přírodní katastrofy). Znamená to zastavení řetězové reakce, zajištění chlazení paliva, udržení emise radioaktivních látek pod povolenou hranicí a bezpečnostní systémy musí být připraveny na jejich řešení.
- IV. úroveň předpokládá takovou málo pravděpodobnou událost, která přesahuje plánované havárie. Při této události bezpečnostní systémy již nejsou schopny zastat své úkoly v plné míře, a může nastat rozpuštění zóny, respektive vypouštění radioaktivních látek. Navzdory malé pravděpodobnosti, závažnost následků odůvodňuje to, aby elektrárna disponovala takovým prostředky, které by průběh takové události zpomalily, jejich následky zmírnily a poskytnou čas pro uplatnění ostatních opatření (např. : dovoz dodatečných prostředků na místo, ukrytí nebo evakuace obyvatelstva).
- V. stupeň vstupuje v platnost tehdy, když už došlo k překroční prvních čtyř úrovní. Znamená to, že se do prostředí dostalo značné množství radioaktivní látky, což už má za následek úřední opatření pro nouzový stav, vypracovaný pro tyto účely.

ZÁSADY PLÁNOVÁNÍ

- Hlediska volby provozovny
- Posouzení potencionálních rizik provozování
- Stanovení základu plánování, analýza událostí Zásadní požadavky:
  - *Možnost uvedení do Subkritického stavu*
  - *Odvod remanentní teploty*
  - *Udržení radioaktivní emise pod hraniční hodnotou*
- Pravděpodobnost havárií nad plánování musí být malá
- Radiační zatížení musí být na rozumně dosažitelné nejnižší úrovni

SYSTÉM INŽENÝRSKÝCH ZÁBRAN

Pro blokování rozšíření radioaktivního znečištění do okolí, respektive jejich snížení slouží ***systém inženýrských zábran.*** Zábrany po sobě následující slouží k zabránění dalšího číření radioaktivních látek, které se případně dostaly přes preventivní zábrany. Čtyři fyzické zábrany:

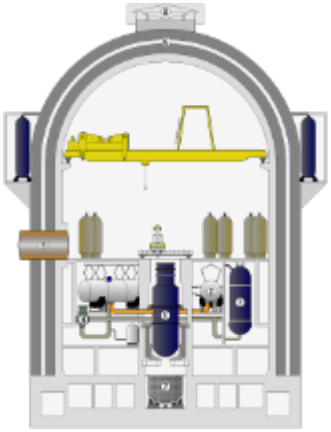
1. palivový matrix (UO_2),
2. obal paliva (hermeticky uzavřený obal paliva),
3. hranice talku primárního okruhu (nádrž reaktoru a jiné systémy primárního okruhu),
4. bezpečnostní plášť, tzv. kontejnment (hermeticky uzavřený, s dvojitou stěnou).

palivový matrix (UO2)	obal paliva (hermeticky uzavřený obal paliva),	hranice talku primárního okruhu (nádrž reaktoru a jiné systémy primárního okruhu)	Kontejnment

Obr. 8: Inženýrské zábrany u bloků jaderné elektrárny [7]

KONTEJNMENTS DVOJITÝM PLÁŠTĚM

Kontejnment je významnou částí hloubkové ochrany, jelikož je to poslední zábrana mezi jaderným materiálem uvnitř vnitřního prostoru jaderné elektrárny a okolním prostředím.



Obr. 9: Průřez kontejnmentu s dvojitým pláštěm [7]

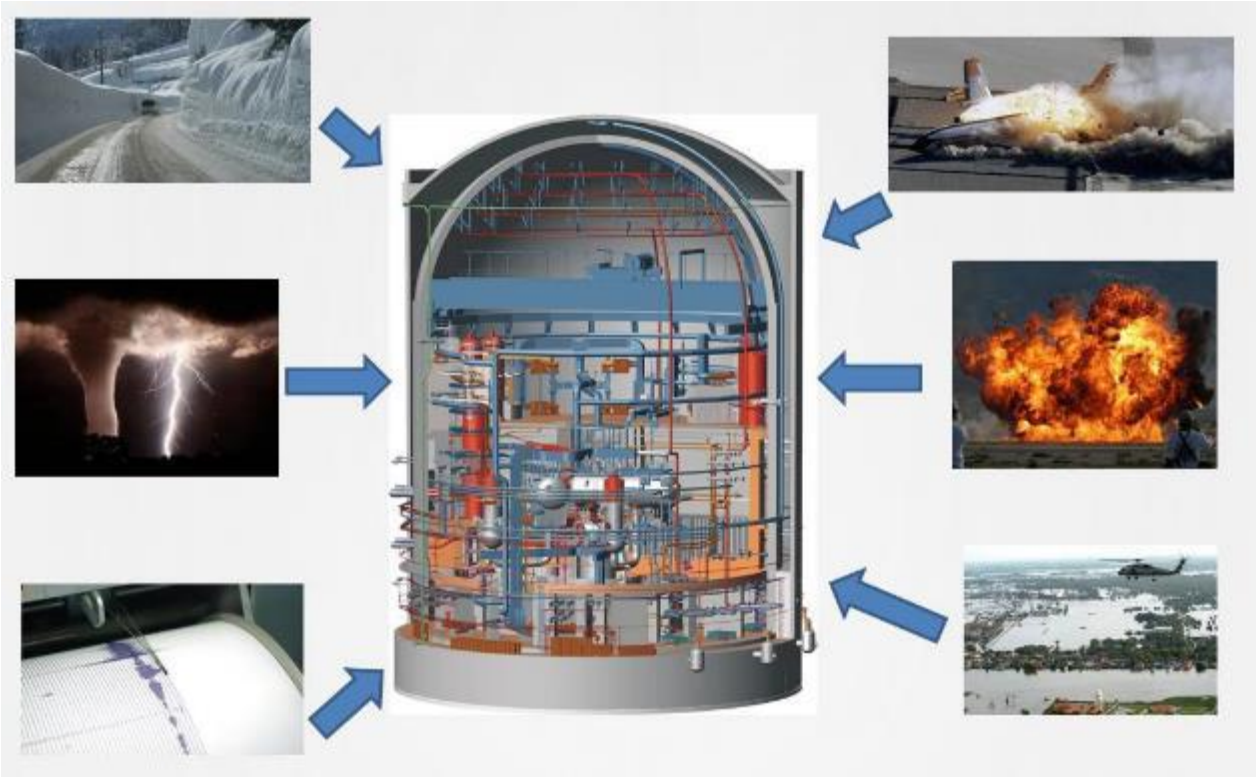
Trvalé a bezpečné chlazení paliva nacházejícího se v reaktoru musí být zajištěné za všech okolností. V případě případného prasknutí trubky se o chlazení postará chladicí systém pro případ havárie, a to pasivním nebo aktivním způsobem. V případě poklesu tlaku dodává do reaktoru vodu pasivní chladicí systém, což zajistí chlazení do spuštění čerpadel. Aktivní havarijní chladicí systém se skládá z části vysokotlakové a z části nízkotlakové, pro doplnění odpařující se vody se skladuje velké množství chladicí vody v mnoha velkoobjemových nádržích.

K fungování většiny bezpečnostních systémů je potřebná elektrická energie. Tyto systémy musí zůstat provozuschopné i v případě přerušení dodávky elektrické energie. K tomu slouží havarijní dieselové generátory, které se v případě potřeby automaticky nastartují a zajistí dodávku elektrické energie pro spotřebiče důležité z hlediska bezpečnosti jaderné elektrárny.

Jedna z rozšířených konstrukcí pro případ případného roztání zóny v průběhu těžké havárie je použití „lapače aktivní zóny“, když se protavení betonu pod nádrží reaktoru zabrání tak, že na dně nádrže vytvoří místnosti napomáhající rozprostření taveniny, anebo pod nádržemi umístí takový materiál, přes který se tavenina nedostane dál.

Zesílení kontejnmentu, dlouhodobé udržení integrity konstrukce má prvořadou důležitost. Celistvost kontejnmentu chrání také postupy vypracované pro případ plynného vodíku - při smíchání se vzduchem kontejnmentu, po dosažení určité koncentrace je výbušný. V pasívním procesu se vodík, který se dostane do vzdušného prostoru, průběžně proměňuje katalitickými rekombinátory na vodní páru, a v aktivním procesu používají „zapalovače vodíku“, které vodík nashromážděný v kontejnmentu ještě před dosažením nebezpečné koncentrace úmyslně zapalují, zajišťujíc tak to, aby se nikde nedosáhlo nebezpečné koncentrace.

Dnes platné předpisy v každé zemi vyžadují, aby kontejnment odolá také dopadu dopravního letadla.



Obr. 10: Vnější kontejnment poskytuje ochranu před vnějšími vlivy [7]

Nejdůležitější garancí bezpečnosti jaderné elektrárny je tzv. ***vnitřní bezpečnost.*** V určitých havarijních situacích se v reaktorech fungují takové vnitřní fyzické, teplotechnické procesy a zábrany, které brzdí, a nakonec zastaví nepříznivý vývoj. Tato vnitřní bezpečnost se **nezávisle na provozuschopnosti bezpečnostních, ochranných prostředků vždy uplatní.** Tato vlastnost reaktoru je charakteristická pro určité typy. Mezi tyto typy patří tlakovodní reaktory, které jsou v dnešní době ve světě nejrozšířenější. Také reaktory Jaderné elektrárny Pakš, s typovým označením VVER-440, patří mezi tyto typy reaktorů. (Druhý typ, vyvinutý a postavený v bývalém Sovětském svazu, je typ RBMK, nedisponuje všemi podmínkami vnitřní (inherentní) bezpečnosti. Reaktory Černobylské jaderné elektrárny, kde 26. dubna 1986 nastala havárie, byly také tohoto typu. Bylo prokázáno, že jedním ze zásadních důvodů havárie byla absence vnitřní (inherentní) bezpečnosti. Proto můžeme říct, že z katastrofy v Černobylské jaderné elektrárně nemůžeme odvozovat absenci bezpečnosti v případě ostatních typů reaktorů. Kvůli absenci inherentní bezpečnosti, z důvodu bezpečnosti provozování reaktorů, zrušili skoro na celém světe používání typu reaktorů podobných těm v Černobylu.)

Druhou důležitou garancí bezpečnosti jaderné elektrárny je používání tzv. ***vnějších bezpečnostních prostředků,*** které vedle bezpečnosti chrání také před vznikem, respektive dalším rozvojem různých havarijních situací. V rámci těchto vnějších bezpečnostních prostředků dostávají čím dál větší úlohu tzv, ***pasivní ochranné systémy***, které fungují nezávisle na externím napájení elektrickou energií.

Výsledkem výše uvedených je, že už se mohou stavět taková jaderné elektrárny, u nichž je pravděpodobnost vážných havárií, působících také na životní prostředí, je menší, než 10^{-6} / reaktorový rok[2].

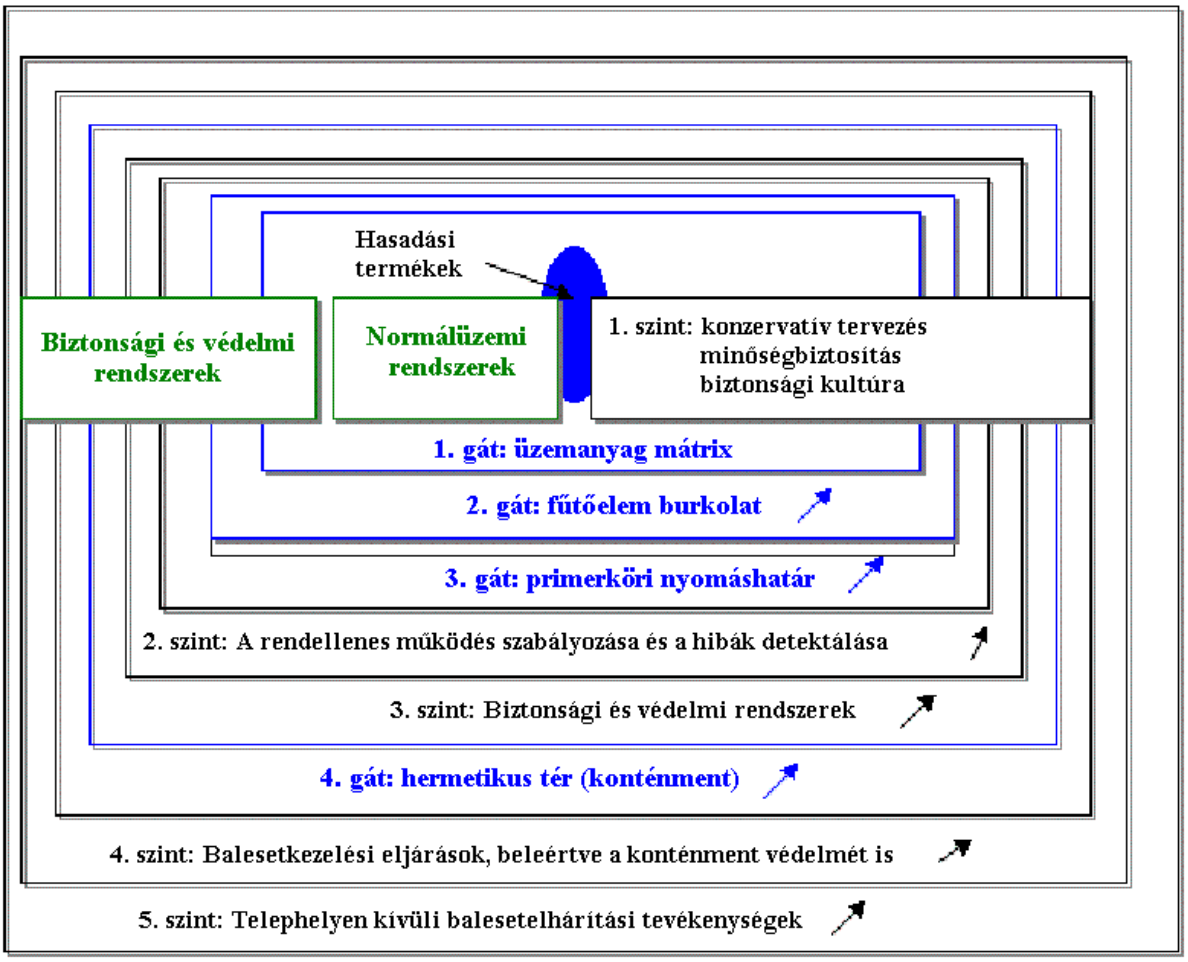
Pravděpodobnost realizace potencionálního nebezpečí se musí udržovat na tak nízké úrovni, jak je to jen možné, na základě zásady ALARA (As Low as Reasonably Achievable) se musí garantovat rozumně uskutečnitelná bezpečnost.

[2] Roční provoz jednoho (ks) reaktoru odpovídá jednomu reaktorovému roku, tedy roční fungování přibližně 440 ks jinde již fungujících reaktorů znamená 440 reaktorových let za jeden kalendářní rok.

Zásadním cílem hloubkové ochrany je, aby při nastalých vnitřních a vnějších událostí udržela integritu fyzických zábran pomocí automaticky nebo ručně ovládaných bezpečnostních a ochranných systémů.

HIERARCHIE BEZPEČNOSTNÍCH A OCHRANNÝCH SYSTÉMŮ

Pět úrovní hloubkové ochrany, platných na nové bloky, čtyři fyzické zábrany dále vztah automatických a ručních zásahů zobrazuje níže uvedený obrázek.



Hasadási termékek	Produkty štěpení
Biztonsági és védelmi rendszerek	Bezpečnostní a ochranné systémy
Normális üzemrendszer	Normální systém provozu
1. szint: konzeratív tervezés, minségbiztosítás, biztonsági kultúra	1. úroveň: konzervativní plánování, řízení jakosti, kultura bezpečnosti
1. gát: üzemanyag mátrix	1. zábrana: palivový matrix
2. gát: főtőelem burkolat	2. zábrana: plášť palivové kazety
3. gát primerköri nyomáshatár	3. zábrana: hranice tlaku primárního okruhu
2. szint: rendellenes működés szabályozása és hibák detektálása	2. úrveň: regulace nesprávného fungování a detekce závad
3. szint: biztonsági és védelmi rendszerek	3. úroveň: bezpečnostní a ochranné systémy
4. gát: hermetikus tér (konténement)	4. zábrana: hermeticky uzavřený prostor (kontejnment)
4. szint: Balesetkezelési eljárások, beleértve a konténment védelmet is	4. úroveň: Postupy pro řešení havárií, vč. ochrany kontejnmentu
5. szint: telephelyen kívüli balesetelhárítási tevékenységek	5. úroveň: činnosti na odstranění havárií mimo provozovnu

Obr. 11: Hierarchie hrází, hloubkových ochranných systémů a zákroků [8]

V případě nových bloků, už jako součást základu plánování řeší takové nehody, které jsou u dnešních reaktorů řazené do kategorie

„nehody nad plánované“ (takové jsou například vícenásobné poruchy). Z tohoto důvodu se obsah zařazení do „nehod nad plánované“ liší u již fungujících a nových reaktorů. U dnešních reaktorů je hloubková ochrana ta jaderná, s palivem se zabývá hlavně v těch provozních situacích, kdy je palivo v reaktoru. U nových bloků patří do rozsahu všechny možné stavy jaderného paliva (např. i ty situace, kdy se kazety s palivem skladují v bazénu vyhořelého paliva.)

V průběhu vývoje typu generace III+ byla jedním z důležitých cílů prevence všech hypoteticky možných závažných havárií a snížení následků závazných havárií vzniklých, pravděpodobnost, jejichž vzniku je mimořádně malá. Použité plánovací a technologické řešení zajišťuje, aby se ani v případě závažných havárií nemohly do okolního prostředí dostat radioaktivní látky, a tak reaktory generace III. + ani v případě vzniku závažných havárií nemají významný vliv na obyvatelstvo a okolí jaderné elektrárny.

TESTOVÁNÍ STRESU

Po havárii, která vznikla v jaderné elektrárně Fukushima v důsledku zemětřesení a přílivové vlny bezpříkladné síly, v březnu 2011 Rada Evropy iniciovala cílenou bezpečnostní prověrku ve všech jaderných elektrárnách Evropské unie. V průběhu prověrky hodnotili bezpečnost jaderné elektrárny a její odolnost proti přírodním jevům ¨povodeň, zemětřesení, extrémní počasí. Podle stanovených kritérií provedli provozovatelé jaderných elektráren sebehodnocení, které předložili ke kontrole komisím pro jadernou bezpečnost vlastních zemí. Národní úřady země vypracovali hlášení, které hodnotili mezinárodní odborné komise, s tím, že na několika místech provedli místní šetření.

Vedle členských zemí Evropské unie, ve kterých fungují jaderné elektrárny, se šetření zúčastnili také Ukrajina a Švýcarsko. Kontrola, která se týkala 17 států byla nakonec ukončena se závěrem, že evropské jaderné elektrárny mají odpovídající bezpečnostní rezervy, ani v jedné elektrárně nenašli takové nedostatky, na základě kterých by bylo nutné jadernou elektrárnu odstavit. Hlášení Evropské komise přitom definovalo nespočet doporučení v oblasti zvýšení bezpečnosti, na jejichž provedení členské státy vypracovaly programy.

V souvislosti s Jadernou elektrárnou Pakš, se prověrka Evropské komise uzavřela s jednoznačně pozitivním výsledkem. Hlášení v mnoha oblastech zdůraznilo dobrou praxi, hodnou následování. Kritické nebo významné nedostatky neodhalili, a část doporučení se vztahovala na již probíhající vývoj.

Na základě doporučení testování stresu Jaderná elektrárna Pakš vypracovala program na zvýšení bezpečnosti, o jehož provedení je vypracováno periodické hlášení. Podobné programy se uskutečňují v ostatních jaderných elektrárnách Evropské unie, a zprávy budou podle plánu sumarizované a hodnocené na úrovni EU. [9], [10], [11]

BEZPEČNOSTNÍ ANALÝZA

Z hlediska povolování jaderné bezpečnosti má zásadní důležitost **bezpečnostní analýzy** uplatňující také metody deterministické a pravděpodobnosti a **bezpečnostní hlášení**, vypracované na jejich základě.

Nejzávažnější následek nehody jaderné elektrárny je znečištění okolního prostředí radioaktivními látkami, což může nastat zejména v důsledku značeného poškození aktivní zóny - případně jejího tání - pokud znečištění nezadrží kontejnment. Proto analyzují „Bezpečnostní analýzy pravděpodobnosti“ (*Probabilistic Safety Analysis – PSA) :* především pravděpodobnost **poškození zóny.** K tomu je nutné pomocí determistických analýz prozkoumat všechny takové představitelné řetězce událostí, které mohou vést k poškození zóny, a je nutné vypočítat jejich pravděpodobnost jednotlivě. Jejich součet vyjadřuje bezpečnost jaderné elektrárny. Tato analýza současně odhaluje slabá místa jaderné elektrárny z hlediska bezpečnosti. Jako výsledek tohoto procesu mohou vzniknout prostředky a zařízení zlepšující bezpečnost. Bezpečnostní analýza více úrovní.

Cílem bezpečnostních analýz je výpočet předpokládané četnosti událostí I. úrovně (mající na následek poškození zóny) a II. úrovně (mající za následek velkou radioaktivní emisi radioaktivních).

4.2 POŽADAVKY NA JADERNOU BEZPEČNOST

§ 2 zákona č. CXVI z roku 1996 o jaderné energii (ve znění platném ke dni 16. 7. 2014) :

> *29. Jaderná bezpečnost: „vytvoření odpovídajících provozních podmínek, prevence havárií, případně zmírňování následků havárií ve všech fázích existence jaderného zařízení, výsledkem čehož bude zajištění ochrany pracovníků a obyvatelstva před riziky, které představuje ionizující záření pocházející z jaderných zařízení.*

Zákon č. CXVI z roku 1996 o jaderné energii stanoví všeobecné požadavky kladené na mírové využití jaderné energie a vymezuje oprávnění a povinnosti osob, které se na využívání jaderné energie podílí. Prováděcí právní předpisy odkazují otázky související s jadernou bezpečností a vydávání povolení v oblasti jaderné bezpečnosti do pravomoci Národního úřadu pro jadernou energii (OAH).

V průběhu řízení o vydání povolení k instalaci technologie jaderné elektrárny je zvýšená pozornost věnována tomu, zda plánovaná jaderná elektrárna splňuje předpisy o jaderné bezpečnosti.

Jaderné elektrárny jsou projektovány a technická zařízení a bezpečností systémy jsou vytvořeny tak, aby i v případě, že dojde k havárii, bylo možné v co největší míře zaručit bezpečnost okolí elektrárny. Průběžná kontrola bezpečného provozu a příprava opatření zaměřených na zvýšení bezpečnosti jsou základními požadavky kladenými na provozovatele. Úřad vykonávající dozor vydá povolení ke spuštění a provozu reaktoru, resp. k provedení operací na různých zařízeních reaktoru jen tehdy, je-li prokázáno, že je zaručen bezpečný provoz reaktorů.

Vhodnost areálu z geologického hlediska a z hlediska jaderné bezpečnosti musí být prokázána v řízení o vydání povolení pro areál, které Národní úřad pro jadernou energii provede na základě Pravidel jaderné bezpečnosti, jež jsou přílohami nařízení vlády č. 118/2011 (ze dne 11. VII. 2011) o požadavcích kladených na jaderná zařízení z hlediska jaderné bezpečnosti a o úřední činnosti s tím související.

Národní úřad pro jadernou energii posoudí vhodnost areálu a základní geologické údaje týkající se areálu na základě výsledků velmi podrobných studií. Program průzkumu areálu byl vypracován s ohledem na nejnovější (pofukušimské) mezinárodní požadavky. V rámci nezávislé revize program průzkumu areálu přezkoumali odborníci z Mezinárodní agentury pro atomovou energii (MAAE).

Bloky, které mají být postaveny v areálu v Paksi, musejí být v souladu s platnými právními předpisy (Pravidly jaderné bezpečnosti) zabezpečeny proti nárazu velkého civilního letadla. Na zařízení a budovy bloků se vztahují velmi přísná kritéria v oblasti řízení kvality. Dodavatel bloků se zavázal, že splní požadavky European Utility Requirements (EUR), a proto při výstavbě použije taková stavební a jiná technická řešení, která zajistí ochranu zařízení i v případě dopadu letadla.

Pro stavby, stavební konstrukce, systémy a systémové prvky, které mají vliv na jadernou bezpečnost jaderné elektrárny (podle maďarské Bezpečnostní klasifikace systémů a systémových prvků jaderných elektráren – ABOS), je nutno získat povolení na úrovni stavby, resp. systému.

Bezpečnostní požadavky kladené na jaderná zařízení instalovaná v Maďarsku jsou stanoveny především v maďarských právních předpisech. Přesto se doporučuje brát v potaz také relevantní mezinárodní bezpečnostní předpisy, bezpečnostní předpisy MAAE, americké normy ASME a doporučení EUR, aby jaderná bezpečnost různých typů reaktorů budovaných v jednotlivých zemích byla na stejné úrovni.

Ve vztahu k typu bloku, který má být vybudován, se očekává, že v licenčním řízení před výstavbou bude prokázáno, že emisní doporučení platná pro daný typ bloku v případě různých projektových nehod odpovídají maďarským a mezinárodním předpisům platným v době licencování.

PRÁVNÍ ÚPRAVA V MAĎARSKU – PRAVIDLA JADERNÉ BEZPEČNOSTI

Maďarská klasifikace zakotvená v **Pravidlech jaderné bezpečnosti** [nařízení vlády č. 118/2011 (ze dne 11. VII. 2011), příloha 10, bod 163 – Provozní stav] definuje jednotlivé provozní stavy nových jaderných bloků následovně.

Projektová východiska (TA)				**Rozšíření projektových východisek (TAK)**	
Normální provozní stav	**Projektové události**			**Nadprojektové události**	
normální provoz	předpokládané provozní události	projektové nehody		nadprojektové nehody	těžké havárie
		málo časté projektové nehody	velmi málo časté projektové nehody		
TA1	**TA2**	**TA3**	**TA4**	**TAK1**	**TAK2**
Frekvence výskytu (f [1/rok])					
1	$1 > f > 10^{-2}$	$10^{-2} > f \geq 10^{-4}$	$10^{-4} > f \geq 10^{-6}$		

Tabulka 5: Označení jednotlivých provozních stavů a jejich klasifikace podle frekvence výskytu, ve vztahu k novým blokům

NORMÁLNÍ PROVOZ

*121. **Normální provoz (TA1)***

> *„**Provozování** jaderného zařízení při dodržení Provozních podmínek a omezení, schválených orgánem dohlížejícím na jadernou bezpečnost, v případě jaderného reaktoru a jaderné elektrárny včetně **změny výkonu, odstávky, najíždění, výměny palivových článků, údržby, zkoušek a ostatních plánovaných operací**. “*

PROJEKTOVÉ UDÁLOSTI

179. ***Předpokládaná provozní událost (TA2)***

„Takový proces vyvolaný počáteční událostí předpokládanou v projektových východiscích a analyzovaný podle principu neopakující se závady, případně těmito analýzami pokrytý, který v průběhu provozu jaderné elektrárny nastane se značnou pravděpodobností. "

159. ***Projektová nehoda (TA3 a TA4)***

„Takový proces vyvolaný počáteční událostí předpokládanou v projektových východiscích a analyzovaný podle principu neopakující se závady, případně těmito analýzami pokrytý, který v průběhu provozu jaderné elektrárny nastane s velmi malou pravděpodobností a který má za následek jen takové poškození palivového článku, jehož povaha a rozsah jsou stanoveny v projektech. "

NADPROJEKTOVÉ UDÁLOSTI

155. **Nadprojektová nehoda (TAK1)**

Proces nespadající do okruhu předpokládaných provozních událostí a projektových nehod, který sice nelze vyloučit, ale může nastat pouze v důsledku několika navzájem nezávislých chyb, a který může mít závažnější následky než procesy předpokládané v projektových východiscích a může způsobit poškození zóny bez jejího roztavení.

145. **Těžká havárie (TAK2)**

Havarijní stav provázený značným poškozením, případně roztavením zóny reaktoru, se závažnějšími vlivy na okolí, než mají projektové a nadprojektové nehody.

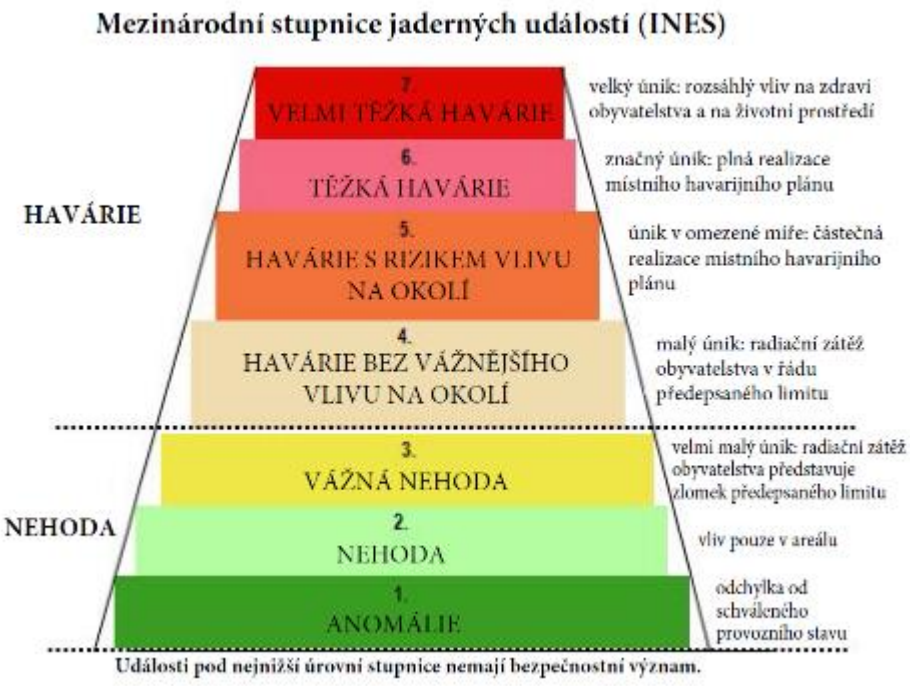
4.3 MEZINÁRODNÍ STUPNICE JADERNÝCH UDÁLOSTÍ

Pro snazší předávání informací o jaderných událostech a za účelem **náležité úrovně informování obyvatelstva, nevládních neziskových organizací, politických organizací a médií** vypracovala Agentura pro jadernou energii (NEA) při Organizaci pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD) a Mezinárodní agentura pro atomovou energii (MAAE) Mezinárodní stupnici jaderných a radiologických událostí (INES), sloužící pro klasifikaci jaderných událostí.

Cílem stupnice INES je umožnit **srovnatelný způsob informování obyvatelstva** o tom, v čem spočívají a jaký bezpečnostní význam mají události, nehody a havárie, k nimž dojde v jaderných elektrárnách nebo jiných jaderných zařízeních.

Na stupnici INES se události zařazují do sedmi stupňů, v případě nehod stupnice rozlišuje tři úrovně a v případě havárií čtyři.

Mezinárodní stupnice jaderných a radiologických událostí je zobrazena níže.



Obr. 12: Mezinárodní stupnice jaderných a radiologických událostí (INES)

Události odchylné od normálního provozního stavu jsou na stupnici INES značeny stupni 1–7, v případě nehod stupnice rozlišuje tři úrovně a v případě havárií čtyři.

Havárie, k níž došlo v roce 1986 v jaderné elektrárně Černobyl, byla podle stupnice INES klasifikována jako událost 7. stupně. Havárie měla rozsáhlé vlivy na zdraví obyvatelstva a na životní prostředí. Při vytváření klasifikačních kritérií INES bylo jedním z hlavních záměrů umožnit jasné odlišení událostí s málo vážnými a málo rozsáhlými vlivy od této velmi těžké havárie. Tak byla havárie jaderné elektrárny Three Mile Island (TMI) z roku 1979 klasifikována stupněm 5 stupnice INES.

Událost klasifikovanou kterýmkoliv stupněm stupnice INES je nutno hlásit Národnímu úřadu pro jadernou energii (OAH), vídeňské centrále Mezinárodní agentury pro atomovou energii (MAAE) a rovněž dalším orgánům stanoveným v místních a mezinárodních úmluvách, a to ve lhůtách předepsaných pro jednotlivé stupně.

Klasifikaci jednotlivých událostí v Maďarsku provádí operativní technický personál Jaderné elektrárny Paks v souladu s návodem č. 1. 48 OAH a na základě Pravidel jaderné bezpečnosti, přičemž tuto klasifikaci konzultuje s OAH. Informační a návštěvnické centrum Jaderné elektrárny Paks vydává o událostech zařazených na stupnici krátké a srozumitelné sdělení, které předává Maďarské tiskové kanceláři.

V tabulce 6 jsou uvedena všeobecná kritéria klasifikace jaderných událostí a v tabulce 7 jsou obsaženy ilustrativní příklady kritérií INES používaných pro klasifikaci událostí v jaderných zařízeních.

Popis a stupeň INES	Lidé a životní prostředí	Inženýrské bariéry v zařízení a ochranné radiační limity	Hloubková ochrana
Velmi těžká havárie INES 7	Značný únik radioaktivního materiálu s rozsáhlými vlivy na zdraví obyvatelstva a na životní prostředí, kvůli němuž je nutno zavést plánovaná a rozšířená ochranná opatření.		
Těžká havárie INES 6	Značný únik radioaktivního materiálu, kvůli němuž bude pravděpodobně nutné zavést plánovaná ochranná opatření.		
Havárie s rozsáhlejšími následky INES 5	Omezený únik radioaktivního materiálu, kvůli němuž bude pravděpodobně nutné zavést některá plánovaná ochranná opatření. Mnoho úmrtí v důsledku ozáření.	Vážné poškození reaktorové zóny. Únik velkého množství radioaktivního materiálu uvnitř zařízení, který může vést k ozáření obyvatelstva (jednoho nebo více obyvatel). Takováto událost může nastat v případě značně kritické havárie nebo v případě požáru.	
Havárie s lokálními následky INES 4	Malý únik radioaktivního materiálu, kvůli němuž pravděpodobně nebude nutné zavést ochranná opatření mimo lokálních omezení týkajících se potravin. Minimálně jedno úmrtí v důsledku ozáření.	Tavení nebo poškození paliva s následkem úniku více než 0,1 % inventáře zóny. Únik významnějšího množství radioaktivního materiálu uvnitř zařízení, který může vést k ozáření obyvatelstva (jednoho nebo více obyvatel).	
Vážná nehoda INES 3	Ozáření přesahující desetinásobek ročního limitu ozáření úředně předepsaného pro zaměstnance. Záření může vyvolat deterministické zdravotní účinky bez následku smrti (např. popáleniny).	Uvnitř provozního prostoru dávkový příkon větší než 1 Sv/h. Značné znečištění prostoru, s jehož znečištěním se v projektu nepočítalo a které s malou pravděpodobností způsobí zvýšení radiační zátěže obyvatelstva.	Téměř havárie v jaderné elektrárně, bezpečnostní úroveň výrazně snížena. Ztráta nebo odcizení vysoce aktivního uzavřeného zdroje záření. Dopravení vysoce aktivního uzavřeného zdroje záření na nesprávné místo, kde nejsou zavedena náležitá vnitřní pravidla radiační ochrany pro nakládání se zdrojem záření.
Nehoda INES 2	Ozáření jednoho obyvatele dávkou vyšší než 10 mSv. Ozáření jednoho zaměstnance dávkou přesahující úředně předepsané roční limity ozáření.	V jednom provozním prostoru úroveň radiace přesahuje 50 mSv/h. Značné znečištění takového prostoru uvnitř zařízení, s jehož znečištěním se v projektu nepočítalo.	Značné porušení bezpečnostních úrovní bez reálných následků. Nález opuštěného vysoce aktivního uzavřeného zdroje záření nebo nástroje; prvky zaručující bezpečnost jsou neporušené. Vysoce aktivní uzavřený zdroj záření v nesprávném obalu.
Anomálie INES 1			Ozáření jednoho obyvatele dávkou přesahující úředně stanovené limity ozáření. Menší závada na prvcích bezpečnostního systému, ale hloubková ochrana je z velké části neporušena. Ztráta nebo odcizení nízkoaktivního zdroje záření nebo nástroje.
Bez bezpečnostního významu (pod nejnižší úrovní stupnice – INES 0)			

Tabulka 6: Všeobecná kritéria klasifikace jaderných událostí [12]

Popis a stupeň podle INES	Lidé a životní prostředí	Radiologické bariéry a ochranné radiační limity	Hloubková ochrana
Velmi těžká havárie 7. stupeň	Černobyl 1986: rozsáhlé vlivy na zdraví obyvatelstva a na životní prostředí. Únik značné části inventáře zóny do prostředí.		
Těžká havárie 6. stupeň	Kyštym, Rusko, 1957: značný únik radioaktivního materiálu do prostředí po výbuchu nádoby s vysoce aktivním odpadem		
Havárie s rozsáhlejšími následky 5. stupeň	Windscale Pile, UK, 1957: únik radioaktivního materiálu do prostředí po vznícení zóny reaktoru	Three Mile Island, USA, 1979: těžké poškození zóny reaktoru	
Havárie s lokálními následky 4. stupeň	Tokaimura, Japonsko, 1999: smrtelné ozáření zaměstnanců po kritické události v jaderném zařízení	Saint-Laurent-des-Eaux, Francie, 1980: roztavení kanálu jednoho z palivových článků reaktoru, bez úniku mimo areál	
Vážná nehoda 3. stupeň	Nestala se.	Sellafield, UK, 2005: únik velkého množství radioaktivního materiálu, který se podařilo udržet v areálu zařízení	Vandellòs, Španělsko, 1989: téměř havárie v důsledku požáru, která v jaderné elektrárně způsobila ztrátu bezpečnostního systému
Nehoda 2. stupeň	Atucha, Argentina, 2005: v energetickém reaktoru ozáření jednoho zaměstnance přesahující roční limit ozáření	Cadarache, Francie, 1993: průnik radioaktivního znečištění do prostoru, který nebyl projektován na jeho zvládání	Forsmark, Švédsko, 2006: v jaderné elektrárně došlo ke zhoršení bezpečnostních funkcí a ze společných příčin současně také k závadě na systému poruchového zásobování elektrickým proudem.
Anomálie 1. stupeň			porušení provozních limitů v jednom jaderném zařízení

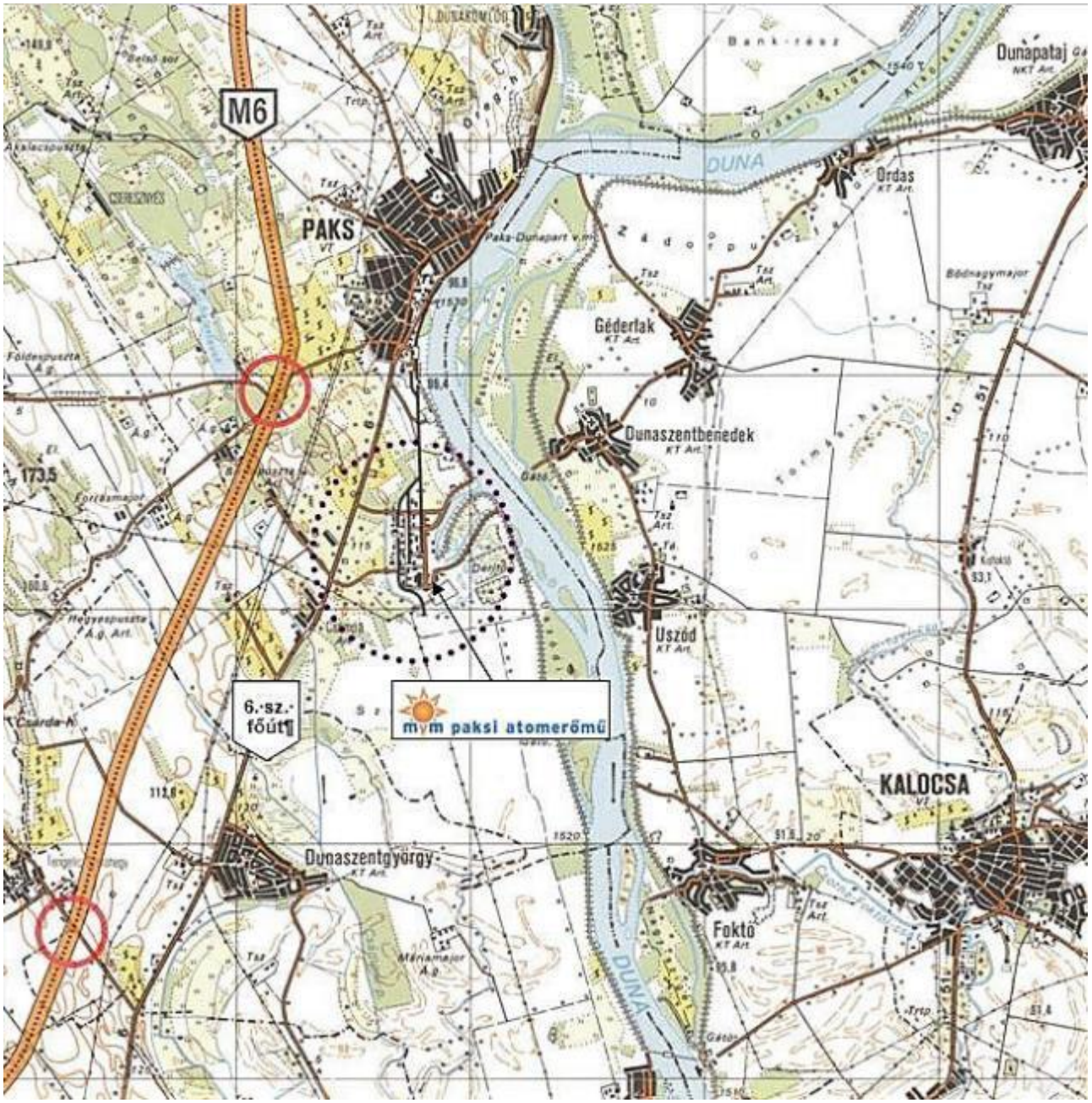
Tabulka 7: ilustrativní příklady kritérií INES používaných pro klasifikaci událostí v jaderných zařízeních [12]

Výše uvedená tabulka nezahrnuje vážnou nehodu 3. stupně, k níž došlo na 2. bloku Jaderné elektrárny Paks dne 10. dubna 2003, a události klasifikované stupněm 7, tj. jako velmi těžká havárie, která vznikla v důsledku událostí na 1. , 2. a 3. bloku japonské Jaderné elektrárny Fukušima Dai-iči dne 11. března 2011.

5 CHARAKTERISTIKA PROSTORU PLÁNOVANÉ VÝSTAVBY

Prostor plánované výstavby nových jaderných bloků, tj. Jaderné elektrárny Paks II, leží uvnitř areálu Jaderné elektrárny Paks. Areál Jaderné elektrárny Paks se nachází v župě Tolna, 118 km jižně od Budapešti.

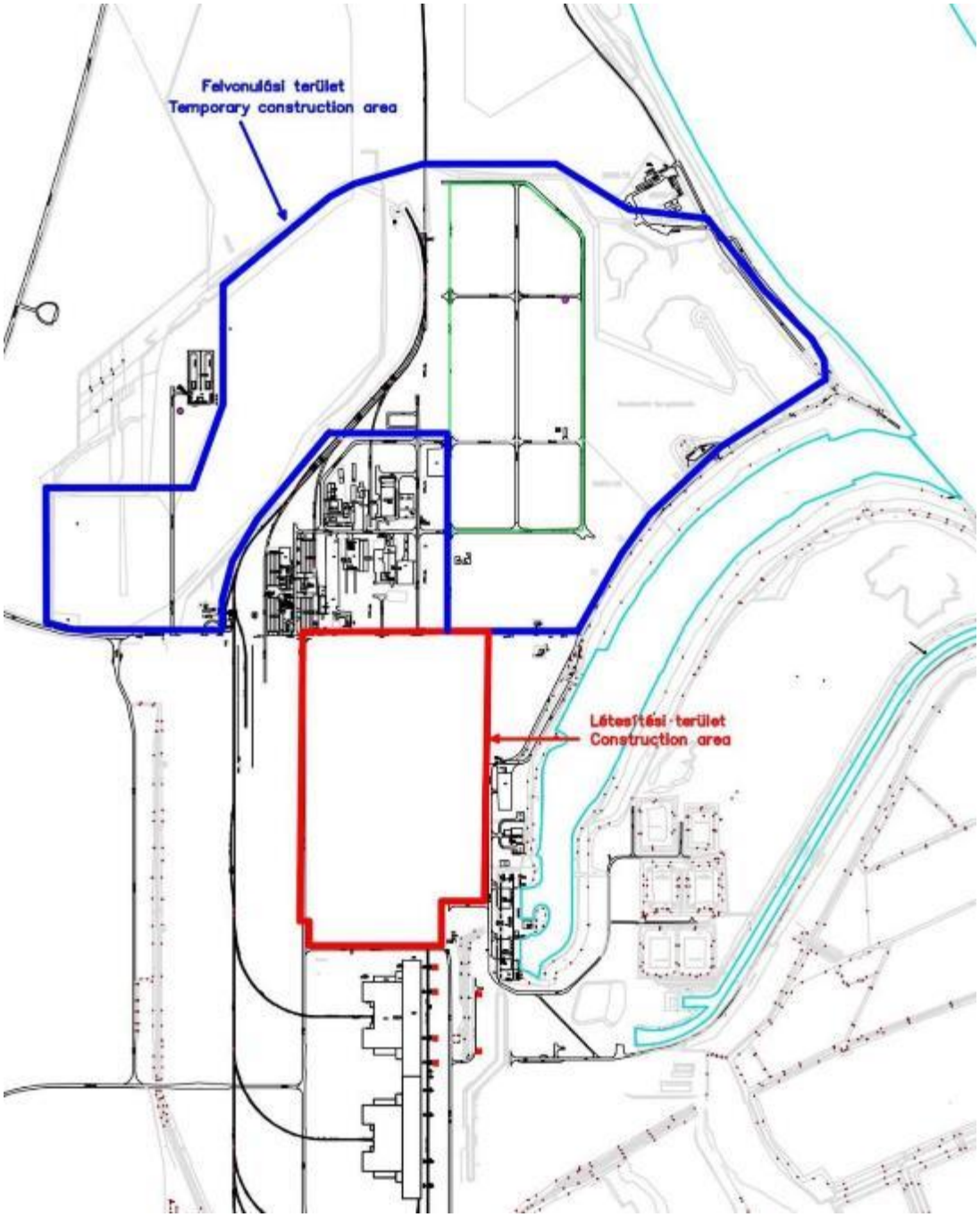
Areál leží 5 km jižně od centra města Paks, 1 km západně od Dunaje a 1,5 km východně od hlavní silnice č. 6. Situaci areálu a jeho bezprostředního okolí ukazuje následující obrázek.



Obr. 13: Přehledná mapa areálu v Paksi [13]

5.1 PROSTOR VÝSTAVBY JADERNÉ ELEKTRÁRNY PAKS II UVNITŘ AREÁLU JADERNÉ ELEKTRÁRNY PAKS

Pro umístění nových jaderných bloků lze využít prostoru v sousedství nynějších bloků Jaderné elektrárny Paks, konkrétně severně od nich. Na následujícím obrázku je červenou čárou ohraničen provozní prostor nových bloků, modrou čárou je ohraničeno zázemí staveniště.



Vysvětlivky:
červená čára: provozní prostor
modrá čára: zázemí staveniště

felvonulási terület	zázemí staveniště
létesítési terület	prostor výstavby

Obr. 14: Areál v Paksi s vyznačením místa plánované nové jaderné elektrárny

Celá plocha má 105,8 ha, z čehož asi 29,5 hektaru zaberou provozní objekty a 76,3 hektaru zázemí staveniště. V provozním prostoru budou umístěny jaderné bloky, pomocná zařízení a systémy a jiné budovy, zázemí staveniště poskytne ve fázi realizace odpovídající prostor pro stavební práce.

Obr. 15: Místo plánovaných bloků [14]

5.2 INFRASTRUKTURNÍ NAPOJENÍ PROSTORU VÝSTAVBY

Zdroj: Nové jaderné bloky plánované v areálu v Paksi: analýza Položek mimo rámec prací generálního dodavatele, 2013, MVM ERBE Zrt.

V přípravné fázi investice je mimořádně důležitým úkolem zmapovat dostupnost určeného stavebního prostoru a možnosti dopravy zařízení o velké hmotnosti do tohoto prostoru. Prostor určený pro výstavbu nových bloků je dostupný jak po silnici, tak po železnici i po vodě, nicméně současný stav infrastruktury neumožňuje, anebo jen v omezené míře umožňuje provoz související s každodenním dojížděním (pendlováním) velkého počtu pracovníků a přepravu zařízení o velké hmotnosti, která bude nutná v období výstavby.

Po silnici je zázemí staveniště a provozní prostor nové jaderné elektrárny dostupný jak z dálnice M6 (sjezd Paks-jih), tak z hlavní silnice č. 6. V současné době jsou k dispozici samostatné příjezdové komunikace k severní i k jižní bráně elektrárny. Z hlediska rozvoje stávající infrastruktury bylo předmětem předběžného zkoumání několik variant:

- jednou z nich je vytvoření nové příjezdové komunikace od sjezdu z dálnice M6;
- druhou variantou je rekonstrukce silniční sítě mezi okolními obcemi (Tengelic, Kölesd, Nagydorog, Németkér, Bölcske) a hlavní silnicí č. 6 (aby měly 2 x 1 jízdní pruh o normální šířce) ;
- případně rozšíření a úprava nynější nezpevněné cesty směrem na obec Gerjen.

Vytvořením spojnice Gerjen–Jaderná elektrárna Paks a případným zřízením přívozu nebo lodní linky přes Dunaj lze do stavebních prací v období výstavby zapojit i město Kalocsa a jeho spádovou oblast.

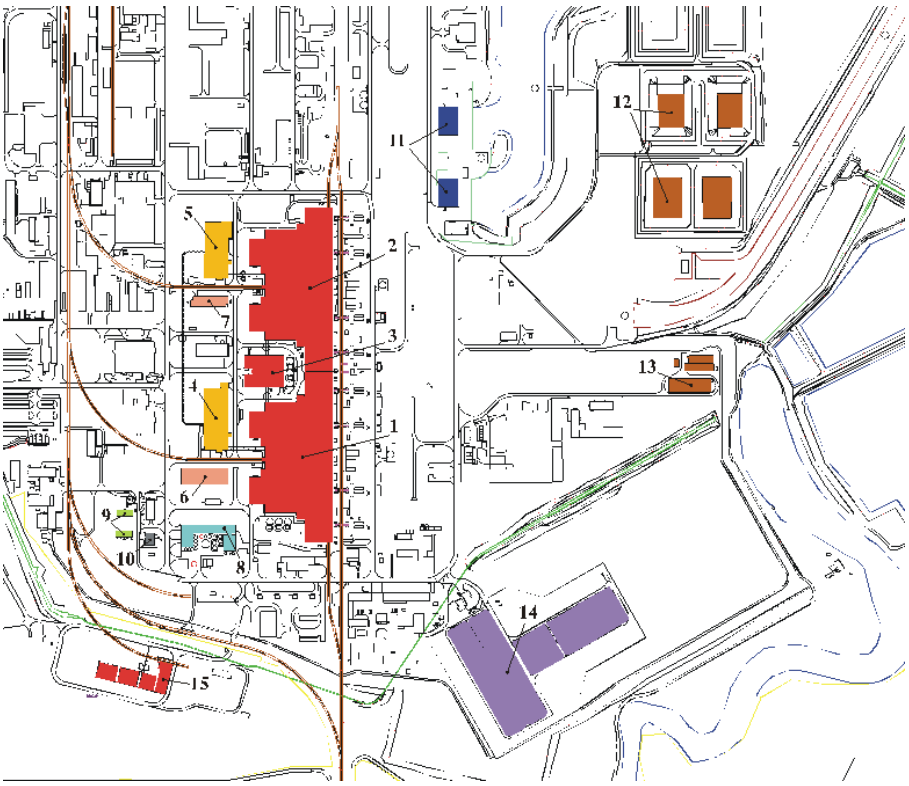
Co se týče **železnice**, stávající trať probíhá podél uvedeného prostoru směrem na Pusztaszabolcs (jednokolejná, částečně elektrizovaná trať Maďarských státních drah č. 42 Pusztaszabolcs–Dunaújváros–Paks o délce 79 km). Původní traťový úsek byl v době výstavby Jaderné elektrárny Paks rekonstruován a v současnosti po něm mohou jezdit i lokomotivy se zatížením náprav 20 t, ale bez ohledu na to je nutno úsek rekonstruovat a/nebo vybudovat trať v nové trase.

Co se týče **přístupu po vodě**, Jaderná elektrárna Paks má i nyní přístav, který je však potřeba rekonstruovat (portálový jeřáb), případně rozšířit.

V prostoru zázemí staveniště a v provozním prostoru nové jaderné elektrárny v současnosti není k dispozici **zásobování vodou** a **odvod odpadních vod**, tyto sítě je nutno vybudovat.

5.3 JADERNÁ ELEKTRÁRNA PAKS A NAVAZUJÍCÍ OBJEKTY

Obr. 16: Pohled na dvojici bloků Jaderné elektrárny Paks [13]



Vysvětlivky:

1. *I. hlavní provozní budova*
2. *II. hlavní provozní budova*
3. *Budova zdravotnického střediska a laboratoří*
4. *I. pomocná budova*
5. *II. pomocná budova*
6. *I. dieselová strojovna*
7. *II. dieselová strojovna*
8. *Chemická úpravna vody*
9. *Plocha s nádobami na vodík a dusík*
10. *Vodíkový provoz*
11. *I. a II. čerpací stanice*
12. *Bazény pro ukládání kalů*
13. *Čistírna odpadních vod*
14. *Transformovna*
15. *Dočasné úložiště vyhořelých palivových kazet (KKÁT)*

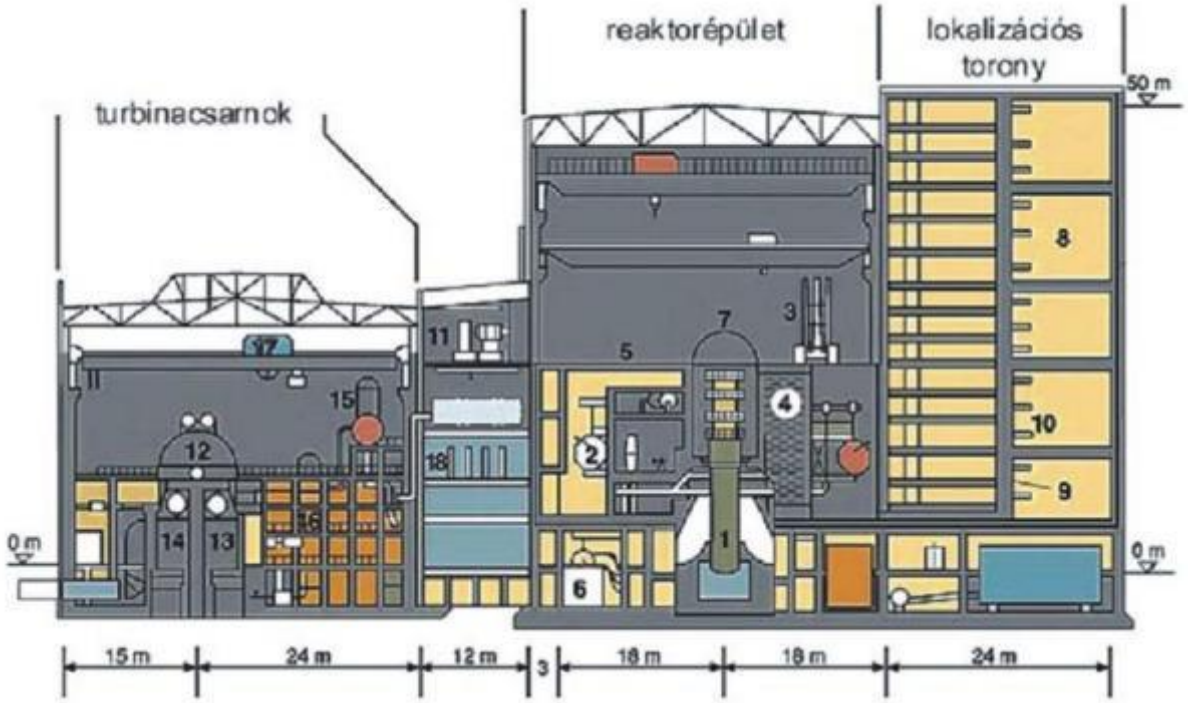
Obr. 17: Jaderná elektrárna Paks a navazující objekty v areálu v Paksi [15]

5.3.1 JADERNÁ ELEKTRÁRNA PAKS

Jaderná elektrárna Paks má rozhodující význam pro zásobování Maďarska elektrickou energií. Její 4 bloky byly spuštěny v letech 1982–1987, každý z bloků obsahuje jeden tlakovodní, vodou chlazený a vodou moderovaný reaktor VVER-440 V-213. Původní jmenovitý elektrický výkon bloků 440 MW_e byl v rámci programu zvýšení výkonu navýšen na 500 MW_e, čímž celkový jmenovitý elektrický výkon elektrárny dosáhl hodnoty 2000 MW_e. Tepelný výkon jednotlivých bloků je 1485 MW_{th}, celkový tepelný výkon je tedy 5940 MW_{th}.

Jaderná elektrárna Paks funguje jako základní zdroj, pokud možno se stabilním výkonem. V roce 2013 vyrobila 15. 369,6 GWh elektrické energie, což tvořilo 50,7 % celkové hrubé produkce elektrické energie v Maďarsku.

Technologii jaderné elektrárny lze rozdělit na primární a sekundární okruh. V primárním okruhu se nachází jaderná technologie s hlavním vodním okruhem, navazujícími nejdůležitějšími systémy primárního okruhu a dalšími pomocnými systémy. Hlavním zařízením primárního okruhu je svisle uložená válcová nádoba reaktoru, v níž se nachází aktivní zóna. Palivo reaktoru tvoří 42 tuny oxidu uraničitého. Moderátorem i chladivem tlakovodního jaderného reaktoru je voda (H_2O). Voda primárního okruhu je při vysokém tlaku a vysoké teplotě odváděna do výměníkových trubek parogenerátoru, kde tepelnou energii získanou v reaktoru odevzdá sekundárnímu okruhu. V sekundárním okruhu dochází k přeměně tepla vyrobeného v reaktoru na mechanickou a následně elektrickou energii. V parogenerátorech se voda odpařuje a hlavním parním systémem je hnána na turbíny. Pára odcházející z turbín se sráží na výměníkových površích kondenzátorů chlazených vodou z Dunaje a poté se vrací do parogenerátorů. Jaderná elektrárna Paks odebírá chladicí vodu z Dunaje a po jejím oteplení ji do Dunaje opět vrací. Vyrobená elektrická energie je pomocí hlavních transformátorů (v počtu dvou na každý blok) transformována na úroveň napětí 400 kV.



turbinacsarnok	hala s turbínami
reaktorépület	budova reaktoru
lokalizációs torony	barbotážní věž

Obr. 18: Východozápadní řez Jadernou elektrárnou Paks [16]

Nakládání s palivovými články a jejich uložení

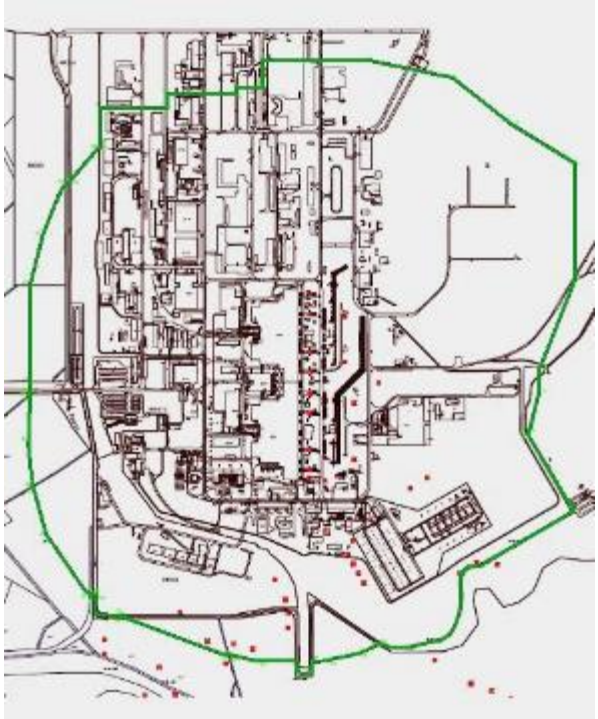
Svazky již ozářených nebo vyhořelých palivových článků, použitých v jaderné elektrárně jako palivo, tj. kazety, které v reaktorech již nelze použít, musejí být při manipulaci i při přechovávání udržovány v subkritickém stavu a musí být zajištěno jednak jejich radiační odstínění, jednak odvod zbytkového tepla vznikajícího v kazetách. Svazky vyhořelých palivových článků vznikající v průběhu provozu elektrárny jsou po vyjmutí z reaktoru přechodně uloženy v bazénech vyhořelého paliva, které se nacházejí v těsném sousedství čtyř reaktorových zařízení a jsou vybaveny vlastním chladicím okruhem.

Po 3 až 5 letech přechovávání v bazénech vyhořelého paliva se vyhořelé palivové kazety přepravují do Dočasného úložiště vyhořelých palivových kazet (KKÁT), čímž je v bazénech vyhořelého paliva zajištěna úložná kapacita potřebná pro plynulý provoz reaktorů.

Bezpečnostní pásmo kolem Jaderné elektrárny Paks

Bezpečnostní pásmo kolem jaderné elektrárny sahá minimálně do vzdálenosti 500 m od následujících prvků, resp. stavebních konstrukcí:

- od stěn těch místností čerpacích stanic, v nichž jsou umístěna čerpadla bezpečnostní chladicí vody,
- od stěn kanálů, jimiž vede potrubí s chladicí vodou, resp. od samotného potrubí tam, kde je toto uloženo v zemi,
- od stěn strojovny turbíny,
- od stěn budov s čerpadly na demineralizovanou vodu,
- od stěn příčných elektrických galerií,
- od stěn reaktorových hal, včetně stěn barbotážních věží,
- od krajních bodů podzemních nádrží s palivem pro dieselové generátory,
- od stěn dieselových strojoven,
- od stěn pomocných budov,
- od stěn železobetonového potrubního mostu, který spojuje obě pomocné budovy.



Obr. 19: Bezpečnostní pásmo kolem Jaderné elektrárny Paks [15]

5.3.2 TRANSFORMOVNA 400 KV

Elektrická energie vyrobená v turbogenerátorech Jaderné elektrárny Paks se pomocí hlavních transformátorů převádí na úroveň napětí 400 kV. Hlavní transformátory jsou prostřednictvím venkovního vedení 400 kV napojeny na transformovnu 400/120 kV, která je umístěna v jihovýchodní části areálu elektrárny a tvoří součást celostátní přenosové soustavy. Vedení 400 kV, která vycházejí z transformovny, představují hlavní cestu dodávek vyrobené elektrické energie do přenosové soustavy. 400kV část transformovny je na 120kV část (a jejím prostřednictvím i na odchozí vedení 120 kV) připojena přes dva transformátory typu Booster 400/120/18 kV, 250/250/75 MVA. 400kV část transformovny je v zapouzdřeném provedení, izolovaná SF_6 a se zapojením, v němž na každou odbočku připadá 1,5 odpojovače, zatímco 120kV část je v klasickém provedení s pomocnou přípojnicí (2 přípojnice + pomocná přípojnice). [13]

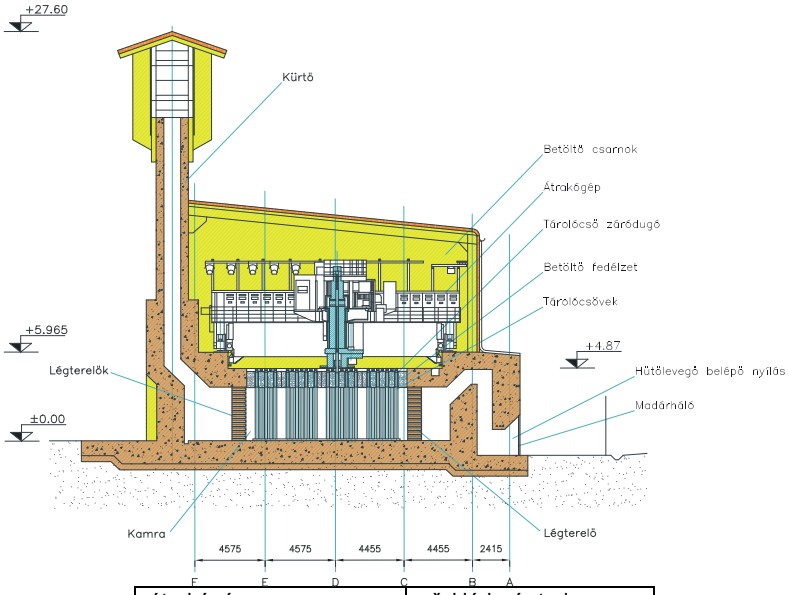
5.3.3 DOČASNÉ ÚLOŽIŠTĚ VYHOŘELÝCH PALIVOVÝCH KAZET (KKÁT)

Vyhořelé palivo vznikající během provozu elektrárny musí být před dalším zpracováním, případně před definitivním uložením bez předchozího zpracování přechodně uloženo. Po 3–5 letech přechovávání v bazénu vyhořelého paliva se vyhořelé palivové kazety převážejí do Dočasného úložiště vyhořelých palivových kazet (KKÁT), vybudovaného vedle Jaderné elektrárny Paks.

KKÁT je modulární dočasné úložiště, jehož volnou úložnou kapacitu lze zvyšovat postupným přidáváním úložných modulů. Ve smyslu zákona č. CXVI z roku 1996 (atomového zákona) se dočasné uložení vyhořelých palivových článků stalo úkolem společnosti Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft. (Obecně prospěšná nezisková spol. s r. o.

pro nakládání s radioaktivním odpadem). KKÁT bylo postaveno v sousedství Jaderné elektrárny Paks, ale je samostatným, na provozovateli elektrárny nezávislým jaderným zařízením, které má samostatnou Konečnou bezpečnostní zprávu a samostatné povolení k provozu.

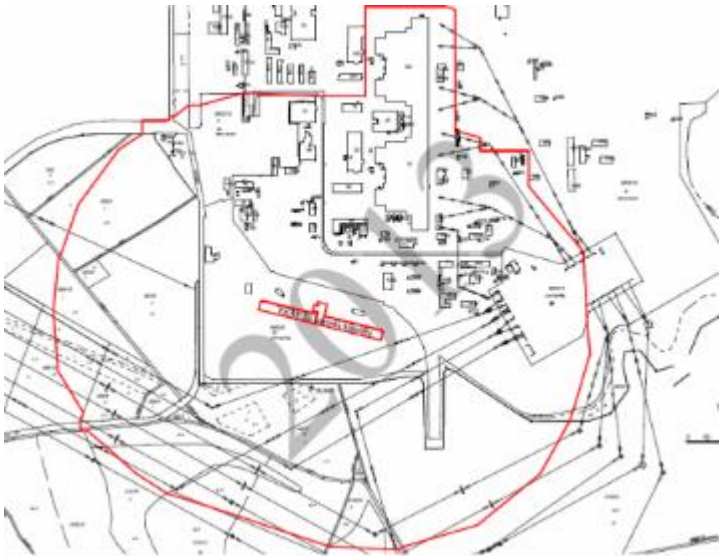
Na následujícím obrázku je znázorněn řez úložnou komorou s úložnými trubicemi a přirozeným prouděním vzduchu.



átrakógép	překládací stroj
betöltő csarnok	vkládací hala
betöltő fedélzet	vkládací plošina
hűtőlevegő belépő nyílás	přívod vzduchu
kamra	komora
kürtő	komín
légterelő	usměrňovač vzduchu
légterelők	usměrňovače vzduchu
madárháló	síť proti ptákům
tárolócső záródugó	zátka úložné trubice
tárolócsövek	úložné trubice

Obr. 20: Řez Dočasným úložištěm vyhořelých palivových kazet [15]

Bezpečnostní pásmo kolem KKÁT



Obr. 21: Bezpečnostní pásmo kolem Dočasného úložiště vyhořelých palivových kazet [15]

5.4 MONITOROVACÍ SYSTÉMY V OKOLÍ JADERNÉ ELEKTRÁRNY PAKS

Jaderná elektrárna Paks, jako každé zařízení pro výrobu elektrické energie, průběžně sleduje (monitoruje) své charakteristické emise do prostředí, dané používanou technologií, a přítomnost vypouštěných látek v prostředí (imise). Ve výroční zprávě pak o nich podává souhrnné informace – viz Zpráva o ochraně životního prostředí společnosti MVM Paksi Atomerőmű Zrt. za rok 2013.

5.4.1 KONTROLA KLASICKÝCH PARAMETRŮ STAVU ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

5.4.1.1 Kontrola vypouštění odpadní a použité vody

Vypouštění odpadní a použité vody se kontroluje podle Plánu vlastní kontroly schváleného Inspektorátem ochrany životního prostředí a ochrany přírody jižního Zadunají.

- stanice pro odběr vzorků a dálkové měření V1: odběr vzorků ze studenovodního kanálu
- stanice pro odběr vzorků a dálkové měření V2: odběr vzorků z teplovodního kanálu
- stanice pro odběr vzorků V4 (vzorky se čerpají z kazety vývaru pod výpustí) : odběr vzorků z výsledné směsi použité vody a vyčištěné odpadní vody odváděné do Dunaje – klasické emisní limity se vztahují na tento bod
- přečerpávací jímka na ploše určené pro rozšíření: kvalita odpadní vody předávané čistírně odpadních vod města Paks (mezní hodnota je předepsána)
- ostatní odběrná místa: před a za čistírnou komunálních odpadních vod, bazén s průmyslovým vápencem, bazén s odpadní vodou znečištěnou chemikáliemi

5.4.1.2 Tepelná zátěž Dunaje

Dodržování předpisů týkajících se limitů tepelné zátěže Dunaje se kontroluje podle Plánu vlastní kontroly schváleného Inspektorátem ochrany životního prostředí a ochrany přírody jižního Zadunají. Podle pokynů předepsaných v tomto plánu se průběžně měří teplota odebírané a vracené vody a v případě, že přitékající voda v Dunaji má více než 25 °C, pak se měří také teplota Dunaje v profilu 500 m pod místem zaústění teplovodního kanálu.

5.4.1.3 Monitoring podzemních vod

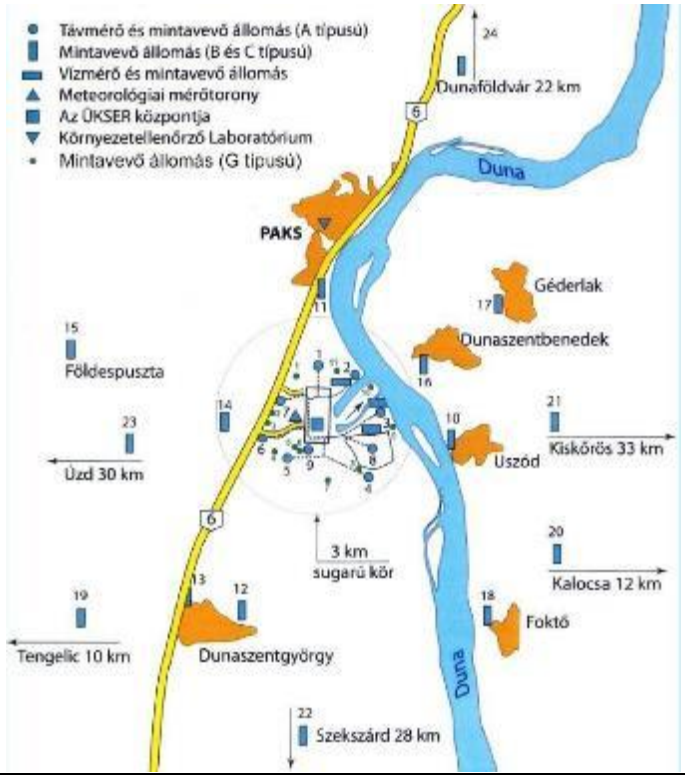
Na základě povolení k provozu vydaného orgány ochrany životního prostředí Jaderná elektrárna Paks provozuje systém monitoringu podzemních vod, jehož cílem je sledování potenciálních zdrojů znečištění. Systém monitoringu klasických emisí sleduje následující parametry vzorků z následujících odběrných míst:

- z monitorovacích studní u sběrného místa nebezpečného odpadu z provozu:
  hodnoty pH, všech solí, všech olejů, KOI_{ps}, Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cr, Ni,
- z monitorovacích studní v prostoru ukládání kalu:
  hodnoty pH, vodivosti, celkové tvrdosti, celkového obsahu solí, amoniaku, všech olejů, KOI_{ps}, NO_3^-, Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cr, Ni, Cl^-,
- z monitorovacích studní vedle nádrží s olejem:
  hodnoty pH, obsahu olejů, NO_3^-, amoniaku, Cl^-,
- z určených monitorovacích studní v provozním prostoru:
  pH, amoniak, dusičnany, KOI_{ps}.

5.5 PROVOZNÍ KONTROLNÍ SYSTÉM RADIAČNÍ OCHRANY PROSTŘEDÍ (ÜKSER)

Kontrola prostřední Jaderné elektrárny Paks zahrnující měření radioaktivity vzorků z prostředí probíhá už od roku 1978, počínaje měřením základní úrovně (úrovně nula) až po průběžná měření v době provozu.

Rozmístění systému radiačního monitoringu emisí a prostředí Jaderné elektrárny Paks je znázorněn na obrázku 22.



●	stanice pro dálkové měření a odběr vzorků (typ A)
▮	stanice pro odběr vzorků (typ B a C)
▬	stanice pro měření vodního stavu a odběr vzorků
▲	meteorologická měřicí věž
■	centrála systému ÜKSER
▼	Laboratoř pro kontrolu životního prostředí
•	stanice pro odběr vzorků (typ G)
3 km sugarú kör	kruh o poloměru 3 km

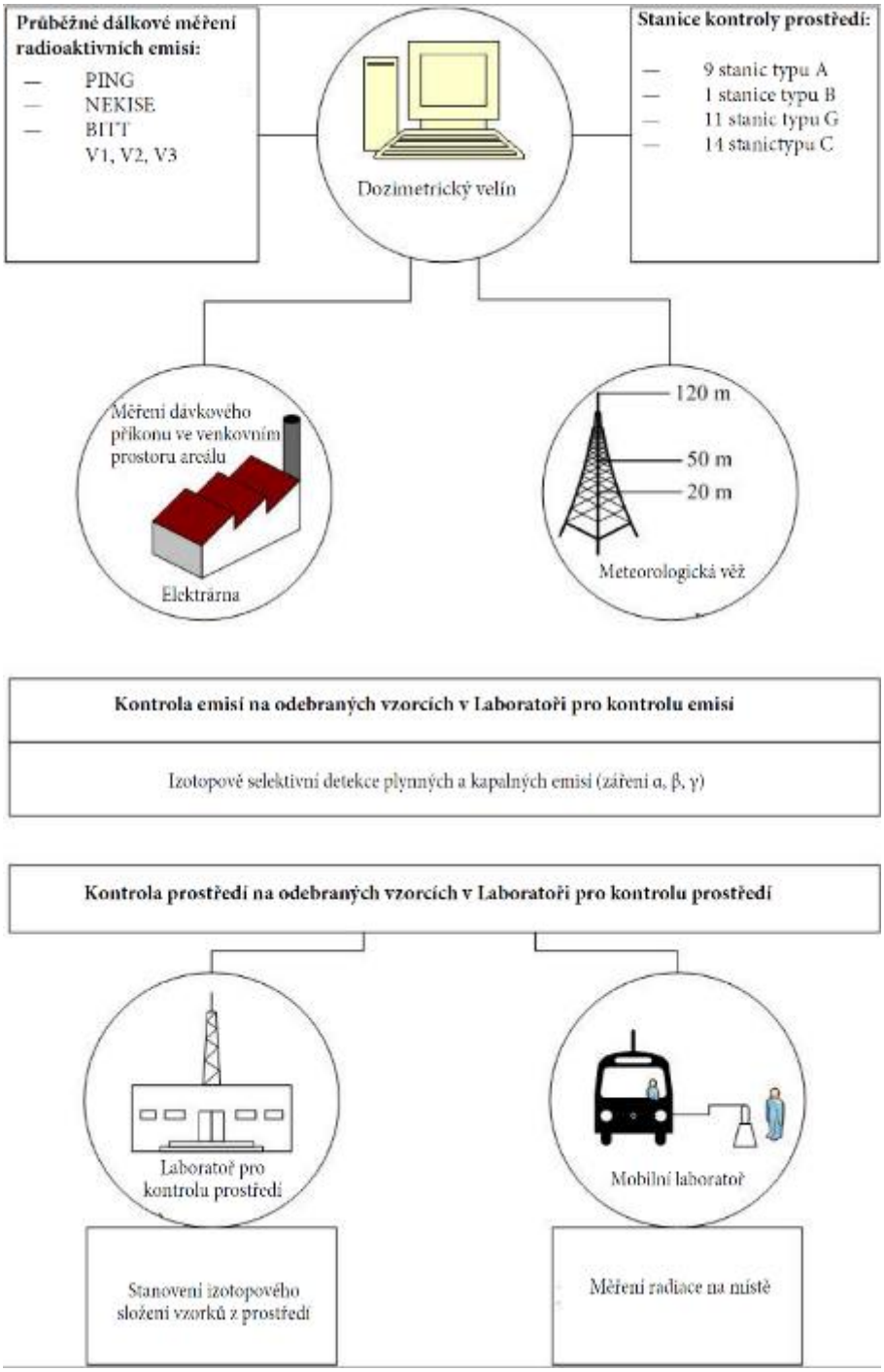
Obr. 22: Rozmístění systému radiačního monitoringu emisí a prostředí Jaderné elektrárny Paks [17]

Měření prováděla a i dnes provádí Jaderná elektrárna Paks, úřady a několik dalších institucí.

Hlavním úkolem radiační kontroly prostředí je sledování emisí radioaktivních materiálů z elektrárny, jejich přítomnosti v prostředí a úrovně radiace v prostředí.

Průběžná radiační kontrola prostředí v okolí Jaderné elektrárny Paks je úkolem Provozního kontrolního systému radiační ochrany prostředí (ÜKSER). Zpráva, v níž jsou shrnuty výsledky měření úrovně radiace v prostředí a měření radioaktivní koncentrace jednotlivých složek prostředí, která se provádějí na odebraných vzorcích, vychází každoročně pod názvem *Činnost Jaderné elektrárny Paks v oblasti radiační ochrany*.

Struktura dvojúrovňového systému radiačního monitoringu emisí a prostředí Jaderné elektrárny Paks je znázorněna na následujícím obrázku



Obr. 23: Struktura systému radiačního monitoringu emisí a prostředí Jaderné elektrárny Paks [18]

Kontrola emisí a stavu prostředí probíhá na dvou úrovních:

- průběžným měřením:
  - *sítě online dálkových měřičů průběžně měří nejdůležitější radioaktivní emise (kapalné a plynné) a úrovně radiace v prostředí;*
- odběrem vzorků:
  - *Laboratoř pro kontrolu emisí vysoce přesnými, izotopově selektivními laboratorními testy vzorků odebraných z vypouštěných médií upřesňuje výsledky dálkového měření;*
  - *Laboratoř pro kontrolu prostředí měří izotopově selektivní radioaktivní koncentraci různých vzorků z prostředí, odebraných v okruhu 30 km, dále dávky a dávkové příkony záření gama v prostředí.*

Obě laboratoře jsou akreditovány Národním akreditačním institutem.

5.5.1.1 Radioaktivní emise a jejich kontrola

V roce 2004 vstoupil v platnost systém emisních limitů stanovený vyhláškou Ministerstva životního prostředí č. 15/2001 (ze dne 8. VI. 2001), který jak plynné, tak kapalné emise porovnává s izotopově specifickými emisními limity odvozenými od omezení dávek stanoveného pro Jadernou elektrárnu Paks (90 μSv/rok).

V roce 2013 Jaderná elektrárna Paks vyčerpala emisní limit z 0,26 %, jinými slovy vypustila do prostředí 0,26 %, tj. mnohem méně než jednu setinu přípustných hodnot.

Čerpání limitu pro kapalné emise bylo $1{,}77 \cdot 10^{-3}$, tj. 0,18 %, čerpání emisního limitu pro plynné emise bylo $7{,}77 \cdot 10^{-4}$, tj. 0,08 %.

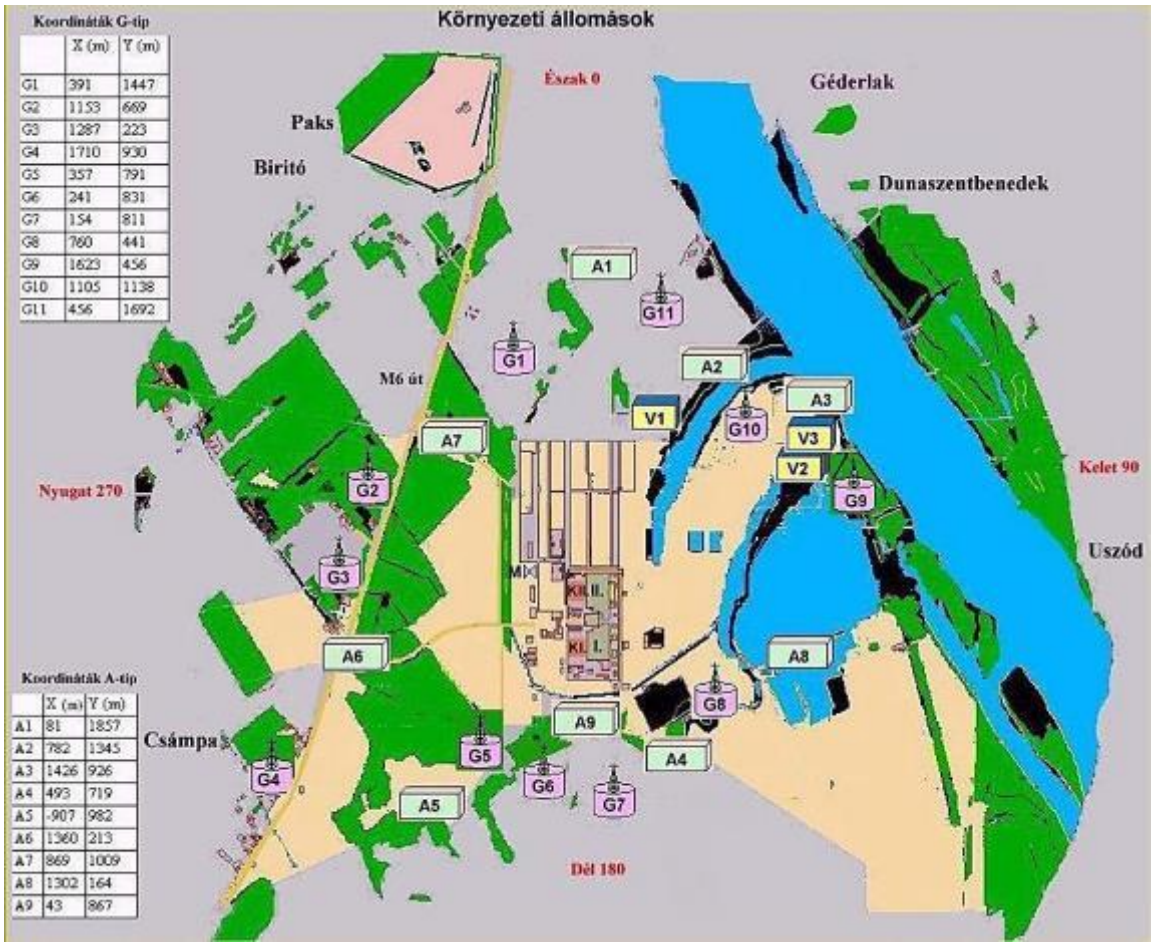
I v předchozích letech bylo čerpání limitů podobné: v roce 2012 0,26 %, v roce 2011 0,20 %, v roce 2010 0,25 % a v roce 2009 0,22 %.

5.5.1.2 Kontrola stavu prostředí

Kontrola stavu prostředí se provádí analýzou následujících měření:

- měření radioaktivní koncentrace vzduchu, spadu, půdy, podzemní vody a přírodních porostů (trávy),
- měření aktivity ve vzorcích vody, bahna a ryb z povrchových vod (Dunaje, rybníků Halastavak, obvodového záchytného příkopu),
- měření objemové aktivity ve vzorcích některých potravin (mléka),
- měření dávky a dávkového příkonu záření gama v prostředí.

Rozmístění stanic pro dálkové měření, které kontrolují životní prostředí v okolí Jaderné elektrárny Paks, je zakresleno na následujícím obrázku.



Környezeti állomások	Stanice pro kontrolu prostředí
Koordináták G-tip	Souřadnice – typ G
Koordináták A-tip	Souřadnice – typ A
M6 út	silnice M6

észak 0	sever 0
kelet 90	východ 90
dél 180	jih 180
nyugat 270	západ 270

Obr. 24: Stanice pro dálkové měření typu A a G kontrolující stav prostředí v okolí Jaderné elektrárny Paks [19]

5.5.1.2.1 Systémy dálkového měření

Systémy dálkového měření v okruhu 1,5 km od Jaderné elektrárny Paks

- 9 stanic pro měření a odběr vzorků typu A (A1–A9)
    - měření dávkového příkonu záření gama (online)
    - měření celkové objemové aktivity beta v aerosolech (online)
    - měření radiojódu v elementárním stavu a v organických sloučeninách (online)
    - odběr vzorků aerosolu a jódu pro laboratorní měření (týdně, měsíčně)
    - odběr vzorků spadu[3] (fall-out, wash-out) (měsíčně)
    - odběr vzorků T/^{14}C (T: vodní pára a vodík, ^{14}C: CO_2, resp. $CO_2 + C_nH_m$) (měsíčně)
- 11 stanic typu G (G1–G11)
    - měření dávkového příkonu záření gama (online)

Systémy dálkového měření v okruhu 30 km od Jaderné elektrárny Paks

- 1 stanice pro měření a odběr vzorků typu B (B24) – ***Referenční (kontrolní) stanice ve městě Dunaföldvár***

  Za účelem stanovení referenční úrovně nebo úrovně pozadí provádí stejná měření jako stanice typu A.
- 15 stanic typu C
    - měření dávek pomocí termoluminiscenčních detektorů (TLD) (měsíčně)
    - odběr vzorků spadu (fall-out) a jejich analýza (periodicky)

5.5.1.2.2 Laboratorní testy odebraných vzorků

- vzorky vody z odběrných míst V1, V2 a V3 (měření celkové objemové aktivity gama a celkové objemové aktivity beta v každodenně odebíraných vzorcích, izotopově selektivní měření na vzorcích odebíraných jednou za měsíc až čtvrt roku)
- vzorky vody a bahna
    - Dunaj, rybníky Halastavak, obvodový záchytný příkop, bazén s průmyslovým vápencem (jednou za čtvrt roku),
    - slepé rameno Dunaje u obce Fadd (jednou za měsíc)
- vzorky půdy a trávy z okolí stanic pro dálkové měření (periodicky)
- vzorky mléka od chovatelů krav z obcí Dunaszentgyörgy a Tengelic (jednou za měsíc)
- vzorky ryb z rybníků Horgásztavak (jednou za čtvrt roku)

5.5.1.2.3 Testy objemové aktivity tritia v podzemních vodách

Za účelem testování, do jaké míry jsou podzemní vody pod hlavní budovou zatíženy tritiem, provozuje Jaderná elektrárna Paks monitorovací systém, čímž naplňuje ustanovení bodu 13-2. a) rozhodnutí Národního úřadu pro jadernou energii č. HA-4797 (úkoly pro Předběžnou bezpečnostní zprávu).

Testy se opírají převážně o síť studní monitorujících podzemní vody v okolí jaderné elektrárny, přičemž k této síti patří přibližně 140 studní pro sledování podzemních vod, z nichž 52 studny s měsíční nebo roční frekvencí vzorkoval Odbor radiologické ochrany a ochrany životního prostředí. Pokud byla objemová aktivita tritia vyšší než 500 Bq/dm^3, bylo stanovení objemové aktivity tritia ve vzorcích doplněno ještě měřením celkové objemové aktivity beta a gama-spektrometrickým měřením. Jako součást monitoringu prostředí bylo do 25 studní instalováno zařízení pro průběžný odběr vzorků, jehož hlavním úkolem je kromě sledování tritia také případná detekce jiných přítomných radioaktivních materiálů

[3] *Spad radioaktivních izotopů obsažených v atmosféře může probíhat suchým usazováním (gravitační sedimentací), nebo v důsledku vyplavování vypadávajícími srážkami (deštěm, sněhem). Tyto děje souhrnně nazýváme jako fall-out (spad).*

[gama-spektrometrie ve dvouměsíčním, ^{14}C ve čtyřměsíčním, $^{89,90}Sr$ ve čtyřměsíčním, Pu-TRU (transuranový prvek) v osmiměsíčním velkoobjemovém (20 litrů/měsíc) průměrném vzorku].

Roční zvýšení radiační zátěže pocházející z tritia přítomného v podzemních vodách se pohybuje kolem 0,01 nSv/rok, což je prakticky zanedbatelné vedle radiační zátěže pocházející z přírodního radiačního pozadí, která je v Maďarsku asi o 20 % vyšší, než je celosvětový průměr (2,4 mSv/rok), a má hodnotu v průměru 3, místy i 4 mSv/rok.

5.5.1.3 Zvýšení radiační zátěže obyvatelstva

Roční zvýšení radiační zátěže obyvatelstva stanovené na základě emisních a meteorologických údajů za rok 2013 pro normální provoz je uvedeno v následující tabulce:

Omezení dávky	µSv/rok	90
Dávka, jíž je vystaveno obyvatelstvo	µSv/rok	$4{,}83 \cdot 10^{-2}$
Čerpání limitu	%	$5{,}37 \cdot 10^{-2}$

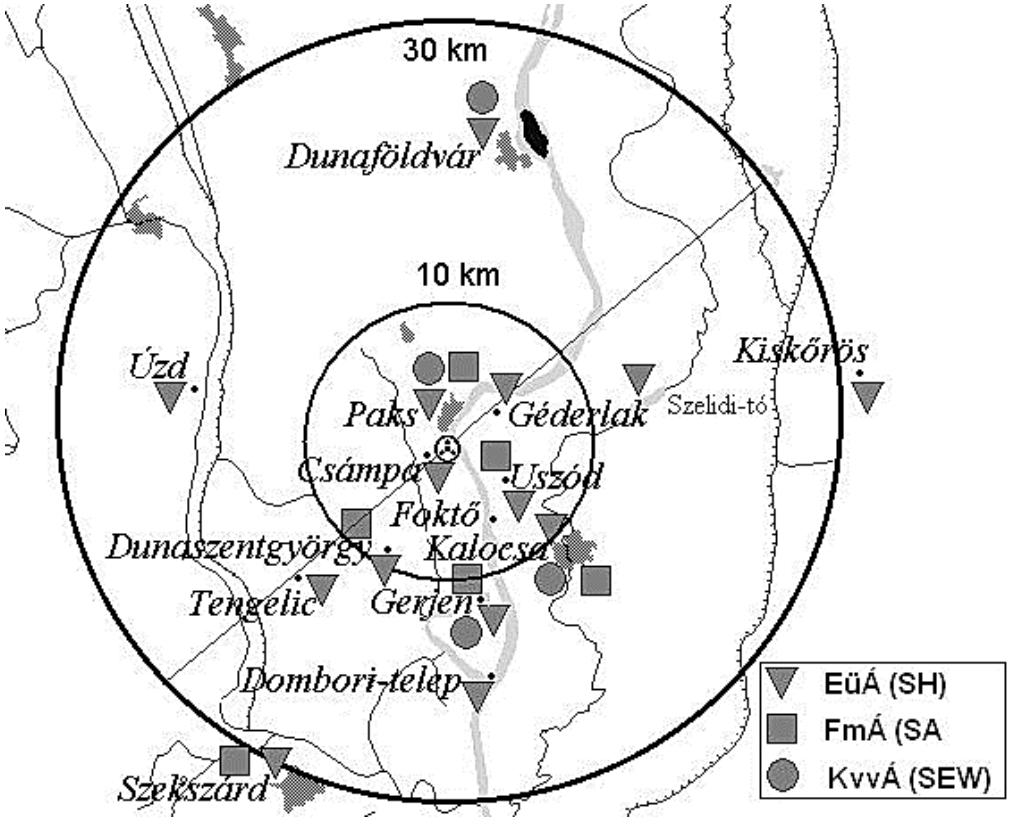
Tabulka 8: Čerpání omezení dávky předepsaného pro areál Jaderné elektrárny Paks, rok 2013 [19]

Podle výpočtů bylo v roce 2013 zvýšení radiační zátěže obyvatelstva vyplývající z normálního provozu Jaderné elektrárny Paks 48,3 nSv, což představuje 0,0537 % přípustného ročního omezení dávky (90 µSv).

Tato radiační zátěž je rovnocenná s efektivní dávkou získanou při asi půlhodinovém pobytu ve volné přírodě, takže prakticky neznamená žádné zdravotní riziko, tj. obyvatelstvo bylo vystaveno zanedbatelnému zvýšení radiace.

5.6 ÚŘEDNÍ KONTROLNÍ SYSTÉM RADIAČNÍ OCHRANY PROSTŘEDÍ (HAKSER)

Souběžně s měřením prováděným Jadernou elektrárnou Paks funguje také Úřední kontrolní systém radiační ochrany prostředí (HAKSER), provozovaný orgány státní správy a provádějící kontrolu okolí elektrárny z hlediska radiační ochrany.



Poznámky:
EüÁ –zdravotnický úsek
FmÁ –zemědělský úsek
KvVÁ –úsek ochrany životního prostředí a vodního hospodářství

Obr. 25: Úřední měřicí body v okruhu 30 km od Jaderné elektrárny Paks [20]

Do systému HAKSER jsou zapojena následující ministerstva:

Ministerstvo lidských zdrojů (EMMI), Úsek zdravotnictví (EüÁ)
Ministerstvo zemědělství (FM)
Úsek zemědělství (FmÁ)
Úsek ochrany životního prostředí a vodního hospodářství (KvVÁ)

V rámci úřední kontroly se vedle kontroly emisí do ovzduší a do vod provádějí také laboratorní testy odebraných vzorků, při nichž jsou analyzovány vzorky vody a bahna z Dunaje, půdy, rostlin a mléka.

Kromě dávkového příkonu radiace v prostředí byla od roku 2001 provedena následující úřední měření aktivity:

- atmosférický aerosol,
- atmosférický spad (fallout, dry-out),
- povrchové vody (řeky, přirozená a umělá jezera, kanály),
- pitná voda (studny, hloubkové zdroje),
- sedimenty (řeky, přirozená a umělá jezera),
- vzorky půdy a trávy (ze zavlažovaných a nezavlažovaných polí, zahrad, luk a míst podél komunikací),
- listová zelenina (indikační rostlina zelinářských zahrad, syrové potraviny ze zelinářských zahrad, ovoce),
- maso (prasata, skot, ovce, drůbež, zvěřina, ryby),
- syrové mléko.

V rámci studie vlivu Jaderné elektrárny Paks II na životní prostředí byly údaje naměřené systémem HAKSER podrobně analyzovány v kapitole „Radioaktivita prostředí“.

O své činnosti prováděné v rámci úřední kontroly okolí Jaderné elektrárny Paks vydává systém HAKSER výroční zprávy pod názvem *Zpráva Úředního kontrolního systému radiační ochrany prostředí*. Zprávy obsahující výsledky z let 1999–2012 jsou veřejně dostupné a jsou ke stažení na internetové stránce HAKSER.

(http: //www. hakser. hu/eredmenyek/eredmenyek. html).

5.7 CELOSTÁTNÍ KONTROLNÍ SYSTÉM RADIAČNÍ OCHRANY PROSTŘEDÍ (OKSER)

Ve smyslu nařízení vlády č. 275/2002 (ze dne 21. XII. 2002) je hlavním úkolem Celostátního kontrolního systému radiační ochrany prostředí (OKSER) shromažďovat výsledky celostátně prováděných kontrol radiačních poměrů v prostředí, zjišťujících přirozenou a umělou radiační zátěž obyvatelstva, a kontrol koncentrací radioaktivních látek měřitelných v prostředí.

Měření zahrnují:

- dávkový příkon radiace v prostředí,
- objemovou aktivitu radioaktivních izotopů,
  - v jednotlivých složkách životního prostředí (ovzduší, půdě, povrchových vodách, přirozené a zemědělsky pěstované vegetaci, divoce žijících živočiších a hospodářských zvířatech),
  - v potravinách rostlinného a živočišného původu konzumovaných obyvatelstvem a v surovinách, z nichž se tyto potraviny vyrábějí,
  - v pitné vodě,
  - ve stavebních materiálech a surovinách,
- objemovou aktivitu radonu a jeho rozpadových prvků ve volném prostoru a uvnitř budov,
- vnitřní radioaktivní kontaminaci lidského organismu.

Závěry Zprávy OKSER za rok 2012

Zdroj: Zpráva Celostátní kontrolního systému radiační ochrany prostředí (OKSER) za rok 2012 (27. 12. 2013) [4-15]

Zpráva Celostátního kontrolního systému radiační ochrany prostředí (OKSER) za rok 2012 shrnuje hodnoty naměřené v Maďarsku následujícím způsobem:

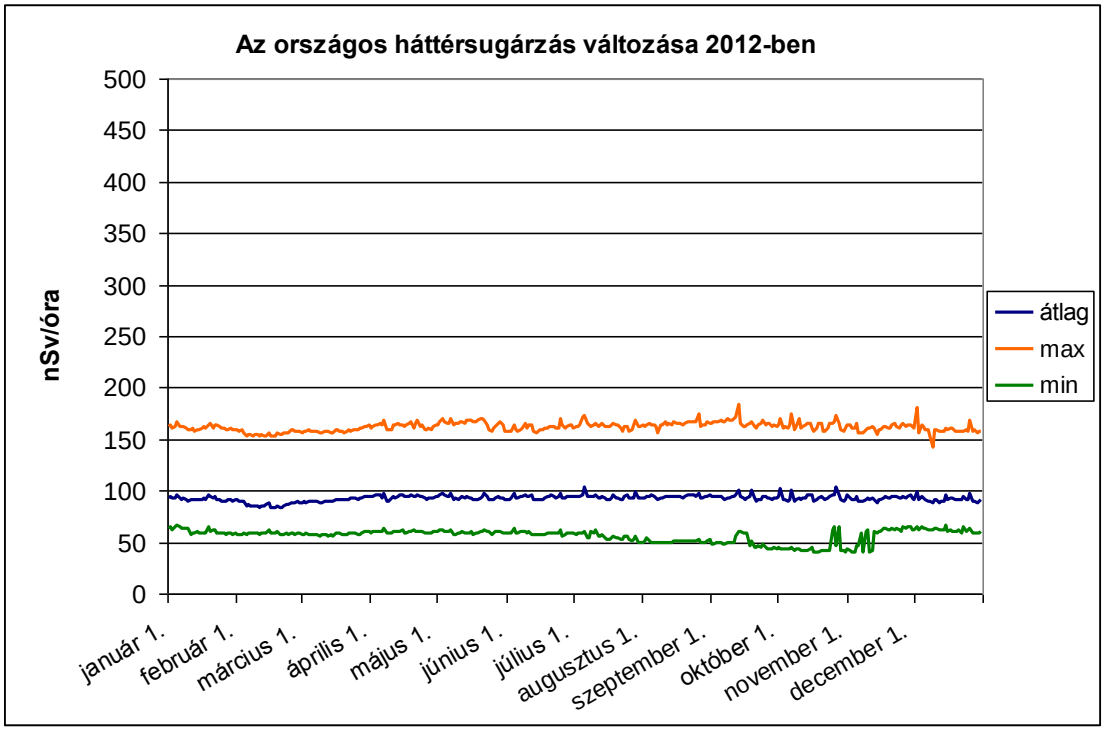
> *„Je třeba zdůraznit, že zatímco podle nařízení Evopské unie {*Post-Chernobyl 733/2008/EC, Council Regulation No 733/2008 of 15 July 2008 on the conditions governing imports of agricultural products originating in third countries following the accident at the Chernobyl nuclear power station (codified version) ; Council Regulation (EC) No 1048/2009 extends its validity until 31 March 2020) (OJ L-201 of 30/07/2008, page 1) *} je nejvyšší přípustná úhrnná hladina radionuklidů ^{134}Cs a ^{137}Cs v potravinách 600 Bq/kg*

(v mléce, mléčných výrobcích a kojeneckých výživách 370 Bq/kg), nejvyšší hodnoty naměřené v roce 2012 v potravinách prodávaných a zpracovaných v Maďarsku byly nižší než 40 Bq/kg. "

„Závěrem zmíníme, že radiační zátěž obyvatelstva pocházející z umělých zdrojů (mimo zdroje používané k lékařským účelům) lze u nás v posledních letech odhadovat v rozmezí 3–6 µSv, zatímco hodnota přírodní radiační zátěže je přibližně o tři řády vyšší. "

„Jako shrnutí můžeme konstatovat, že podle výsledků získaných při kontrolách prostředí jak na celostátní úrovni, tak na úrovni jednotlivých zařízení mají činnosti vázané na povolení zanedbatelný dopad na životní prostředí i na obyvatelstvo a že hodnoty koncentrací radioaktivních izotopů zůstávají u řady typů vzorků převážně pod hranicí detekovatelnosti. " [21]

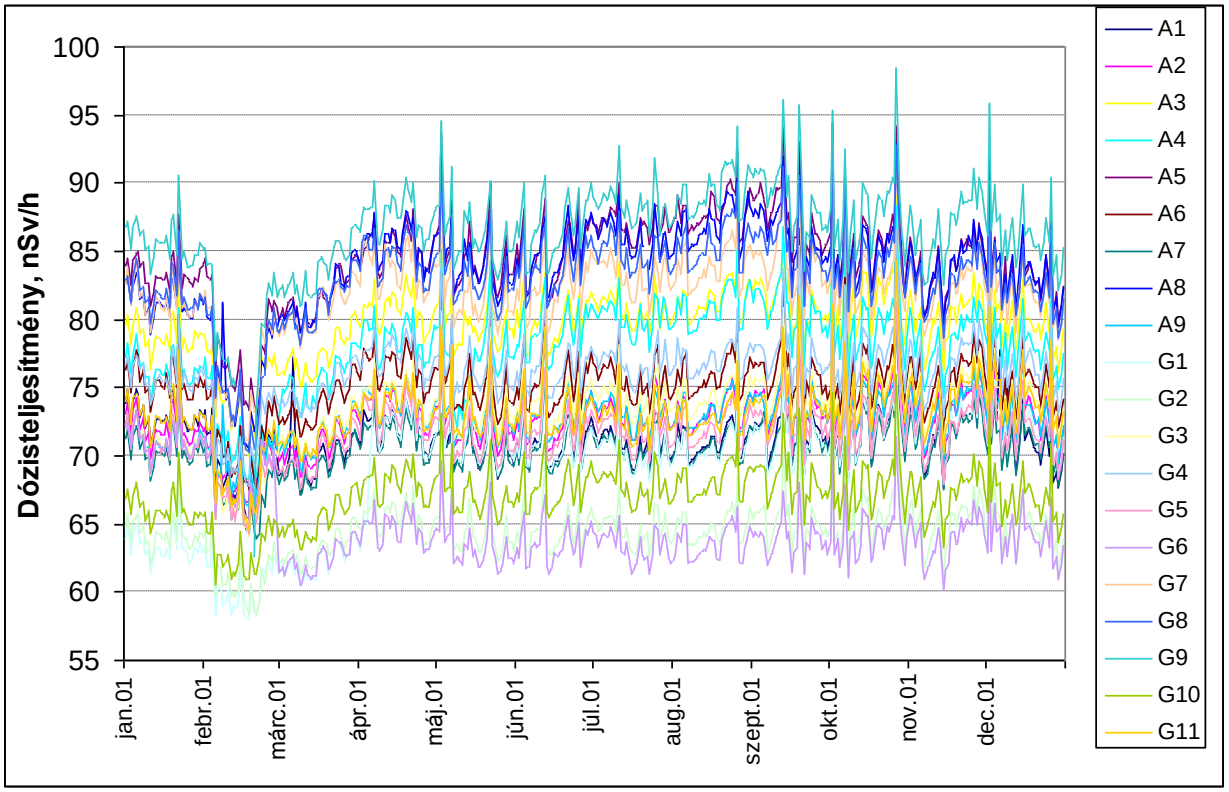
Pro znázornění situace v Maďarsku ukazuje následující graf změny celostátních průměrů, maximálních a minimálních hodnot denního dávkového příkonu záření gama.



Az országos háttérsugárzás változása 2012-ben	Změny celostátní radiace pozadí v roce 2012
átlag	průměr
nSv/óra	**nSv/h**
január 1.	1. leden
február 1.	1. únor
március 1.	1. březen
április 1	1. duben
május 1.	1. květen
június 1.	1. červen
július 1.	1. červenec
augusztus 1	1. srpen
szeptember 1	1. září
október 1.	1. říjen
november 1	1. listopad
december 1	1. prosinec

Obr. 26: Změny celostátních průměrů, maximálních a minimálních hodnot dávkového příkonu záření gama v roce 2012 [22]

Podle denních dávkových příkonů naměřených v roce 2012 sondami pro měření dávkového příkonu, které jsou součástí systému kontroly prostředí Jaderné elektrárny Paks (stanice kontroly prostředí typu A a G), se dávkový příkon v prostředí kolem Jaderné elektrárny Paks pohyboval v rozmezí od 58 do 98 nSv/h, což jsou hodnoty spadající do spodní části rozmezí celostátně naměřených hodnot. Změny naměřených hodnot v čase ukazuje následující graf:



Dózisteljesítmény , nSv/h	Dávkový příkon, nSv/h
január 1.	1. leden
február 1.	1. únor
március 1.	1. březen
április 1	1. duben
május 1.	1. květen
június 1.	1. červen
július 1.	1. červenec
augusztus 1	1. srpen
szeptember 1	1. září
október 1.	1. říjen
november 1	1. listopad
december 1	1. prosinec

Obr. 27: Denní dávkové příkony naměřené v roce 2012 na stanicích kontroly prostředí Jaderné elektrárny Paks

5.8 SHRNUTÍ PODMÍNEK A CHARAKTERISTIK AREÁLU V PAKSI

Z hlediska výstavby nových jaderných bloků má areál v Paksi řadu příznivých vlastností:

- v areálu v Paksi je jaderná elektrárna v provozu už více než 30 let,
- okolní obyvatelstvo existenci a provoz Jaderné elektrárny Paks akceptuje,
- areál Jaderné elektrárny Paks a jeho okolí je velice důkladně poznaným a prozkoumaným územím,
- na dopady fungování Jaderné elektrárny Paks dohlížejí v areálu a v jeho okolí nepřetržitě fungující monitorovací systémy,
- areál má bezprostřední napojení na Dunaj,
- tok Dunaje je k dispozici jako zdroj chladicí vody,
- infrastruktura v okolí areálu je vybudovaná a je k dispozici,
- areál je dobře dostupný jak po silnici, tak po železnici,
- část stavebního materiálu a velkých zařízení lze dopravit loděmi po Dunaji,
- na daném území je vzhledem ke speciální úpravě úrovně terénu zajištěna ochrana proti povodním a záplavám,
- meteorologické vlastnosti jsou příznivé,

- s výjimkou města Paks je hustota zalidnění v okruhu 30 km od elektrárny pod celostátním průměrem,
- k celostátní elektrické přenosové soustavě se lze připojit za výhodných podmínek,
- v oblasti je zajištěna kvalifikovaná pracovní síla s praxí v jaderné elektrárně,
- město Paks díky svým přírodním a infrastrukturním podmínkám skýtá dobré možnosti pro umístění pracovníků během výstavby a později během provozu.

Vhodnost areálu z geologického hlediska a z hlediska jaderné bezpečnosti bude podrobně vyhodnocena a prokázána v řízení o vydání povolení pro areál, které Národní úřad pro jadernou energii provede na základě Pravidel jaderné bezpečnosti, jež jsou přílohami nařízení vlády č. 118/2011 (ze dne 11. VII. 2011) o požadavcích kladených na jaderná zařízení z hlediska jaderné bezpečnosti a o úřední činnosti s tím související.

6 MOŽNÉ ZPŮSOBY CHLAZENÍ KONDENZÁTORŮ V NOVÝCH BLOCÍCH JADERNÉ ELEKTRÁRNY

6.1 NÁROKY NA CHLAZENÍ A MOŽNOSTI CHLAZENÍ V PŘÍPADĚ KONDENZAČNÍCH ELEKTRÁREN SLOUŽÍCÍCH K VÝROBĚ ELEKTRICKÉ ENERGIE

V případě kondenzačních elektráren sloužících k výrobě elektrické energie (nezávisle na typu elektrárny) velkou většinu tepla uvolněného z paliva nelze v podle fyzikálních zákonů využít k výrobě elektrické energie a toto teplo je odváděno do přírodního prostředí, které je jeho konečným příjemcem. Důvodem je, že kondenzátor nelze ochladit na teplotu nižší, než je aktuální teplota prostředí. Tato skutečnost je zároveň určující pro účinnost cirkulace.

V moderních jaderných elektrárnách odpovídajících současnému stupni technologického vývoje je přibližně 65–67 % tepla uvolněného v reaktoru nakonec odvedeno do okolního prostředí, a to při teplotě blízké aktuální úrovni teploty prostředí.

Vedle produkce elektrické energie vzniká v jaderných elektrárnách jak v primárním, tak i v sekundárním okruhu teplo, které nelze využít k výrobě elektrické energie a jehož odvádění zajišťují chladicí systémy. K odvádění nevyužitelného tepla vznikajícího v primárním okruhu jaderných elektráren slouží tzv. bezpečnostní vodní chladicí systém, k odvádění kondenzačního tepla z kondenzátoru sekundárního okruhu slouží kondenzátorový vodní chladicí systém a odvádění tepla vznikajícího v technologických systémech sekundárního okruhu zajišťuje technologický vodní chladicí systém.

Více než 95 % nároků jaderné elektrárny na chlazení představuje chlazení kondenzátoru.

Jako konečný příjemce množství tepla, které musí být odváděno, se v závislosti na podmínkách daného zařízení primárně bere v úvahu:

- řeka s velkým průtokem,
- větší jezero,
- moře.

V případech, kdy je v okolí elektrárny k dispozici dostatečné množství vody, řeší se chlazení prouděním dostupné chladicí vody přímo přes kondenzátor – tzv. chlazením čerstvou vodou. Oteplená chladicí voda se bez podstatnějšího množstevního úbytku odvádí zpět do moře nebo do řeky.

V zařízeních, kde pro účely chlazení není k dispozici dostatečný zdroj „čerstvé vody“, používají se systémy buď suchého, nebo mokrého chlazení pomocí chladicích věží. Při použití chladicích věží voda recirkuluje mezi chladicí věží a kondenzátorem. V tomto případě značnou část odváděného tepla odebírá výparné teplo vody, zbytek pohltí vzduch cestou předávání tepla.

Asi tři čtvrtiny jaderných elektráren, které jsou v současnosti v provozu, používají chlazení čerstvou vodou, ostatní mají chladicí systém s chladicími věžemi. [23]

Hlavní technologie plánovaných jaderných bloků i většina pomocných systémů a zařízení je relativně málo závislá na okolí místa instalace, avšak systém chlazení je nutné zvolit specificky pro daný projekt, s ohledem na vlastnosti konkrétního prostředí. Způsob chlazení má vliv na technické a ekonomické parametry plánovaných nových jaderných bloků i na jejich dopady na životní prostředí.

6.2 PRÁVNÍ ÚPRAVA TEPELNÉ ZÁTĚŽE VODNÍHO PROSTŘEDÍ A PŘÍSLUŠNÉ HODNOTY POZADÍ

Vypouštění oteplené vody (uvolňování tepla) do vodního prostředí může mít vliv na život (ryby a jiné vodní organismy) v přijímající vodě. Negativní dopady na vodní rostliny a živočichy lze zmírnit snížením teploty vody před jejím vypuštěním do vodního prostředí a zvýšením intenzity promíchávání a odevzdávání tepla. Pravidla pro tyto vlivy lze stanovit pomocí mezních hodnot tepelných emisí a kritérií týkajících se zóny promíchávání.

6.2.1 VŠEOBECNÉ PŘEDPISY PRO TEPELNOU ZÁTĚŽ VODNÍHO PROSTŘEDÍ

6.2.1.1 Evropská unie

Limity pro tepelné emise jsou stanoveny v příloze č. I směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/44/ES:

- Teplota pod místem vypouštění směrem po proudu (na okraji zóny promíchávání) smí být v případě kaprových vod o 3 °C vyšší než teplota nedotčeného prostoru.
- V případě kaprových vod nesmí v důsledku vypouštění teplota pod místem tepelné emise směrem po proudu (na okraji zóny promíchávání) překročit 28 °C.

Z důvodu nerovnoměrného promíchávání vypouštěné a přijímající vody mohou uvnitř zóny promíchávání vznikat i zóny s vyšší teplotou. Hlavní faktory ovlivňující zónu promíchávání: teplota, rychlost proudu a množství vypouštěné vody.

6.2.1.2 Maďarsko

Všeobecná pravidla jsou stanovena v nařízení vlády č. 220/2004 (ze dne 21. VII. 2004) o pravidlech ochrany kvality povrchových vod a ve vyhlášce Ministerstva životního prostředí a vodního hospodářství č. 28/2004 (ze dne 25. XII. 2004) o limitech pro vypouštění látek znečišťujících vodu a o některých pravidlech pro uplatňování těchto limitů. Limitní hodnota tepelné zátěže vodního prostředí má být stanovena na základě individuálního zkoumání a s ohledem na citlivost přijímajícího prostředí, přičemž je třeba vzít v úvahu přípustnou zátěž přijímajícího prostředí a zachování dobrého chemického a ekologického stavu. Limit pro tepelné emise, resp. tepelnou zátěž neobsahuje ani vyhláška Ministerstva rozvoje venkova č. 10/2010 (ze dne 18. VIII. 2010) o limitech pro znečištění povrchových vod a o pravidlech pro uplatňování těchto limitů.

Podle tabulky č. I obsažené v příloze č. 4 vyhlášky Ministerstva životního prostředí a vodního hospodářství č. 6/2002 (ze dne 5. XI. 2002) o limitech pro znečištění povrchových vod využívaných pro odběr pitné vody nebo určených jako zdroje pitné vody a povrchových vod určených pro zajištění životních podmínek ryb a o kontrole těchto limitů jsou limity pro znečištění rybných vod následující:

Kvalitativní parametry		Pstruhová voda	Parmová voda	Cejnová voda
teplota*	°C	18	25	30
změna teploty **	°C	1,5	3	5

Poznámky:
* Jsou přípustné přechodné odchylky od limitů pro znečištění vody (§ 12 odstavec 1).
** Teplota pod místem tepelné emise směrem po proudu (na okraji zóny promíchávání) smí teplotu nedotčeného prostoru překročit maximálně o uvedenou míru.

Tabulka 9: Limity pro znečištění rybných vod

Do dnešního dne bylo do jednotlivých kategorií zařazeno jen několik povrchových vod, které jsou vyjmenovány v příloze č. 7 vyhlášky Ministerstva životního prostředí a vodního hospodářství č. 6/2002 (ze dne 5. XI. 2002). Dunaj v tomto seznamu nefiguruje, tudíž ve smyslu citovaného právního předpisu *(dle stavu ke dni 7. června 2014)* nepatří mezi rybné vody. K zařazení Dunaje, resp. jeho jednotlivých úseků do různých kategorií rybných jsou jako podklady nutné studie vlivů na životní prostředí.

Praxe licencování

Při licencování klasických elektráren dozorové orgány stanovují přípustný rozdíl mezi teplotou odebrané vody a teplotou vody odváděné zpět (ΔT_{max}), maximální povolenou teplotu vypouštěné vody (T_{max}), nárůst teploty po promíchání (ΔT) a kontrolní místo.

6.2.2 PŘEDPISY PRO TEPELNOU ZÁTĚŽ ZPŮSOBOVANOU JADERNÝMI ELEKTRÁRNAMI

6.2.2.1 Členské státy Evropské unie

Vezmeme-li jako příklad bez nároku na úplnost několik členských států, najdeme následující předpisy. [24]

Finsko

Samostatná úprava tepelných emisí jaderných elektráren ve Finsku není, limity určují příslušné úřady v závislosti na místních specificích daného projektu.

Obě v současnosti provozované jaderné elektrárny – Olkiluoto a Loviisa – využívají k chlazení mořskou vodu. V případě jaderné elektrárny Olkiluoto činí emisní limit 30 °C (týdenní klouzavý průměr) ve vzdálenosti 500 metrů od vypouštěcího kanálu.

Pro jadernou elektrárnu Loviisa je stanoven limit 34 °C (hodinový průměr) v bodě vypouštění.

Německo

V Německu nesmí být nárůst teploty mezi odebranou a vrácenou vodou větší než 10 °C. Maximální teplota vypouštěné vody závisí na způsobu chlazení, pro chlazení čerstvou vodou platí limit 30 °C, pro chladicí věže s otevřeným systémem 33 °C a pro chladicí věže s uzavřeným systémem 35 °C.

Množství odebrané vody nesmí překročit 1/3 minimálního průtoku.

Švédsko

Samostatná úprava průtoku, povoleného množství odebírané vody a tepelných emisí ve Švédsku není, i zde limity určují příslušné úřady v závislosti na místních specificích daného projektu.

Množství vody odebírané jadernými elektrárnami se typicky pohybuje maximálně kolem hodnoty 200 m^3/s (na jeden areál), povolený teplotní rozdíl je 10 °C.

6.2.2.2 Maďarsko

Právní předpis pro tepelnou zátěž způsobovanou systémem chlazení čerstvou vodou

§ 10 odstavec 1 vyhlášky Ministerstva životního prostředí č. 15/2001 (ze dne 6. VI. 2001) o radioaktivních emisích do ovzduší a vod vznikajících při využívání jaderné energie a o jejich kontrole obsahuje předpisy, jejichž cílem je ochrana povrchových vod a podzemních vodních útvarů před tepelným znečištěním:

§ 10 (1) V zájmu ochrany povrchových vod a podzemních vodních útvarů před tepelným znečištěním v případě vybraných zařízení

a) rozdíl mezi teplotou vypouštěné a přijímající vody nesmí být větší než 11 °C, resp. má-li přijímající voda teplotu nižší než +4 °C, pak rozdíl nesmí být větší než 14 °C;
b) v kterémkoliv bodě profilu ve vzdálenosti 500 m po proudu od místa vypouštění nesmí teplota přijímající vody překročit 30 °C.

Jiná omezení ve vztahu k tepelné zátěži, která budou potřebná v zájmu ochrany kvality vody, stanoví dozorový orgán na základě ustanovení § 66 odstavce 1 zákona č. LIII z roku 1995 o všeobecných pravidlech ochrany životního prostředí při vydávání povolení k využití životního prostředí.

Právní předpis pro tepelnou zátěž způsobovanou chladicím systémem s chladicími věžemi

Právní předpis omezující tepelnou zátěž ovzduší neexistuje, index nebo limit definovaný za účelem ochrany čistoty ovzduší a sloužící pro zkoumání dopadů tvorby páry a jejího srážení není znám.

6.3 ZPŮSOBY CHLAZENÍ PŘIPADAJÍCÍ V ÚVAHU PRO AREÁL V PAKSI

Analýza možností chlazení, které lze použít v nových jaderných blocích plánovaných pro areál v Paksi, byla provedena v rámci zvláštních studií. Jejich cílem bylo vybrat takový způsob chlazení, který bude za daných okolností a v podmínkách daného prostředí hospodárně realizovatelný a provozovatelný s co nejlepším technickým řešením a účinností a který bude po dobu projektované životnosti splňovat předpisy o ochraně životního prostředí.

Způsoby chlazení, které pro areál v Paksi připadají v úvahu, lze v zásadě rozdělit na chlazení čerstvou vodou a chlazení pomocí chladicích věží. Studie podrobně analyzovaly možnosti řešení spočívající jednak v ***systému chlazení čerstvou vodou,*** využívajícím vodu z Dunaje, jednak v ***systému mokrého chlazení pomocí chladicích věží***, který je na Dunaji v podstatě nezávislý a využívá chlazení vzduchem.

6.3.1 CHLAZENÍ ČERSTVOU VODOU

V případě chlazení čerstvou vodou se potřebné teplo odvádí prouděním vody z Dunaje přes kondenzátor, tj. podobně, jako je tomu v současnosti u čtyř stávajících bloků Jaderné elektrárny Paks. Při použití tohoto způsobu chlazení se voda pomocí čerpadel umístěných v čerpací stanici odebírá z Dunaje a pak se přes odpovídající filtry dopravuje potrubím až do strojovny turbíny příslušného bloku. Chladicí voda proudí přes kondenzátor a následně se oteplená vrací teplovodním kanálem přes vypouštěcí stanici zpět do Dunaje.

Ve vztahu k systému chlazení čerstvou vodou bylo zpracováno několik studií zaměřených na technická a ekonomická hlediska a hledisko ochrany životního prostředí. Studie zmapovaly možnosti odběru chladicí vody z Dunaje, její přepravy k blokům a následného vracení oteplené chladicí vody zpět do Dunaje a rovněž technická řešení související s přijatelností vypouštění oteplené chladicí vody do Dunaje.

6.3.1.1 Varianty zásobování chladicí vodou

Z technického hlediska je cílem zajistit dostatečné množství chladicí vody při zohlednění specifik Dunaje, rozdílných vodních stavů, průtoků a teplot vody. Možným místem odběru vody je břeh Dunaje nebo zátoka stávajícího studenovodního kanálu Jaderné elektrárny Paks. Vzhledem k tomu, že místo pro areál Jaderné elektrárny Paks bylo zvoleno tak, aby zde bylo možné vybudovat další jaderné bloky, je i z hlediska hospodárnosti zásobování chladicí vodou účelné, abychom v co největší míře využili podmínky areálu a již existující objekty.

Využití existujících objektů s jejich potřebnou úpravou je žádoucí i z hlediska ochrany životního prostředí. V zájmu toho, aby nové trasy a objekty využívaly území zařazená do soustavy Natura 2000 jen v náležitě odůvodněných případech, je třeba se při vytyčování jednotlivých variant snažit o to, aby území zařazená do soustavy Natura 2000 byla dotčená co nejméně.

Nejvýznamnější zkoumané varianty odběru a dodávek chladicí vody jsou následující:

- zásobování chladicí vodou s čerpací stanicí na břehu Dunaje,
- zásobování chladicí vodou s čerpací stanicí v zátoce (zvolená varianta)

Vyhodnocení

Zásobování chladicí vodou ze zátoky je jak ze stavebního, tak z provozního hlediska výhodnější než dvojstupňový systém chlazení čerstvou vodou.

Z hlediska ochrany životního prostředí je nejvýhodnější ta varianta, jejímž výsledkem bude nejmenší vlastní spotřeba a nejmenší výpadky v produkci elektrické energie, neboť veškerá elektřina, která se ztrácí v důsledku vlastní spotřeby, musí být vyrobena v některé jiné elektrárně. Z uvažovaných variant je výhodnější zásobování chladicí vodou ze zátoky.

Z hlediska vlivů na přírodu je v případě dvojstupňového zásobování chladicí vodou kvůli odběru vody na břehu Dunaje dotčen úzký pás území zařazeného do soustavy Natura 2000, což ve srovnání se zásobováním ze zátoky představuje další nevýhodu.

Na základě provedených studií a při zohlednění technických hledisek, hledisek hospodárnosti, ochrany životního prostředí a ochrany přírody bylo zvoleno zásobování chladicí vodou s odběrem v zátoce.

6.3.1.2 Varianty odvádění oteplené chladicí vody a jejího zaústění do Dunaje

Při analýze zaměřené na odvádění oteplené chladicí vody (dále jako teplá voda) od bloků po přepad pro udržování konstantní hladiny a odtud pak až k Dunaji, při analýze možností zaústění teplé vody do Dunaje a při srovnávání jednotlivých variant bylo zvláštním hlediskem to, aby se nové objekty vyhnuly bezpečnostním systémům provozovaných bloků Jaderné elektrárny Paks.

V souvislosti s odváděním teplé vody od přepadu k Dunaji bylo zkoumáno i použití stávajícího teplovodního kanálu. Podle výsledků této studie je účelné využít stávající teplovodní kanál.

Významnější zkoumané varianty zaústění teplé vody do Dunaje jsou následující:

- zaústění na levém břehu Dunaje,
- zaústění za plavební dráhou Dunaje, v úrovni dna koryta,
- zaústění na pravém břehu Dunaje (zvolená varianta).

Zaústění na levém břehu Dunaje bylo za podmínek, které jsou v současnosti známy, zavrženo kvůli nepříznivým poměrům promíchávání a značným investičním nákladům v porovnání s ostatními variantami.

Zaústění za plavební dráhou Dunaje je realizovatelné, v případě vypouštění teplé vody v tomto místě jsou příznivé poměry promíchávání, ale zaústění za plavební dráhou vyžaduje několik významných technických řešení a je spojeno s nákladným vybudováním objektu nutného kvůli zvětšování hloubky říčního koryta. Za nyní známých podmínek lze o zaústění za plavební dráhou uvažovat pouze jako o řešení doplňkovém k zaústění na pravém břehu Dunaje.

Z vhodných a podrobně prozkoumaných variant zaústění teplé vody do Dunaje na jeho pravém břehu mají větší význam tyto:

- zaústění přes stávající vývar a přes nový jižní postranní kanál vybíhající z teplovodního kanálu,
- zaústění přes stávající vývar a severní odbočkou z teplovodního kanálu přes nový vypouštěcí objekt (zvolená varianta).

Vyhodnocení

Pro zaústění teplé vody z nových jaderných bloků do Dunaje je jak ze stavebního, tak z provozního hlediska výhodnější severní odbočka ze stávajícího teplovodního kanálu než zaústění pomocí jižního postranního kanálu.

Z hlediska ochrany životního prostředí je výhodnější varianta zajišťující lepší promíchávání vypouštěné teplé vody v Dunaji. Z tohoto hlediska je severní odbočka podstatně výhodnější, protože na tomto úseku jsou lepší podmínky pro promíchávání.

Rovněž z hlediska vlivů na přírodu je výhodnější severní odbočka, protože při tomto řešení je území zařazené do soustavy Natura 2000 dotčeno jen v úzkém pásu, což v porovnání s jižním postranním kanálem představuje značnou výhodu.

Na základě provedených studií a při zohlednění technických hledisek, hledisek hospodárnosti, ochrany životního prostředí a ochrany přírody byla pro zaústění teplé vody do Dunaje zvolena severní odbočka ze stávajícího teplovodního kanálu.

Touto severní odbočkou, vytvořenou na ploše vymezené stávajícím studenovodním kanálem a stávajícím teplovodním kanálem, a vybudováním nového vypouštěcího objektu teplé vody (např. rekuperační elektrárny) lze zlepšit promíchávání vypouštěné teplé vody v Dunaji, a to při minimalizaci zásahů do území zařazených do soustavy Natura 2000.

6.3.1.3 Vypouštění oteplené chladicí vody v letním období

V létě, kdy teplota vody v Dunaji přesahuje 25 °C, což je současně období podprůměrného průtoku Dunaje, může být pro dodržení teplotního limitu T_{max} = 30 °C, předepsaného v profilu Dunaje 500 m pod zaústěním teplé vody, nutno použít doplňující řešení, a to zvláště s ohledem na zvyšování teploty pozadí v Dunaji v důsledku klimatických změn.

Za účelem dodržení předpisů týkajících se ochrany životního prostředí byly zkoumány následující možnosti:

- omezení elektrického výkonu bloku,
- přimíchávání studené chladicí vody,
- použití dodatečného chlazení.

Východiskem analýz je ochlazení o 3 °C, k němuž dochází na úseku Dunaje po profil 500 m pod zaústěním teplé vody (převážně v důsledku promíchávání) a které tedy v místě zaústění připouští teplotní maximum teplé vody na hodnotě 33 °C.

Omezení elektrického výkonu bloku

Při použití tohoto řešení se dodržení maximální přípustné teploty oteplené chladicí vody dosáhne omezením elektrického výkonu jaderného bloku. Snížením elektrického výkonu se sníží i množství tepla, které je nutno dovádět z kondenzátoru, čímž se při stejném hmotnostním průtoku chladicí vody sníží míra jejího oteplování.

Přimíchávání studené chladicí vody

V případě této alternativy chlazení se dodržení maximální přípustné teploty oteplené chladicí vody dosáhne přimícháváním dalšího množství dunajské vody, přiváděné ze studenovodního kanálu přímo do teplovodního kanálu, bez průtoku přes

kondenzátory turbíny. Dodatečné množství chladicí vody potřebné pro toto přimíchávání zajišťuje dodatečné čerpadlo umístěné v čerpací stanici, které může být po odstavení současných bloků nahrazeno i čerpadly stávající čerpací stanice. Chladicí voda oteplená v kondenzátoru a v potřebném množství přimíchaná studená voda se vrací do Dunaje stávajícím teplovodním kanálem a přes objekt v místě zaústění do Dunaje, náležitě konstruovaný tak, aby zlepšoval promíchávání.

Použití dodatečného chlazení

Při použití dodatečného chlazení se dodržení maximální přípustné teploty oteplené chladicí vody dosáhne tím, že se veškerá oteplená chladicí voda, která opouští kondenzátory turbíny, chladí v chladicí věži s uzavřenými články a nuceným tahem. Množství vody proháněné přes dodatečné chladicí zařízení lze optimalizovat. Chladicí voda vedená přes kondenzátor a ochlazená v dodatečném chladicím zařízení se vrací do Dunaje stávajícím teplovodním kanálem a přes objekt v místě zaústění do Dunaje, náležitě konstruovaný tak, aby zlepšoval promíchávání.

Vyhodnocení

Všechna zkoumaná doplňující řešení jsou způsobilá k tomu, aby se teplota oteplené chladicí vody vracené do Dunaje dala udržet pod požadovanou hodnotou 33 °C.

Omezujícím faktorem pro snižování výkonu elektrárny Paks II je 50% minimální přípustná úroveň částečného výkonu bloků, omezujícím faktorem přimíchávání studené vody je kromě minimálního průtoku Dunaje také současný odběr chladicí vody pro Jadernou elektrárnu Paks i Jadernou elektrárnu Paks II a možnost rozšíření společných objektů, dodatečné chlazení může být limitováno hlučností. Při základních předpokladech však uvedené omezující faktory technicky neznemožňují žádnou z uvedených variant.

Studie ukazují, že nastíněná tři řešení mají při zohlednění jak technických hledisek, tak i hledisek hospodárnosti a ochrany životního prostředí různé výhody, nicméně podle současných znalostí je optimálním řešením přechodné snížení elektrického výkonu bloku, a to jak ve světle výsledků výpočtů životnosti a nákladů, tak i z hlediska ochrany životního prostředí, neboť nepředstavuje žádné další emise do prostředí ani využití dalšího prostoru. [25]

6.3.2 SYSTÉM CHLAZENÍ POMOCÍ CHLADICÍCH VĚŽÍ

V případě, že bude pro nově postavené bloky použit systém chlazení pomocí mokrých chladicích věží, vybudovaný v blízkosti stávajícího studenovodního kanálu elektrárny, bude teplo vypouštěno převážně do ovzduší. Z Dunaje odebíraná a následně chemicky upravovaná voda musí pokrýt pouze ztráty způsobené odpařováním, strháváním kapek a odkalováním.

V případě systému chlazení pomocí mokrých chladicích věží se chladicí voda po průchodu přes povrchový kondenzátor parní turbíny odvádí do chladicí věže a pomocí distribučního a rozprašovacího systému se rovnoměrně rozptyluje po chladicí výplni. Vodní film vznikající na chladicí výplni se ochlazuje vlivem odpařování do okolního vzduchu, který protisměrně proudí chladicí výplní. Strhávání kapek, k němuž dochází při proudění vzduchu vlhkou chladicí výplní, se ve všech moderních systémech mokrého chlazení výrazně omezuje použitím odlučovačů kapek, umístěných nad chladicími výplněmi nebo nad tryskami. Ochlazená chladicí voda se z chladicí výplně vrací do bazénu na chladicí vodu, odkud je cirkulačními čerpadly dopravována zpět ke kondenzátorům. V důsledku odpařování se zvyšuje obsah solí v chladicí vodě. Proto se část chladicí vody vypouští a nahrazuje upravenou čerstvou vodou, aby se předešlo přílišné mineralizaci. Nahrazovat se musí také ztráta vody způsobená strháváním kapek. Aby se zabránilo usazování solí a růstu řas na vlhčených površích, voda používaná v chladicím systému se chemicky upravuje a pro prevenci růstu řas a usídlování mlžů se do chladicí vody přidávají biocidní látky.

6.3.2.1 Studie alternativních možností chlazení pomocí chladicích věží

Analýza možností chlazení pomocí chladicích věží, které by mohly být použity pro nové jaderné bloky plánované v areálu v Paksi, byla předmětem speciálních studií [26], [27], [28]. Alternativy byly podrobně zkoumány z technického hlediska, z hlediska hospodárnosti, ochrany životního prostředí a společenské přijatelnosti. V rámci chladicích systémů s chladicími věžemi studie podrobně analyzovaly následující technické alternativy:

- mokrá chladicí věž s přirozeným tahem (vysoká ~186 m),
- chlazení pomocí mokrých chladicích věží s přirozeným tahem, s výškou chladicích věží omezenou na 100 m,
- chlazení pomocí mokrých chladicích věží s přirozeným tahem a s podpůrnými ventilátory,
- chlazení pomocí hybridních (suchých/mokrých) chladicích věží.

V následující tabulce jsou shrnuty nejdůležitější technické parametry zkoumaných alternativ pro výkon 2 x 1200 MW_e.

Pro bloky s elektrickým výkonem 2 x 1200 MW	**S přirozeným tahem**	**S přirozeným tahem, s omezenou výškou**	**S přirozeným tahem a s podpůrnými ventilátory**	**Chlazení pomocí hybridních (suchých/mokrých) chladicích věží**
počet chladicích věží [ks]	2x1	2x5	2x1	2x1
Výška chladicí věže [m]	186	100	70	60
Průměr chladicí věže u paty [m]	136,5	88	150	160
Průměr chladicí věže v koruně [m]	77,5	60	95	74
Čistá zastavěná plocha chladicích věží (pro 2 bloky) [m^2]	30. 000	61. 000	36. 000	40. 000
Cirkulační objemový průtok chladicí vody [m^3/h]	2 x 136 820	2 x 5 x 27 364	2 x 136 820	2 x 136 820
Doplňovací chladicí voda[m^3/h]	≈ 2 x 2 900	≈ 2 x 2 900	≈ 2 x 2 900	≈ 2 x 2 600

Tabulka 10: Technické údaje chladicích systémů s mokrými chladicími věžemi

6.3.2.1.1 Vypouštění odpadního tepla

Na základě odborné literatury lze předpokládat, že vypouštění odpadního tepla a vlhkosti z chladicích věží bude mít vliv na ovzduší hlavně v lokálním měřítku, v určitých povětrnostních situacích může zvyšovat pravděpodobnost výskytu některých klimatických jevů (zvýšení relativní vlhkosti, snížení viditelnosti, mlha, mrholení, ledovka, námraza), může mít vliv na tvorbu oblaků a srážek (např. sněžení) a může měnit místa vzniku přeháněk a dobu vypadávání srážek. V delším časovém horizontu může do určité míry ovlivňovat mikroklima v okolí zdroje. Podle našich současných znalostí nemají chladicí věže žádné globální dopady.

Efekt tepelného ostrova částečně kompenzuje ochranný les vysazený v okolí průmyslového areálu nebo zelená plocha s větší biologickou aktivitou. Takováto řešení lze doporučit nejen z klimatického hlediska, ale jsou vhodná i pro snížení jiných ekologických zátěží (znečištění ovzduší, hlučnosti) a rovněž pro částečné zakrytí dopadů na vzhled krajiny. V zimním období lze preventivním posypem a operativním využíváním meteorologických předpovědí snižovat škody způsobené zvýšenou tvorbou ledovky.

Odpadní voda vypouštěná z chladicích systémů s chladicími věžemi může pocházet z průběžného odkalování bazénu chladicí věže nebo z odpadní vody vznikající v rámci technologie úpravy doplňovací chladicí vody. Vypouštěné odpadní vody obsahují soli chemických látek nutných pro úpravu chladicí vody určené pro cirkulaci v chladicích systémech s chladicími věžemi, resp. chemikálie a regeneráty používané při úpravě doplňovací chladicí vody.

6.3.2.1.2 Analýza zkoumaných řešení chladicího systému z hlediska ochrany krajinného rázu

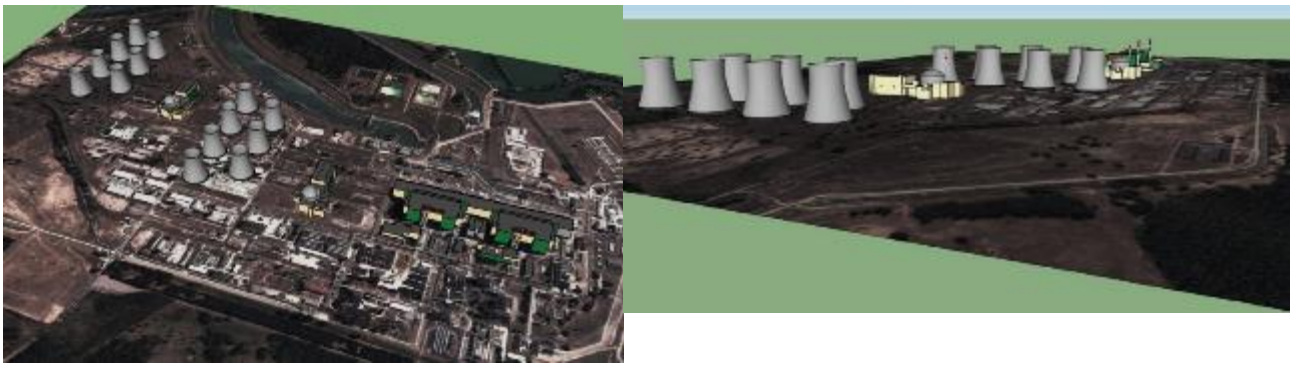
Analýza zkoumaných řešení chladicího systému z hlediska ochrany krajinného rázu a studie možnosti zasazení do krajiny byla v prvním pololetí roku 2012 zpracována pro nejméně příznivou z tehdy zkoumaných variant, tj. pro 2 x 1600 MW. Její závěry jsou platné i pro nyní zkoumaný výkon 2 x 1200 MW, pouze s tím rozdílem, že pro elektrárnu s výkonem 2 x 1600 MW by bylo nutno postavit 2 x 7 mokrých chladicích věží s přirozeným tahem, zatímco v případě výkonu 2 x 1200 MW jich je potřeba 2 x 5.

Chlazení pomocí mokrých chladicích věží s přirozeným tahem

Z hlediska vlivů na krajinný ráz a možnosti zasazení do krajiny vzbuzují 2 mokré chladicí věže s přirozeným tahem o výšce 186 m mimořádné obavy pro svůj značný dopad na vzhled krajiny, což lze říci i o variantě chladicího systému s mokrými chladicími věžemi s přirozeným tahem, jejichž výška byla omezena na 100 m.

Zasazení mokré chladicí věže s přirozeným tahem do krajiny je prakticky neřešitelné, estetické působení této chladicí věže je v porovnání s ostatními variantami nejvýraznější a ani v Maďarsku, ani jinde v Evropě nenajdeme příklad tak *velkého počtu staveb takových rozměrů.*

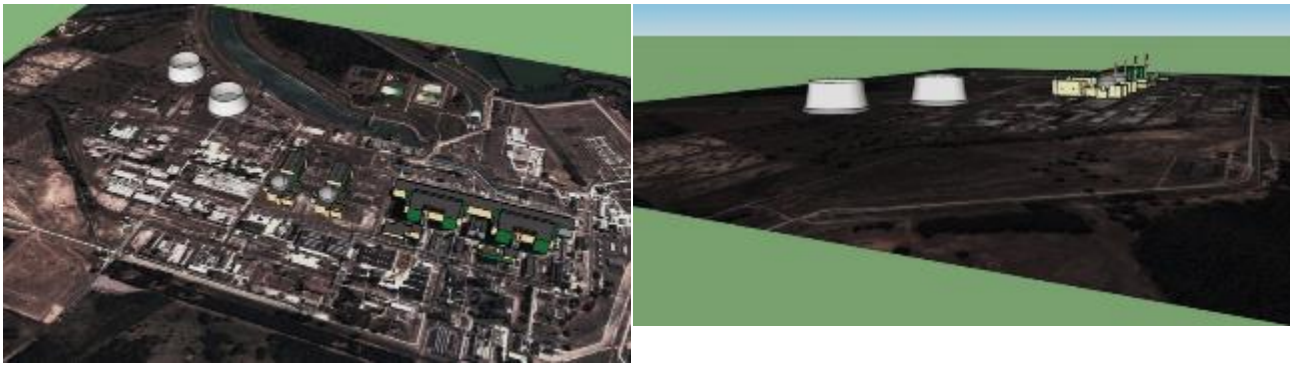
Chlazení pomocí chladicích věží s přirozeným tahem, s výškou chladicích věží omezenou na 100 m



Obr. 28: Mokrá chladicí věž s přirozeným tahem, s výškou omezenou na 100 m – vizualizace (pohled z ptačí perspektivy a z boku)

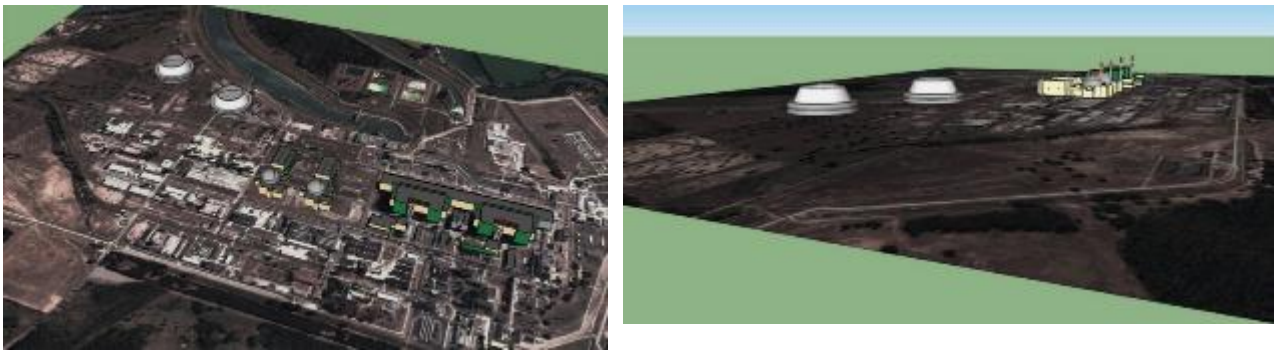
Chlazení pomocí 2 mokrých chladicích věží s přirozeným tahem a s podpůrnými ventilátory a chlazení pomocí 2 hybridních chladicích věží s podpůrnými ventilátory lze do krajiny zasadit, mezi oběma řešeními není výrazný rozdíl. V případě o něco nižších hybridních chladicích věží je výhodou do určité míry omezená viditelnost oblaku páry, na druhou stranu tyto věže zase zabírají větší plochu.

Chlazení pomocí mokrých chladicích věží s přirozeným tahem a s podpůrnými ventilátory



Obr. 29: Mokrá chladicí věž s přirozeným tahem a s podpůrnými ventilátory – vizualizace (pohled z ptačí perspektivy a z boku)

Chlazení pomocí hybridních (suchých/mokrých) chladicích věží



Obr. 30: Varianta s hybridní chladicí věží s podpůrnými ventilátory – vizualizace (pohled z ptačí perspektivy a z boku)

6.3.3 ANALÝZA NÁKLADŮ A PŘÍNOSŮ JEDNOTLIVÝCH ZPŮSOBŮ CHLAZENÍ ČERSTVOU VODOU A POMOCÍ CHLADICÍCH VĚŽÍ

Investiční a provozní náklady (náklady na fungování) obou variant lze odhadnout, naopak odhad socioekonomických a ekologických vlivů je obtížný a přínos lze těžko vyčíslit. Proto byla u obou variant zvolena taková technická řešení, která se vyznačují pokud možno stejnými riziky a stejnými možnostmi dodržení platných předpisů o ochraně životního prostředí. I když mají vlivy na životní prostředí různý charakter, podle současných poznatků lze společenské dopady považovat za

shodné. Proto lze při obdobné míře rizik a při splnitelnosti předpisů zvolit z obou variant to řešení, které bude vyžadovat nejmenší náklady.

Na základě provedených studií lze konstatovat, že jak chladicí systém s chladicími věžemi, tak systém chlazení čerstvou vodou je realizovatelný, při použití odpovídajících technických řešení lze dodržet nynější předpisy o ochraně životního prostředí, rizika, která připadají v úvahu u jednotlivých variant, jsou zvladatelná a jednotlivá řešení lze seřadit z hlediska hospodárnosti.

Z technického hlediska je účinnost plánovaných jaderných bloků a výtěžnost elektrické energie při použití systému chlazení čerstvou vodou vyšší než v případě varianty s chladicími věžemi. Využití systému chlazení čerstvou vodou podobného tomu, který je na stávajících blocích, představuje výhodu i vzhledem k již nabytým provozním zkušenostem.

Namrzání páry, která vychází z chladicích věží, může v zimním období způsobovat škody v zastavěném prostředí a představuje nebezpečí pro okolí.

Z hlediska výstavby se systém chlazení čerstvou vodou skládá v podstatě z objektů, s nimiž už jsou v Maďarsku stavební a realizační zkušenosti. Chladicí systém s mokrými chladicími věžemi takových rozměrů a s využitím technologie založené na přirozeném tahu doposud v Maďarsku vybudován nebyl.

Z hlediska ochrany životního prostředí se v případě systému chlazení čerstvou vodou nepoužívají žádné chemikálie, nebo jen minimální množství, naproti tomu chladicí systém s chladicími věžemi je spojen se značným používáním chemikálií při výrobě doplňovací chladicí vody a při chemické úpravě chladicí vody cirkulující v chladicím systému.

Z hlediska vlivů na přírodu nelze chladicí věže lépe zasadit do krajiny ani při omezené výšce věží, a to kvůli jejich vyššímu počtu. Varianty s chladicími věžemi vybavenými podpůrnými ventilátory se vyznačují podstatně větší hlučností a podstatně většími investičními i provozními náklady.

Z hlediska hospodárnosti lze konstatovat, že náklady na chladicí systém s chladicími věžemi jsou za celou dobu jeho životnosti vyšší než náklady na systém chlazení čerstvou vodou.

Výsledkem provedených studií byla volba systému chlazení čerstvou vodou – podobně, jako je tomu v současnosti u čtyř stávajících bloků. [28]

7 VLASTNOSTI A ZÁKLADNÍ ÚDAJE JADERNÉ ELEKTRÁRNY PAKS II, PLÁNOVANÉ V AREÁLU V PAKSI

7.1 VÝVOJ RUSKÝCH BLOKŮ VVER

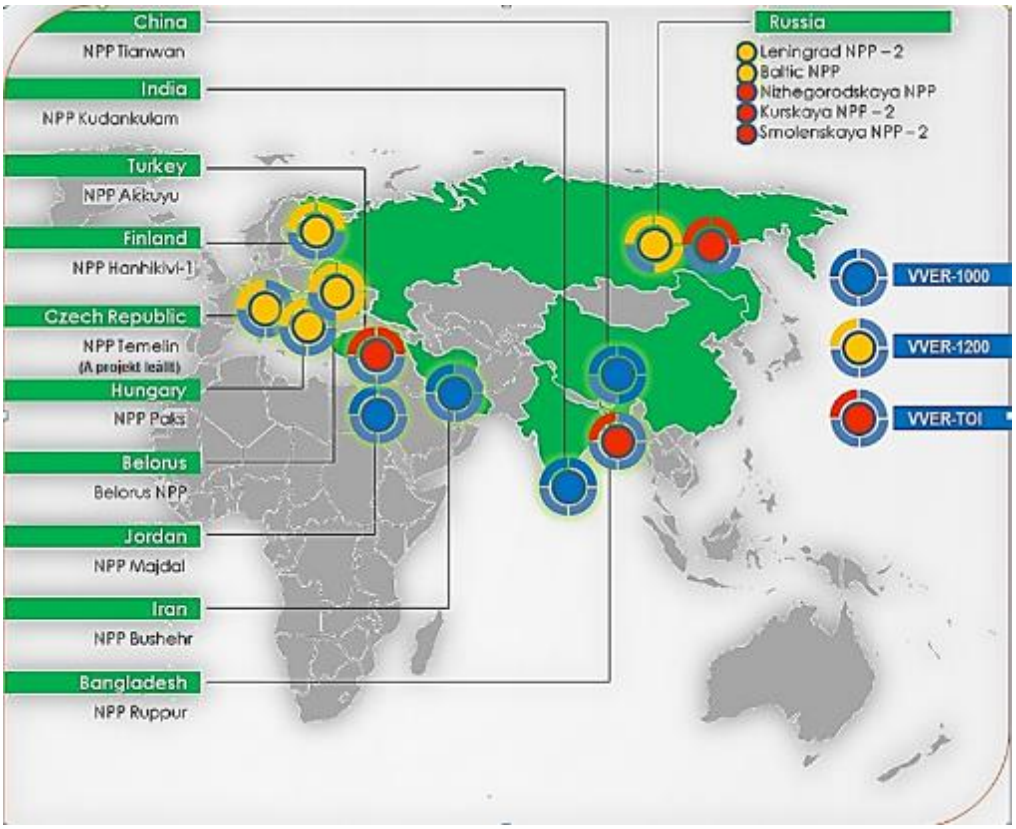
Ruský výrobce v současné době dodává typ blokuVVER-1200, který patří do generace III+.

Blok má tepelný výkon 3200 MW a hrubý elektrický výkon 1200 MW, kromě toho představuje kapacitu dodávek dálkového tepla v objemu 300 MW.

Blok je dostupný v několika variantách, přičemž rozdíly mezi jednotlivými typy jsou dány různou filosofií bezpečnostních systémů navržených různými generálními projektanty (MIR-1200 – projektován v Petrohradě, AES-2006 – projektován v Moskvě).

Na bloku VVER-1200 byly provedeny inovace zaměřené zejména na zlepšení ekonomiky provozu (jednotkového výkonu, účinnosti) a zvýšení disponibility (např. 92% faktor využití výkonu, dosažení životnosti 60 let). Vedle úprav v oblasti bezpečnosti bylo vylepšeno také fungování hlavních cirkulačních čerpadel (vyloučením olejového mazání), bylo zavedeno nové palivo obsahující spalitelný neutronový jed[4] a byla zvýšena spolehlivost parogenerátorů. V nově budovaných blocích se používá integrovaná digitální řídicí technologie.

Díky důslednému uplatňování mezinárodně uznávaných bezpečnostní norem a návrhů EUR byl blok VVER-1200 organizací EUR shledán jako vyhovující.



(A projekt leállt)	(Projekt zastaven)

Obr. 31: Budované a plánované ruské bloky VVER[7]

Po dvou blocích typu VVER-1200 se staví v Ruské federaci jednak v Leningradské jaderné elektrárně (Sosnovyj Bor), jednak v Jaderné elektrárně Novovoroněž. Jejich uvedení do provozu se předpokládá přibližně v letech 2018–2019.

Ruská federace plánuje značné rozšíření svých jaderných kapacit právě s využitím typu VVER-1200: podle plánů se má do roku 2020 vybudovat kapacita 20. 000 MWe (17 bloků). [29]

[4] *Jako neutronové jedy se označují prvky, které pohlcují neutrony (čímž snižují multiplikační faktor), aniž by přispívaly k řetězové reakci.*

7.2 VLASTNOSTI RUSKÝCH BLOKŮ PLÁNOVANÝCH PRO AREÁL V PAKSI

7.2.1 HLAVNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY

Hlavní technické parametry bloků VVER-1200 jsou představeny v následující tabulce:

Tepelný výkon reaktoru	3200 MW_{th}
Čistý výkon na výstupu (závisí na zvolených technologiích sekundárního okruhu)	1113 MWe
Životnost	60 let
Projektovaný faktor využití výkonu	>90 %
Plánované roční odstávky z důvodu generálních oprav	20 dnů
Vlastní spotřeba	7,1 %
Druh použitelného paliva	UO_2
Palivový cyklus –doba pobytu jedné kazety v reaktoru	54 měsíce (3 x 18 měsíců)
Délka kampaně	18 měsíců
Spotřeba paliva	40,58 t UO_2/ 18 měsíců
Spotřeba palivových článků (palivo + kazeta)	56,4 t / 18 měsíců
Počet čerstvých kazet při překládce (rovnovážný)	76 ks
Průměrná míra obohacení čerstvých kazet	4,95 % (^{235}U)
Průměrné vyhoření palivové kazety	47,5 MWden / kgU
Regulovatelnost	od 50 % do 100 %, max. 250krát ročně
Počet smyček a hlavních cirkulačních čerpadel (HCČ)	4,4 HCČ
Tlak v primárním okruhu	162 bar
Teplota na vstupu do reaktoru / na výstupu z reaktoru	298,2 / 328,9 °C
Parogenerátory	4 ks, vodorovné
Výstupní tlak parogenerátoru	62,7 bar
Celkový objemový průtok chladicího média primárního okruhu	86. 000 m^3/h

Tabulka 11: Hlavní technické parametry bloku VVER-1200 [13], [30], [31]

7.2.2 BEZPEČNOSTNÍ CÍLE A PROJEKTOVÁ ŘEŠENÍ

Bezpečnostní cíl, jehož má být dosaženo	Projektové řešení použité k dosažení cíle, případně postup pro zmírnění následků
Zvládání havárií projektových havárií	– *dvojitý kontejnment* – *chladicí systém* – *chladicí systém kontejnmentu* – *rekombinátory vodíku* – *lapač aktivní zóny*
Prevence vysokotlakých procesů vedoucích k předčasnému vzniku závady na kontejnmentu	– *redukční ventily* – *chladicí systém*
Nakládání se vznikajícím vodíkem	– *rekombinátory*
Zachycení a ochlazení roztavené aktivní zóny	– *lapač aktivní zóny*
Snížení tlaku v kontejnmentu	– *velkoplošné chladiče (0–24 hodiny)* – *mobilní zařízení (24–72 hodiny)*

Tabulka 12: Projektová řešení použitá k dosažení cílů, případně postupy pro zmírnění následků [13], [30]

Jaderné systémy bloku jsou uloženy ve dvojitém kontejnmentu. Vnitřní stěna zajišťuje hermetické utěsnění kontejnmentu, zatímco vnější stěna chrání hermeticky uzavřený prostor před vnějšími vlivy (např. před nárazem letadla). Spodní část kontejnmentu slouží jako tzv. past na jádro, tj. lapač roztavené aktivní zóny.

Bezpečnostní systémy, z nichž každý má 100% kapacitu, jsou uspořádány do čtyř vzájemně nezávislých kanálů. Napájení každého bezpečnostního kanálu zajišťuje vždy jeden dieselový generátor o výkonu 7,5 MW.

V případě poruch jsou kromě systémů zajišťujících chlazení reaktoru a primárního okruhu k dispozici také 4 vysokotlaké hydroakumulátory, jejichž úkolem je v počátečních fázích poruch spojených s velkou ztrátou teplonosné látky primárního okruhu bez zásahu obsluhy udržovat aktivní zónu ponořenou ve vodě do té doby, než začnou plnit svoji úlohu aktivní systémy havarijních chladicích systémů zóny.

7.3 PALIVO

Plánovaným palivem pro nové jaderné bloky, jejichž výstavba se plánuje v areálu v Paksi, je obohacený oxid uraničitý.

Palivo bude do areálu dopravováno v kontejnerech odpovídajících příslušným právním předpisům, typicky po železnici.

První náplň paliva bude do areálu dopravena asi 1–1,5 roku před zahájením komerčního provozu. Čerstvé palivo potřebné jako náhrada za vyhořelé palivo (pro překládku) bude po dobu projektované 60leté životnosti dodáváno jednou za 18 měsíců. Jako strategická rezerva bude v areálu uskladněno čerstvé palivo v množství odpovídajícím dvěma překládkám pro každý blok.

Vyhořelé palivové kazety budou po vyjmutí z reaktoru umístěny do **bazénu vyhořelého paliva**, kde je zajištěno **odvádění zbytkového tepla**, dokud se jeho velikost nesníží na hodnotu, při níž lze palivový článek přechovávat v suchém meziskladu. V bazénu vyhořelého paliva smí palivová kazeta setrvat maximálně 10 let.

Po přechovávání v bazénu vyhořelého paliva se vyhořelé palivové články uloží do meziskladu. V současné době existují dvě možnosti tohoto uložení:

- Použité palivové kazety se odvezou na území Ruské federace za účelem dočasného technologického uložení, nebo technologického uložení a přepracování. Použité palivové kazety, resp. v případě přepracování jaderný odpad, budou na území Ruské federace uloženy po stejně dlouhou dobu, jakou dohoda (smlouva) uvedená v článku 7 odstavci 1 stanoví jako trvání dodávek jaderného paliva (20 let), následně budou převezeny zpět do Maďarska.
- Přechodné uložení použitých palivových kazet v Maďarsku.

S ohledem na projektovanou životnost nových bloků a doby zakotvené v mezistátní smlouvě počítáme **s přechodným uložením vyhořelých palivových kazet v Maďarsku**, a to v areálu bloků, nebo v jeho těsném sousedství. Přechodné uložení bude trvat tak dlouho, dokud nebude zajištěno buď místo pro definitivní uložení kazet tak, jak jsou, nebo místo v Maďarsku pro definitivní uložení vysoce aktivních odpadů pocházejících z přepracování kazet.

Počítáme s tím, že po přechodném uložení budou vyhořelé palivové kazety **definitivně uloženy v Maďarsku tak, jak jsou**, a to z následujících důvodů:

- V současnosti není splněna jedna z podmínek, které zákon č. CXVI z roku 1996 o jaderné energii předepisuje pro zahraniční definitivní uložení odpadu vzniklého v Maďarsku, totiž že provoz úložiště radioaktivního odpadu má být povolen pro radioaktivní odpad, který je předmětem převozu, a toto úložiště má být provozováno už před převozem.
- Vzhledem k délce projektované životnosti lze zpochybnit dlouhodobou realizovatelnost ostatních možností a tyto možnosti s sebou nesou značná rizika.

7.4 PRIMÁRNÍ OKRUH

Plánované nové jaderné bloky lze z hlediska procesu výroby elektrické energie rozdělit na dvě hlavní části: primární okruh a sekundární okruh.

Teplo, které vzniká v aktivní zóně reaktoru, odvádí primární okruh do parogenerátoru, pára vznikající v parogenerátoru následně při přeměně energie na turbíně sekundárního okruhu vykonává práci, a tím v generátoru napojeném na turbínu vzniká elektrická energie.

7.5 SEKUNDÁRNÍ OKRUH

Úkolem sekundárního okruhu je přeměňovat tepelnou energii vyrobenou v reaktoru na kinetickou a posléze elektrickou energii. Napájecí voda proudící na sekundární straně je zahřívána a uváděna do varu vodou primárního okruhu, která má teplotu 300–320 °C a cirkuluje ve výměníkových trubkách parogenerátorů.

Pára vystupující z parogenerátoru je hnána na turbínu, kde svou kinetickou energií pohání rotor turbíny. V turbíně jsou na společném hřídeli umístěny rotory vysokotlakého a nízkotlakého dílu a generátoru. Ve vysokotlakém dílu turbíny se teplota páry sníží a její obsah vlhkosti se výrazně zvýší. Proto pára před vstupem do nízkotlakého dílu prochází tzv. odlučovačem kapeka přehřívačem páry, kde se z ní odstraní kapky, které poškozují lopatky turbíny.

Pára, která již vykonala svoji práci (použitá pára), putuje do kondenzátoru, kde tenkými trubkami v počtu několika tisíc proudí chladicí voda. Na chladicích trubkách pára při teplotě kolem 25 °C kondenzuje a následně ji napájecí čerpadla přes několikastupňový předehřívač, jehož účelem je zvýšení účinnosti, vracejí do parogenerátoru.

Účinnost parního cyklu je ~37 %.

7.6 CHLADICÍ SYSTÉMY

Vedle produkce elektrické energie bude v plánovaných nových jaderných blocích jak v primárním, tak i v sekundárním okruhu vznikat teplo, jehož nelze využít k výrobě elektrické energie a jehož odvádění zajistí chladicí systémy.

Chladicí systémy plánovaných nových jaderných bloků lze rozdělit na tři hlavní části.

Úkolem ***kondenzátorového vodního chladicího systému*** je odvod kondenzačního tepla cirkulující páry z *kondenzátorů,* umístěných v *sekundárních okruzích* jaderných bloků, a to pomocí mechanicky filtrované vody z Dunaje, která proudí povrchovými kondenzátory.

Úkolem ***technologického vodního chladicího systému*** je odvod tepla vznikajícího v *pomocných systémech sekundárního okruhu*. V technickém řešení plánovaných nových jaderných bloků technologický vodní chladicí systém odvádí odpadní teplo z agregátu turbíny a generátoru, z napájecího čerpadla a z vysokovýkonných elektromotorů prostřednictvím vloženého uzavřeného chladicího okruhu. Technologický vodní chladicí systém odbočuje ve strojovně turbíny z kondenzátorového chladicího systému a oteplená technologická chladicí voda se odvádí do Dunaje společně s chladicí vodou oteplenou v kondenzátoru.

Bezpečnostní vodní chladicí systém má za úkol zásobovat chladicí vodou ty spotřebiče (zařízení) primárního okruhu nové jaderné elektrárny, které za normálního provozu primárního okruhu vyžadují neustálé chlazení. Úkolem bezpečnostního vodního chladicího systému je dále zchladit primární okruh bloku za normálního provozu a při poruše a následně po zchlazení primárního okruhu zajistit odvod zbytkového tepla paliva z reaktoru, z překládkových zařízení a z bazénu vyhořelého paliva. Bezpečnostní vodní chladicí systém může pracovat ve dvou režimech. Při jednom z nich předává teplo prostřednictvím chladicích článků s nuceným tahem do okolního ovzduší, zatímco druhý možný režim odvádí teplo chlazením čerstvou vodou, takže konečným příjemcem tepla je v tomto případě Dunaj. V základní situaci bezpečnostní vodní chladicí systém pracuje v režimu chlazení čerstvou vodou odebíranou z Dunaje, ale pokud z jakéhokoliv důvodu (např. extrémní povětrnostní podmínky, extrémní vodní stavy Dunaje, poškození vodních objektů s následkem ztráty jejich bezpečnostní funkce) není schopen zastávat své bezpečnostní funkce v režimu chlazení čerstvou vodou, přejde do režimu chladicích článků. V závislosti na projektu, který bere v úvahu podmínky v areálu, bude bezpečnostní vodní chladicí systém plánovaných nových jaderných bloků po značnou část jejich životnosti pracovat v režimu chlazení čerstvou vodou.

7.6.1 ODBĚR VODY Z DUNAJE

V závislosti na dvojím pracovním režimu bezpečnostního vodního chladicího systému bude množství vody odebírané z Dunaje 64,15 m^3/s, resp. 66,01 m^3/s v případě jednoho bloku a 128,3 m^3/s, resp. 132,02 m^3/s v případě dvou bloků. Z hlediska vlivů způsobených čerpáním a zpětným vypouštěním dunajské vody byly v úvahu brány vyšší z uvedených hodnot.

Pro situaci, kdy bezpečnostní vodní chladicí systém bude pracovat *v režimu chlazení čerstvou vodou*, je celkové množství surové vody odebírané z Dunaje (chladicí vody pro chlazení kondenzátoru, chladicí vody pro technologické chlazení, chladicí vody pro bezpečnostní chlazení a vody pro úpravnu doplňovací vody) uvedeno v následující tabulce:

Označení	Jednotka	1 x 1200 MW_e	2 x 1200 MW_e
Chladicí voda pro chlazení kondenzátoru*	m^3/s	61,5	123
Chladicí voda pro technologické chlazení (sekundárního okruhu) [31]	m^3/s	2,6	5,2
Chladicí voda pro bezpečnostní chlazení (primárního okruhu) [31]	m^3/s	1,9	3,8
Surová voda na přípravu doplňovací (demineralizované) vody	m^3/s	0,01	0,02
Celkový odběr z Dunaje	m^3/s	66,01	132,02
Maximální spotřeba chladicí vody za rok (8760 h)	miliarda m^3/rok	2,08	4,16

Tabulka 13: Množství vody odebíraná z Dunaje v případě, že bezpečnostní chladicí systém pracuje v režimu chlazení čerstvou vodou

7.6.2 KONDENZÁTOROVÝ VODNÍ CHLADICÍ SYSTÉM

Kondenzátorový vodní chladicí systém – podobně, jako je tomu v současnosti u čtyř stávajících bloků jaderné elektrárny – odvádí potřebné teplo prouděním vody z Dunaje přes kondenzátor. Voda se pomocí čerpadel umístěných v čerpací stanici odebírá z Dunaje a pak se přes odpovídající filtry dopravuje potrubím až ke kondenzátorům ve strojovně turbíny příslušného bloku.

Ze zkoumaných variant kondenzátorového vodního chladicího systému pro nové jaderné bloky bylo s ohledem na technická hlediska, hlediska hospodárnosti, ochrany životního prostředí a ochrany přírody zvoleno zásobování chladicí vodou s odběrem v zátoce a pro odvádění teplé vody bylo zvoleno překřížení stávajícího studenovodního kanálu a rozšíření stávajícího teplovodního kanálu.

Předpokládaný objemový průtok kondenzátorového vodního chladicího systému, který kondenzátor vyžaduje při kondenzátorovém teplotním skoku Δt = 8 °C a při nutnosti odvést z kondenzátorů každého bloku teplo v hodnotě ≈2 075 MW_{th}, je v případě jednoho bloku za normálního provozu 61,5 m^3/s, v případě dvou bloků za normálního provozu 123 m^3/s.

Výkon bloků	Jednotka	1 x 1200 MW_e	2 x 1200 MW_e
Objemový průtok chladicí vody [31]	m^3/s	61,5	123
Objemový průtok chladicí vody	m^3/h	221. 400	442. 800
Oteplení chladicí vody v kondenzátoru [31]	°C	8	8
Maximální spotřeba chladicí vody za rok (8760 h)	miliarda m^3/rok	1,94	3,88

Tabulka 14: Parametry kondenzátorového vodního chladicího systému

7.6.3 TECHNOLOGICKÝ VODNÍ CHLADICÍ SYSTÉM (SEKUNDÁRNÍHO OKRUHU)

Nároky na chlazení, které má sekundární okruh jaderné elektrárny mimo chlazení kondenzátoru, pokrývá technologický vodní chladicí systém. Chladicí voda potřebná pro technologický vodní chladicí systém je až do strojovny turbíny přiváděna kondenzátorovým chladicím systémem a odtud je odbočkou, pomocí náležitě konstruovaného čerpadla na zvýšení tlaku hnána k jednotlivým spotřebičům technologického vodního chladicího systému. Chladicí voda oteplená v technologickém vodním chladicím systému se za kondenzátorem vrací do teplovodní větve kondenzátorového vodního chladicího systému. Technologická chladicí voda se odvádí do Dunaje spolu s kondenzátorovou chladicí vodou. Chladicím médiem technologického vodního chladicího systému je voda z Dunaje, která se kromě filtrace prováděné v kondenzátorovém vodním chladicím systému nechává proudit ještě přes další, jemnější mechanické filtry, aby se zajistilo bezpečné fungování výměníků tepla. Na straně ochlazovaného média ve výměnících technologického vodního chladicího systému (tj. ve vloženém uzavřeném chladicím systému strojovny turbíny) cirkuluje demineralizovaná voda.

Konstrukce technologického vodního chladicího systému zajišťuje 2 x 100% výkon, nejdůležitější prvky systému jsou paralelně zdvojeny, s náležitými příčnými propojkami.

Předpokládaná spotřeba chladicí vody v technologickém vodním chladicím systému je v případě jednoho bloku za normálního provozu 9. 360 m^3/h, v případě dvou bloků za normálního provozu 18. 720 m^3/h. Spotřeba chladicí vody při přechodných provozních stavech (např. při najíždění nebo odstávce) se zásadně neliší od spotřeby chladicí vody za normálního provozu. Množství technologické chladicí vody bylo stanoveno pro odváděný tepelný výkon ≈86,6 MW_{th} z každého bloku a pro oteplení o 8 °C, shodné s oteplením kondenzátorové chladicí vody.

Výkon bloků	Jednotka	1 x 1200 MW_e	2 x 1200 MW_e
Objemový průtok technologické chladicí vody za normálního provozu	m^3/s	2,6	5,2
Objemový průtok technologické chladicí vody za normálního provozu	m^3/h	9. 360	18. 720
Oteplení chladicí vody v technologickém vodním chladicím systému	°C	8	8
Maximální roční spotřeba technologické chladicí vody	milion m^3/rok	82	164

Tabulka 15: Parametry technologického vodního chladicího systému [32]

7.6.4 BEZPEČNOSTNÍ VODNÍ CHLADICÍ SYSTÉM

Chlazení pomocných systémů primárního okruhu nové jaderné elektrárny budou zajišťovat tzv. bezpečnostní vodní chladicí systémy, vytvořené zvlášť pro každý blok. K jednomu bloku patří čtyři vzájemně nezávislé, ale funkčně zcela shodné systémy, z nichž za normálního provozu pracuje jeden redundantní systém a v přechodném provozním stavu dva systémy.

Tento systém je nezávislý na kondenzátorovém vodním chladicím systému a technologickém vodním chladicím systému sekundárního okruhu, společné objekty se předpokládají v zásobování chladicí vodou a v jejím odvádění.

Předpokládaná spotřeba chladicí vody v bezpečnostním vodním chladicím systému je v případě jednoho bloku za normálního provozu 6. 840 m³/h, v případě dvou bloků 13. 680 m³/h, při přechodných provozních stavech (např. při najíždění nebo odstávce) 13. 680 m³/h na jeden blok. Jelikož se z provozních důvodů nepředpokládá, že by byly v přechodném provozním stavu dva bloky současně, předpokládaná současná spotřeba dvou bloků nepřekročí objemový průtok 20. 520 m³/h. Množství chladicí vody v bezpečnostním vodním chladicím systému bylo stanoveno pro oteplení o 8 °C, shodné s oteplením kondenzátorové chladicí vody.

Výkon bloků	Jednotka	1 x 1200 MW_e	2 x 1200 MW_e
Objemový průtok bezpečnostní chladicí vody za normálního provozu	m³/s	1,9	3,8
Objemový průtok bezpečnostní chladicí vody za normálního provozu	m³/h	6. 840	13. 680
Objemový průtok chladicí vody při přechodných provozních stavech	m³/h	13. 680	20. 520
Oteplení chladicí vody v bezpečnostním vodním chladicím systému	°C	8	8

Tabulka 16: Parametry bezpečnostního vodního chladicího systému

Chlazení pomocí chladicích článků s nuceným tahem

V jednom z možných pracovních režimů bezpečnostní vodní chladicí systém předává teplo prostřednictvím chladicích článků s nuceným tahem do okolního ovzduší, takže konečným příjemcem tepla je ovzduší. V tomto režimu bezpečnostní vodní chladicí systém neodebírá teplo prouděním vody čerpané z Dunaje, tudíž odebrané teplo se nedostává do Dunaje. V tomto případě lze bezpečnostní vodní chladicí systém považovat za kvazi uzavřený, přičemž objemové proudění chladicí vody představuje chladicí voda cirkulující mezi bezpečnostními chladicími články a tepelnými výměníky bezpečnostního vodního chladicího systému. Poté, co je systém naplněn při najíždění, je nutné pouze doplňovat ztráty vody způsobené odpařováním, strháváním kapek a odkalováním, což zajišťuje technologie úpravy doplňovací chladicí vody. Roční množství doplňovací chladicí vody je minimální, neboť provoz bezpečnostních chladicích věží lze předpokládat maximálně po dobu jednoho měsíce ročně, takže s tím spojená spotřeba vody z Dunaje je ve srovnání s odběry pro účely ostatního chlazení zanedbatelná.

Výkon bloků	Jednotka	1 x 1200 MW_e	2 x 1200 MW_e
Množství doplňovacíchladicí vody	m³/s	0,04	0,08
Maximální roční spotřeba doplňovacíchladicí vody (spotřeba vody z Dunaje pro účely bezpečnostního chlazení)	milionm³/rok	≈0,1	≈0,2

Tabulka 17: Množství vody doplňované do bezpečnostního vodního chladicího systému při využití bezpečnostních chladicích věží

Chladicí věže s uzavřenými články a s nuceným tahem, které odevzdávají teplo bezpečnostního vodního chladicího systému, mají pro každý blok pokrytí 4 x 100 %. (Velikost rezervy lze definitivně stanovit na základě výsledků bezpečnostních analýz pro daný areál.) Za normálního provozu je pro každý blok aktivní jedna bezpečnostní chladicí věž a ostatní tvoří rezervu, zatímco při najíždění, odstávce a ochlazování bloků po odstavení jsou v provozu dvě bezpečnostní chladicí věže na jeden blok.

Čtyři bezpečnostní chladicí věže každého bloku jsou umístěny vedle kontejnmentu. Bezpečnostní chladicí věže mají půdorysnou plochu přibližně 17 x 35 m a jejich celková výška je asi 15 m, z čehož výška chladicích článků tvoří asi 13 m a koruna věže vystupuje do výšky asi 2 m nad chladicí články. Vedle chladicích věží se nachází čerpadlová stanice bezpečnostního chlazení, která zajišťuje cirkulaci chladicí vody mezi bezpečnostními systémy a chladicí věží. Bezpečnostní chladicí věže jsou opatřeny zdvojenými články, v každém chladicím článku se nacházejí dva systémy rozvodu vody a dva ventilátory.

Chladicí voda oteplená v bezpečnostních systémech primárního okruhu se odvádí do bezpečnostních chladicích článků a pomocí trysek se rovnoměrně rozprašuje po chladicí výplni. Vodní film vytvořený na chladicí výplni se ochlazuje působením okolního vzduchu, který protisměrně proudí chladicí výplní. Aby se omezilo strhávání kapek, k němuž dochází při proudění vzduchu vlhkou chladicí výplní, používají se odlučovače kapek, umístěné nad chladicími výplněmi nebo nad tryskami. Ochlazená chladicí voda se z chladicí výplně dostává do bazénu na chladicí vodu, odkud je cirkulačními čerpadly na chladicí vodu dopravována zpět k bezpečnostním systémům primárního okruhu. Doplnění ztrát vody způsobených odpařováním a odkalováním zajišťuje systém úpravy doplňovací chladicí vody, v němž se zároveň přidává také chemická látka nutná pro spolehlivé fungování systému.

Chlazení čerstvou vodou

Ve druhém možném pracovním režimu bezpečnostní vodní chladicí systém odebírá teplo prouděním vody čerpané z Dunaje, takže odebrané teplo je teplovodním kanálem odváděno do Dunaje. V tomto případě lze bezpečnostní vodní chladicí systém považovat za otevřený a objemový průtok chladicí vody představuje voda z Dunaje, která je z řeky

odebírána v čerpací stanici bezpečnostní chladicí vody a následně proudí tepelnými výměníky bezpečnostního vodního chladicího systému. Maximální roční spotřeba chladicí vody se vztahuje na 8760 h provozu. Mohou se totiž vyskytnout provozní roky, kdy bezpečnostní vodní chladicí systém po celý rok pracuje v režimu chlazení čerstvou vodou.

Výkon bloků	Jednotka	1 x 1200 MW_e	2 x 1200 MW_e
Objemový průtok bezpečnostní chladicí vody za normálního provozu (cirkulující chladicí voda nebo voda z Dunaje)	m^3/s	1,9	3,8
Maximální roční spotřeba bezpečnostní chladicí vody (v případě odběru z Dunaje)	milion m^3/rok	59,9	119,8

Tabulka 18: Množství bezpečnostní chladicí vody v případě chlazení čerstvou vodou

Způsob chlazení lze definitivně stanovit až na základě výsledků technických a bezpečnostních analýz provedených pro daný areál a v případě potřeby může být chlazení bezpečnostních systémů realizováno pomocí bazénu na chladicí vodu vybaveného rozprašovacím chladičem nebo pomocí dodávek chladicí vody z čerpací stanice nezávislé na kondenzátorovém vodním chladicím systému.

Bezpečnostní vodní chladicí systém musí splňovat požadavek předepsaný agenturou IAEA i Pravidly jaderné bezpečnosti, podle něhož musí být i v případě výpadku normálního provozního pohlcování tepla zajištěn odvod zbytkového tepla reaktoru, a to i v případě, že taková situace nastane v důsledku vnějších vlivů [zemětřesení, extrémních povětrnostních podmínek (extrémního mrazu, síly větru, sněžení), nárazu letadla, požáru apod.]. [32]

7.6.5 VODNÍ OBJEKTY CHLADICÍCH SYSTÉMŮ

Rozšířený stávající studenovodní kanál

Stávající studenovodní kanál budou společně využívat bloky Jaderné elektrárny Paks i Jaderné elektrárny Paks II. Aby v roce 2030, kdy začne souběžný provoz stávajících 4 bloků a plánovaných 2 nových bloků, bylo studenovodním kanálem přiváděno dostatečné množství chladicí vody, musí být studenovodní kanál v délce přibližně 1300 m rozšířen.

Čerpací stanice

Nejvhodnějším místem pro umístění nové čerpací stanice pro zásobování nových jaderných bloků je volná plocha na břehu stávajícího studenovodního kanálu Jaderné elektrárny Paks, asi 150 m severně od stávající čerpací stanice. Čerpací stanice bude zahrnovat čerpadla a filtrační systémy kondenzátorové chladicí vody v provedení 3 x 33 %, nebo 4 x 25 % pro každý blok (pro dva bloky tedy 6–8 paralelních systémů). V čerpací stanici budou umístěny česle s mechanickým čištěním, pásový filtr a rošty odpovídajícího provedení.

V případě, že bude bezpečnostní vodní chladicí systém pracovat v režimu chlazení čerstvou vodou, budou vodu z Dunaje odebírat čerpadla bezpečnostní chladicí vody, která budou v budově čerpací stanice umístěna v počtu čtyř pro každý blok. V závislosti na projektu, který zohlední podmínky daného areálu, bude čerpací stanice bezpečnostního vodního chladicího systému pracovat pravděpodobně po značnou část doby provozu.

Potrubí chladicí vody

Chladicí voda pro kondenzátorový vodní chladicí systém (zahrnující i chladicí vodu pro technologický vodní chladicí systém) bude mezi čerpací stanicí a strojovnou turbíny veda podzemním potrubím po trase dlouhé asi 300–400 m. Množství chladicí vody v chladicím systému odpovídají pro každý blok 3 potrubí o průměru 3,2–4 m.

Chladicí voda pro bezpečnostní vodní chladicí systém bude až po strojovnu turbíny vedena souběžně s kondenzátorovým vodním chladicím systémem, dále pak bude pokračovat po samostatné trase do budovy, v níž bude bezpečnostní vodní chladicí systém umístěn. Množství chladicí vody v bezpečnostním vodním chladicím systému odpovídají pro každý blok 4 potrubí o průměru 0,5–0,8 m.

Kondenzátory turbíny a tepelné výměníky chladicího systému

Při průtoku kondenzátorovým vodním chladicím systémem chladicí voda v kondenzátorech turbíny odebere teplo, které má být odebráno v průběhu kondenzace páry vstupující do kondenzátoru. Odebrané teplo zahřeje chladicí vodu, která proudí trubkami kondenzátoru. Ve výpočtovém stavu činí oteplení chladicí vody v kondenzátoru 8 °C.

V případě technologického a bezpečnostního vodního chladicího systému chladicí voda, která proudí tepelnými výměníky, odebere teplo od vloženého uzavřeného chladicího systému navazujícího na technologický, resp. bezpečnostní chladicí

systém. Odebrané teplo zahřeje chladicí vodu (vodu z Dunaje), která proudí trubkami výměníku. Ve výpočtovém stavu činí předpokládané oteplení chladicí vody v technologickém i bezpečnostním chladicím systému 8 °C, tj. podobně jako v případě kondenzátorového chladicího systému.

Uzavřené teplovodní kanály

Od strojovny turbíny po studenovodní kanál, pak po akvaduktu přes studenovodní kanál a za akvaduktem až po přepad pro udržování konstantní hladiny bude oteplená chladicí voda vedena železobetonovým kanálem, jehož trasa měří asi 500 m. Oteplená chladicí voda zahrnuje oteplenou technologickou chladicí vodu, která se připojuje ve strojovně turbíny, a oteplenou bezpečnostní chladicí vodu, která se připojuje mimo strojovnu (pracuje-li bezpečnostní chladicí systém v režimu chlazení čerstvou vodou). Množství chladicí vody ve vodním chladicím systému odpovídají pro každý blok 2 železobetonové kanály o průřezu 5 x 3 m.

Akvadukt

Přes stávající studenovodní kanál a dále až po přepad pro udržování konstantní hladiny bude oteplená chladicí voda vedena po novém akvaduktu odpovídající konstrukce. Akvadukt bude vybudován z prefabrikovaných železobetonových dílů a jeho pilíře budou umístěny v korytě stávajícího studenovodního kanálu. Šířka akvaduktu bude přibližně 25–30 m a největší rozpětí mostního pole nepřesáhne 50 m.

Přepad pro udržování konstantní hladiny

Přepad pro udržování konstantní hladiny má za úkol zajistit, aby byl v kondenzátoru na straně chladicí vody tlak potřebný pro spolehlivé fungování kondenzátorového vodního chladicího systému a aby bylo možné přimíchávat teplou vodu zpět do studenovodního kanálu.

Nový nekrytý kanál s lichoběžníkovým profilem

Od přepadu pro udržování konstantní hladiny po stávající teplovodní kanál je nutno zřídit nový úsek nekrytého železobetonového teplovodního kanálu s lichoběžníkovým profilem a s novou kalhotovou tvarovkou, která teplou vodu z nových bloků napojí na stávající teplovodní kanál. V novém nekrytém kanálu poteče teplá voda samospádem v úseku dlouhém přibližně 500 m směrem ke stávajícímu teplovodnímu kanálu. Plánovaná šířka dna nového nekrytého kanálu je 16 m, šířka kanálu je 80 m (šířka koruny je 50 m), sklon svahu je 1: 2 a průměrná výška vodního sloupce přibližně 2,5–3 m.

Rozšířený stávající teplovodní kanál

Za novou kalhotovou tvarovkou bude oteplená chladicí voda pokračovat náležitě rozšířeným profilem stávajícího teplovodního kanálu až k vypouštěcí stanici. V rozšířeném teplovodním kanále poteče oteplená chladicí voda zpět do Dunaje samospádem.

Stávající teplovodní kanál byl při výstavbě Jaderné elektrárny Paks vytvořen tak, aby postačoval pro odvod teplé vody v množství odpovídajícím potřebě Jaderné elektrárny Paks a tehdy plánovaného rozšíření o výkon 2 x 1000 MW. Proto byl teplovodní kanál dimenzován na kapacitu 220 m^3/s. Vhodnost teplovodního kanálu pro plánované bloky o výkonu 2 x 1200 MW byla zkoumána se zohledněním předpokládaných vodních stavů na Dunaji a omezujícího vlivu, který má na maximální výšku hladiny v teplovodním kanále stávající přepad pro udržování konstantní hladiny pro potřeby Jaderné elektrárny Paks.

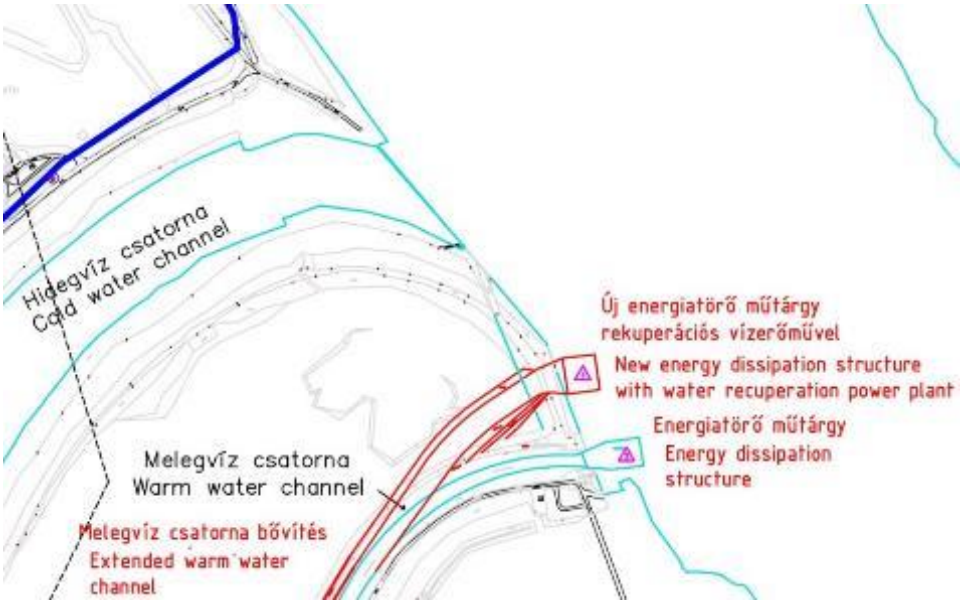
Aby v roce 2030, kdy už budou zároveň v provozu stávající 4 bloky i plánované 2 nové bloky, byl teplovodní kanál schopen odvádět teplou vodu ze všech šesti bloků, je nutné jej rozšířit. Vzhledem k tomu, že množství vody z bloků fungujících po roce 2025 by výrazně zvýšilo hladinu v teplovodním kanálu a znesnadnilo provádění prací na jeho rozšíření, je vhodné toto rozšíření, ačkoliv je nutné až pro stav po roce 2030, provést už před spuštěním prvního nového bloku, tj. před rokem 2025.

Stávající vývar s druhým bodem zaústění

Zaústění teplé vody do Dunaje lze provést pomocí nového vývaru, který bude zkonstruován tak, aby odpovídal množství teplé vody ze stávajících 4 bloků i z plánovaných 2 nových bloků.

Vytvoření druhého bodu zaústění má ve srovnání s rozšířením stávajícího vývaru několik výhod. Pomocí objektu, který bude zřízen u druhého zaústění, v prostoru ohraničeném ústím studenovodního kanálu a ústím teplovodního kanálu, a

pomocí rekuperační elektrárny umístěné v tomto objektu, lze zlepšit promíchávání vypouštěné teplé vody v Dunaji a získat zpět značné množství elektrické energie, při současné minimalizaci dopadů na území zařazená do soustavy Natura 2000.



hidegvíz csatorna	studenovodní kanál
melegvíz csatorna	teplovodní kanál
melegvíz csatorna bővítés	rozšíření teplovodního kanálu
új energiatörő műtárgy rekuperációs vízerőművel	nový vývar s rekuperační vodní elektrárnou
energiatörő műtárgy	vývar

Obr. 32: Plánek stávajícího vývaru a druhého, nového bodu zaústění

7.6.5.1 Rekuperační vodní elektrárna

Vzdutím teplovodního kanálu vycházejícího z jaderné elektrárny lze v místě jeho ústí do Dunaje vytvořit dostatečně velký spád pro provoz vodních turbín o celkovém nominálním instalovaném výkonu ~7–8 MW. Vezmeme-li v úvahu vodní režim Dunaje a provoz bloků, může se roční produkce elektrické energie pohybovat kolem 35 GWh.

Vzdutí horní hladiny nad rekuperační vodní elektrárnou se dosáhne pomocí přehradní hráze vybudované na konci teplovodního kanálu, v níž budou umístěny vodní turbíny a bezprostřední pomocná zařízení. Mezi ně patří uzavírací mechanismy určující cestu vody a jejich ovládací prvky, zdvihací zařízení potřebná pro obsluhu a údržbu a pomocné objekty. V samostatné elektro budově vedle vodní elektrárny budou umístěna elektrická zařízení, řídicí technika, rozvaděče a transformátory. Sem povedou kabely zajišťující kontakt s elektrárnou a vedení pro přenos vyrobené elektřiny. Budou zde umístěna také zařízení pro dodávky pomocné energie, kompresor a olejová stanice.

Rekuperační vodní elektrárna bude vybavena takovým přepadem, který bude i při výpadku nebo údržbě vodních turbín schopen bez jakéhokoliv zpětného vlivu odvádět a bezpečně dopravit do Dunaje maximální možné množství chladicí vody přitékající z jaderné elektrárny.

Vodní elektrárna bude samostatným objektem ohrazeným plotem a nebude vyžadovat trvalou přítomnost obsluhy. Ostrahu majetku zabezpečí fyzická překážka a signalizační systém.

7.7 POMOCNÉ SYSTÉMY A POMOCNÉ OBJEKTY

7.7.1 DEMINERALIZOVANÁ VODA

V souvislosti s rozšířením o plánované bloky se počítá s výstavbou nové úpravny vody s kapacitou 3 x 100 %, nutnou pro zajištění potřebných redundancí. Nejdůležitější prvky systému budou paralelně ztrojeny, s náležitými příčnými propojkami.

Technologický postup úpravy doplňovací vody se skládá z následujících dílčích procesů: čeření, multimediální filtrace, membránové demineralizace a v případě potřeby dodatečné demineralizace pomocí iontové výměny. Postup membránové demineralizace se dále dělí na tři části: ultrafiltraci, demineralizaci na principu reverzní osmózy a elektrodeionizační demineralizaci. Podstatnou část úpravy doplňovací vody tvoří membránová demineralizace, jejíž důležitou charakteristikou je, že ve srovnání s klasickým postupem dekarbonizace a demineralizace pomocí iontové výměny se při ní používá o

jeden řád méně chemikálií, takže jejím využitím lze značně snížit množství chemikálií vypouštěných se vznikajícími odpadními vodami. Úpravna doplňovací vody zajišťuje potřebnou doplňovací chladicí vodu pro chladicí věže bezpečnostního vodního chladicího systému. Kvalitativní nároky kladené na tuto doplňovací chladicí vodu splňuje upravovaná voda po prostředním z procesů probíhajících v úpravně, tj. vodu této kvality lze odebírat po procesu membránové demineralizace. Z tohoto důvodu má první fáze úpravy doplňovací vody větší kapacitu (v závislosti na skladování doplňovací chladicí vody a na kvalitativních požadavcích chladicích věží), zatímco jemnou demineralizací prochází už jen takové množství vody, které musí splňovat nároky kladené na demineralizovanou vodu primárního a sekundárního okruhu.

V návaznosti na dva možné pracovní režimy bezpečnostního vodního chladicího systému má i úpravna doplňovací vody dva režimy. Jelikož v režimu využívajícím chladicí věže pracuje bezpečnostní vodní chladicí systém jen po krátkou dobu (několik dnů, pravděpodobně nanejvýš jeden měsíc ročně), vodní bilanci úpravny doplňovací vody udáváme pro typický pracovní režim, kdy bezpečnostní vodní chladicí systém využívá k chlazení čerstvou vodu a nepotřebuje doplňovací chladicí vodu.

Předpokládaná spotřeba surové vody v úpravně doplňovací vody při zohlednění výše uvedených skutečností je v případě jednoho bloku za normálního provozu 36 m^3/h, v případě dvou bloků za normálního provozu 72 m^3/h. Roční spotřeba surové vody pro oba plánované bloky dohromady pravděpodobně nepřekročí 640 tisíc m^3.

Označení	Měrná jednotka	1 x 1200 MW	2 x 1200 MW
Surová voda (z Dunaje)	m^3/s	0,01	0,02
Surová voda (z Dunaje)	m^3/h	36	72
Odpadní voda	m^3/h	12	24
Vyrobená demineralizovaná voda	m^3/h	24	48

Tabulka 19: Vodní bilance úpravny doplňovací vody za normálního provozu

Úkolem systému přechovávání a distribuce demineralizované vody je její skladování a dopravování k příslušným spotřebičům v primárním okruhu, strojovně turbíny a pomocných objektech. Úpravna doplňovací vody a objekty sloužící k přechovávání demineralizované vody musejí dohromady uspokojit maximální potřebu demineralizované vody, která může nastat v jednom okamžiku. Předpokládaná spotřeba demineralizované vody v nových jaderných blocích je v případě jednoho bloku za normálního provozu 24 m^3/h, v případě dvou bloků za normálního provozu 48 m^3/h. Větší spotřeba demineralizované vody v době přechodných provozních stavů bude pokryta ze zásobníku demineralizované vody. Vzhledem k tomu, že přechodné provozní stavy trvají několik dnů v roce, směrodatná je spotřeba demineralizované vody za normálního provozu. Roční spotřeba demineralizované vody pro oba plánované bloky dohromady pravděpodobně nepřekročí 420 tisíc m^3.

Předpokládaná produkce odpadní vody ve společné úpravně doplňovací vody nových jaderných bloků je za normálního provozu v případě jednoho bloku 12 m^3/h, v případě dvou bloků 24 m^3/h. Roční produkce odpadní vody připadající na oba plánované bloky dohromady pravděpodobně nepřekročí 220 tisíc m^3.

Odpadní voda vznikající při jednotlivých technologických postupech v úpravně doplňovací vody se shromažďuje a dočasně přechovává ve sběrné nádrži na odpadní vodu. Odpadní voda pocházející z různých procesů se smíchává dohromady a před vypuštěním se kontroluje, zda splňuje požadavky na vypouštěnou vodu. V případě potřeby se provádí chemická neutralizace. Odpadní voda se odvádí do systému elektrárny pro nakládání s technologickou odpadní vodou. [32]

7.7.2 TECHNOLOGICKÁ ODPADNÍ VODA

7.7.2.1 Systém pro nakládání s radioaktivní odpadní vodou z primárního okruhu

Systém odpadní vody primárního okruhu shromažďuje, upravuje a ukládá radioaktivní odpadní vodu vznikající za normálního provozu. Systém zachycuje i případnou radioaktivní odpadní vodu ze systémů strojovny turbíny (např. z odkalování parogenerátoru na straně napájecí vody).

Jedním ze základních úkolů nakládání s kapalnými radioaktivními odpady je selektivní shromažďování různých typů odpadní vody na základě jejích základních fyzikálních a chemických vlastností a míry jejího znečištění. Selektivní shromažďování odpadní vody díky oddělování aktivní a neaktivní odpadní vody podstatně snižuje množství různých kategorií odpadu určených k definitivnímu uložení. Většina radioaktivní vody se po nutných čisticích úkonech vrací do příslušného technologického procesu primárního okruhu. Radioaktivní voda, kterou nelze zavést zpět do technologického procesu, prochází přes čisticí kolonu, jejímž výsledkem je zahuštění oddělených aktivních nečistot a jejich uložení v náležité podobě. Vyčištěná odpadní voda s kontrolovanou koncentrací radionuklidů, získaná po úpravě a zneškodnění radioaktivní odpadní vody, se ze systému odpadní vody primárního okruhu za kontrolní nádrží odvádí kontrolovaným odpadním potrubím do teplovodního kanálu.

Předpokládané maximální průměrné denní a roční množství vyčištěné odpadní vody vypouštěné ze systému radioaktivní odpadní vody je uvedeno v následující tabulce:

Označení	Měrná jednotka	1 x 1 200 MW	2 x 1 200 MW
Za normálního provozu	m^3/h	5	10
Množství odpadní vody za rok	tisíc m^3/rok	44	88

Tabulka 20: Množství kapalného radioaktivního odpadu z primárního okruhu [32]

7.7.2.2 Systém pro nakládání s odpadní vodou ze strojovny turbíny

Systém pro nakládání s odpadní vodou ze strojovny turbíny shromažďuje a zpracovává odpadní vodu ze strojovny turbíny a z pomocných objektů. Systém zpracovává výlučně neradioaktivní odpadní vodu.

Systém pro nakládání s odpadní vodou ze strojovny turbíny lze rozdělit na tři hlavní subsystémy:

- uzavřený systém shromažďování kondenzátu,
- systém shromažďování průsakové vody,
- systém průmyslové odpadní vody.

Odpadní voda produkovaná uzavřeným systémem shromažďování kondenzátu ze strojovny turbíny se za normálního provozu vrací do systému napájecí vody a nefiguruje jako odpadní voda. Odpadní voda ze systému shromažďování průsakové vody a ze systému průmyslové odpadní vody se po náležitém vyčištění, neutralizaci, případně zbavení oleje vypouští jako odpadní voda. Množství odpadní vody ukazuje následující tabulka:

Označení	Měrná jednotka	1 x 1 200 MW	2 x 1 200 MW
Za normálního provozu	m^3/h	20	40
Množství odpadní vody za rok	tisíc m^3/rok	175	350

Tabulka 21: Množství kapalného odpadu ze strojovny turbíny

Dohromady za oba plánované bloky roční úhrn odpadní vody ze strojovny turbíny a pomocných objektů pravděpodobně nepřesáhne 350 tisíc m^3.

Systém elektrárny pro nakládání s odpadní vodou ze strojovny turbíny shromážděnou odpadní vodu po náležité kontrole a při splnění limitů pro vypouštěnou vodu odvádí do teplovodního kanálu. [32]

7.7.3 ODPADNÍ VODA Z BEZPEČNOSTNÍCH CHLADICÍCH VĚŽÍ

V případě, že bezpečnostní vodní chladicí systém pracuje v režimu využívajícím chladicí věže, je kvůli odpařování, jež v chladicí věži probíhá při odevzdávání tepla, a kvůli nečistotám, které se do chladicí věže dostávají se vzduchem, nutné průběžné odkalování chladicího systému, aby se předešlo přílišné mineralizaci chladicí vody a aby se koncentrace nečistot v chladicí vodě udržovala na přijatelné úrovni. Odpadní voda pocházející z odkalování nutného při provozu bezpečnostní chladicí věže je společně s oteplenou kondenzátorovou chladicí vodou odváděna teplovodními kanály do Dunaje. Její množství je o několik řádů nižší než množství kondenzátorové chladicí vody.

Odpadní voda vznikající v době, kdy bezpečnostní vodní chladicí systém pracuje v režimu využívajícím chladicí věže, pochází z odkalování chladicích věží. Odkalovaná voda vzniká v podstatě tak, že voda, která byla částečně demineralizována v úpravně doplňovací vody, se mineralizuje v důsledku odparu probíhajícího v chladicí věži. Následující tabulka ukazuje předpokládané hodinové, resp. roční množství odpadní vody z chladicích věží, stanovené na základě předpokladů týkajících se provozu věží.

Označení	Měrná jednotka	1 x 1 200 MW	2 x 1 200 MW
Odpadní voda z odkalování bezpečnostních chladicích věží	m^3/h	36	72
Maximální množství odpadní vody za rok (při době provozu max. 1 měsíc)	tisíc m^3/rok	26	52

Tabulka 22: Maximální množství odpadní vody z odkalování bezpečnostních chladicích věží

Dohromady za oba plánované bloky roční úhrn odpadní vody pocházející z bezpečnostního vodního chladicího systému pracujícího v režimu využívajícím chladicí věže pravděpodobně nepřesáhne 52 tisíce m^3.

Systém elektrárny pro nakládání s odpadní vodou po náležité kontrole a při splnění limitů pro vypouštěnou vodu odvádí odpadní vodu do teplovodního kanálu.

7.7.4 PITNÁ VODA, KOMUNÁLNÍ ODPADNÍ VODA

Zdroj: Podkladová analýza pro rozhodování v otázkách zásobování pitnou vodou a odvádění odpadní vody v nových jaderných blocích plánovaných v areálu v Paksi, MVM ERBE Zrt. , 2013. [6-10]

Na základě studí se jako optimální řešení zásobování nové elektrárny pitnou vodou jak z technického, tak i z ekonomického hlediska jeví vodárna Csámpa a její pomocné systémy, v případě odvádění komunální odpadní vody pak úpravna odpadních vod, která funguje v areálu Jaderné elektrárny Paks, a její pomocné systémy.

Maximum potřebného množství pitné vody nastane v období, kdy již bude zahájen provoz prvního bloku a současně bude probíhat výstavba druhého bloku. Toto maximální množství bude 646 m^3/den a maximální objem vznikající odpadní vody bude činit 95 % výše uvedeného množství, tj. 614 m^3/den.

Obr. 33: Umístění vodárenského objektu [33]

7.7.5 SRÁŽKOVÁ VODA

Srážková voda stékající s volných ploch areálu a se střech nových jaderných bloků, stejně jako neznečištěná povrchová voda svedená s ostatních ploch poteče přímo do teplovodního kanálu.

V provozním prostoru rozlišujeme síť pro odvod čisté srážkové vody a síť pro odvod srážkové vody potenciálně znečištěné olejem. Za účelem shromažďování srážkové vody potenciálně znečištěné olejem budou na povrchových parkovacích plochách vytvořeny odlučovače oleje náležitých rozměrů. Základy transformátorů budou vybaveny šachtami s odpovídající kapacitou pro záchyt dešťové vody a systémem odlučování oleje pro případ jeho úniku. Srážková voda svedená z okolí nádrže s olejem bude odváděna rovněž přes odlučovač oleje. Srážková voda zbavená oleje bude odváděna společně s čistou srážkovou vodou.

7.7.6 HASICÍ VODA

Nové jaderné bloky budou vybaveny společným rozvodem hasicí vody, zásobovaným vodou ze soustavy surové vody nových bloků. Ze soustavy surové vody se do bazénu na hasicí vodu dostane potrubím maximálně 380 m^3/h surové vody. Rozvod hasicí vody bude vytvořen v souladu s plánem požární ochrany, který bude vypracován později.

7.7.7 STÁČENÍ A SKLADOVÁNÍ CHEMICKÝCH LÁTEK

Plánovaná nová jaderná elektrárna bude mít svoji vlastní stáčecí a skladovací stanici chemických látek. Ve stáčecí a skladovací stanici chemických látek, která bude zřízena ve zvláštní místnosti v budově úpravny vody, se budou přijímat, stáčet, skladovat a zpracovávat veškeré chemikálie používané v elektrárně. Chemikálie je nutno skladovat v množství postačujícím minimálně na 30 dnů, přičemž při stanovení tohoto množství se vychází ze spotřeby chemikálií v normálním provozním stavu elektrárny. Aby se chemikálie nemohly dostat do okolního prostředí, budou vytvořeny náležité záchytné bazény. V budově skladu chemických látek budou kolem nádrží s chemikáliemi vytvořeny sběrné bazény a podlahové odtokové žlábky, odkud se případně uniklé chemikálie dostanou do úpravny chemicky znečištěné odpadní vody

k neutralizaci. U nádrží určených ke skladování chemických látek budou instalována odpovídající čerpadla na chemikálie. Pro přepravu chemických látek v jiném než kapalném skupenství bude vytvořen odpovídající pneumatický systém. Expedované množství uskladněných chemikálií se bude přepravovat pomocí zdvižného vozíku nebo zvedáku.

Označení	Uskladněné množství
Sklad hydrazinu a amoniaku	
Hydroxid amonný	1 m^3
Hydrazin	3 t
Sklad vodíku	13 m^3
Sklad chemických látek	
Kyselina dusičná	4 m^3
Kyselina sírová	7 m^3
Úpravna vody	
Kyselina chlorovodíková	53 m^3
Hydroxid sodný	40 m^3
Skladování bóru	2 x 3 t

Tabulka 23: Uskladnění chemických látek v době provozu

7.7.8 DIESELOVÉ GENERÁTORY

Dodávky elektrické energie pro bezpečnostní systémy budou v době poruchy zajišťovat dieselové generátory v počtu 4 na jeden blok, přičemž každá jednotka bude mít výkon ~7,5 MW_e a přiváděné teplo z paliva bude u každé jednotky18,75 MW_{th}. Kterýkoliv z dieselových generátorů bude schopen dodat elektrickou energii potřebnou pro případné nouzové odstavení. Za účelem bezpečného odstavení je nutno pro každý blok zajistit nepřetržitý provoz dieselového generátoru po robu 168 hodin. K tomu potřebná skladovací kapacita činí celkem ~325 m^3 pro provoz jednoho dieselového generátoru (při výhřevnosti 42 MJ/kg, specifické hmotnosti 0,83 kg/l a účinnosti 40 %). Pro zajištění bezpečné redundance dodávek paliva však bude každá generátorová jednotka mít zvláštní palivovou nádrž, přičemž každá z těchto nádrží sama o sobě zajistí množství dieselového paliva potřebné pro provoz po dobu 168 hodin. V souladu s tím bude v budovách dieselových generátorů vytvořena kapacita pro skladování 8 x 325 m^3 (tj. celkem 2600 m^3) dieselového paliva.

Podle plánu budou dieselové generátory za normálních provozních podmínek pracovat jen při testovacím provozu, a to každá jednotka zvlášť průměrně po dobu 8 hodin měsíčně, takže doba testovacího provozu činí za rok maximálně 8 x 8 x 12 = 768 hodin.

7.7.9 POMOCNÝ KOTEL

Pro zajištění páry potřebné při výstavbě a v době provozu k urychlení najíždění bloku budou instalovány dva pomocné elektrické parní kotle, každý o výkonu 15 MW. Kotle budou napájeny z elektrické sítě 10 kV a společně budou schopny poskytovat 46 t/h páry o tlaku 12 bar a teplotě 192 °C. [34]

7.7.10 STAVEBNÍ INSTALACE

Ventilační systémy jaderné elektrárny zabraňují nebo zmírňují šíření radioaktivních látek v prostoru elektrárny a zajišťují klimatické poměry nutné pro personál, resp. zařízení a pro udržení klasifikovaného stavu.

7.7.11 SYSTÉM STLAČENÉHO VZDUCHU

Stlačený vzduch pro potřeby primárního a sekundárního okruhu dodávají kompresorové stanice a vysoušeče vzduchu. V každém bloku zásobují primární a sekundární okruh zpravidla dvě stanice stlačeného vzduchu.

7.7.12 SYSTÉM DÁLKOVÉHO TEPLA

V současnosti fungující systém dálkového vytápění města teplem z Jaderné elektrárny Paks plní tyto úkoly:

- dodává horkou vodu na primární stranu výměníků tepla v předávacích stanicích na sídlišti, a tím zajišťuje

vytápění sídliště;

- dodává teplou užitkovou vodu pro město Paks a napájí vytápěcí systém elektrárny.

Špičková spotřeba vytápění města představuje přibližně 30 MW_{th}, nynější systém je předimenzovaný a zahrnuje určité rezervy. Systém dálkového vytápění má charakter sítě s přívodním a vratným páteřním potrubím (jmenovitá teplota média v přívodním, resp. vratném potrubí: 130 / 70 °C, při dlouhotrvajícím chladném počasí 150 / 70 °C).

Tři hlavní jednotky systému dálkového vytápění:

- předávací stanice tepla (výměníkové stanice),
- cirkulační systém,
- systém doplňování vody.

Systém dálkového vytápění budovaný v návaznosti na výstavbu nových bloků je plánován jako rovnocenný se současným systémem, tj. z výstupů nově instalovaných turbín by pára putovala do společného rozdělovače, za nímž by byly vybudovány výměníky tepla, přičemž na základě nároků na odběr tepla se uvažuje výkon přibližně 30 MW. Kompletní systém – výměníky tepla, cirkulace a rozdělovače – může být umístěn v samostatné části budovy (budově). [35]

7.8 ŘÍDICÍ TECHNIKA

Úkolem systému řídicí techniky je bezpečné a spolehlivé řízení procesů výroby elektrické energie v elektrárně a snížení pravděpodobnosti závady, poruchy nebo havárie na přijatelnou úroveň. Systém řídicí techniky dohlíží na veškeré technologické a výrobní procesy, automaticky tyto procesy řídí, generuje hlášení o abnormálních jevech, případně tyto jevy řeší prostřednictvím redundantních řešení.

Nepřetržitou kontrolu procesů a zařízení, která jsou nutná pro fungování elektrárny, ale pro přírodní prostředí a pro obyvatelstvo znamenají zátěž nebo riziko, zajišťují monitorovací nástroje a systémy nezávislé na řízení technologických procesů.

7.9 ELEKTRICKÉ SYSTÉMY

Elektrický systém každého z nových bloků je z hlediska zátěže životního prostředí tvořen na straně elektrárny třemi jednofázovými hlavními transformátory, dvěma třífázovými transformátory pro potřeby vlastního provozu a jedním třífázovým záložním síťovým/najížděcím transformátorem. [36]

Hlavní transformátor

Činný výkon: min. 1 200/3 MW (~1 500/3 MVA)
Počet: 3 ks jednofázové
Množství oleje: ~90 tun / jednofázový transformátor; ~270 tun / 3 jednofázové transformátory
Maximální hlučnost: ~75 dB / transformátor

Normální transformátor pro potřeby vlastního provozu

Činný výkon: ~70 MW (~90 MVA)
Počet: minimálně 2 ks
Množství oleje: ~33 tuny / transformátor; ~66 tun / 2 ks
Maximální hlučnost: ~70 dB / transformátor

Záložní síťový/najížděcí transformátor

Doporučuje se počítat pro každý blok alespoň s jedním transformátorem o výkonu shodném s výkonem normálního transformátoru pro potřeby vlastního provozu.
Činný výkon: ~70 MW (~90 MVA)
Počet: 1 kus
Množství oleje: ~33 tuny
Maximální hlučnost: ~70 dB

Celkové množství oleje pro výše uvedené hlavní transformátory, transformátory pro potřeby vlastního provozu a záložní transformátor činí odhadem ~370 tun / blok.

Pod transformátory budou vybudovány záchytné nádoby, aby se předešlo případnému znečištění olejem.

7.10 ARCHITEKTURA

7.10.1 ÚROVNĚ ZÁKLADŮ PLÁNOVANÝCH BLOKŮ

Geologické prostředí na zkoumaném území tvoří do hloubky 10 metrů většinou jemnozrnné, málo soudržné sedimenty tvořené volnými úlomky. Sedimenty jemnější zrnitosti tvoří zpravidla kompresibilní vrstvy s proměnlivou konsistencí, malou plasticitou a malou únosností. Pod nimi se nachází písčitá nivní formace, která je středně zhutněná, vhodná pro založení stavby, má odpovídající únosnost, ale vzhledem ke své zrnitosti je citlivá vůči erozi a vlivem dynamického působení (např. zemětřesení) má pod vodou tendenci ke ztekutění. Nad bahnitými či jílovitými čočkami může docházet k zadržování srážkové vody prosakující směrem dolů, čímž mohou vznikat čočky tzv. zavěšené vody. Hladina zavěšených vod je při průměrném stavu spodní vody vždy výše než hladina spodní vody.

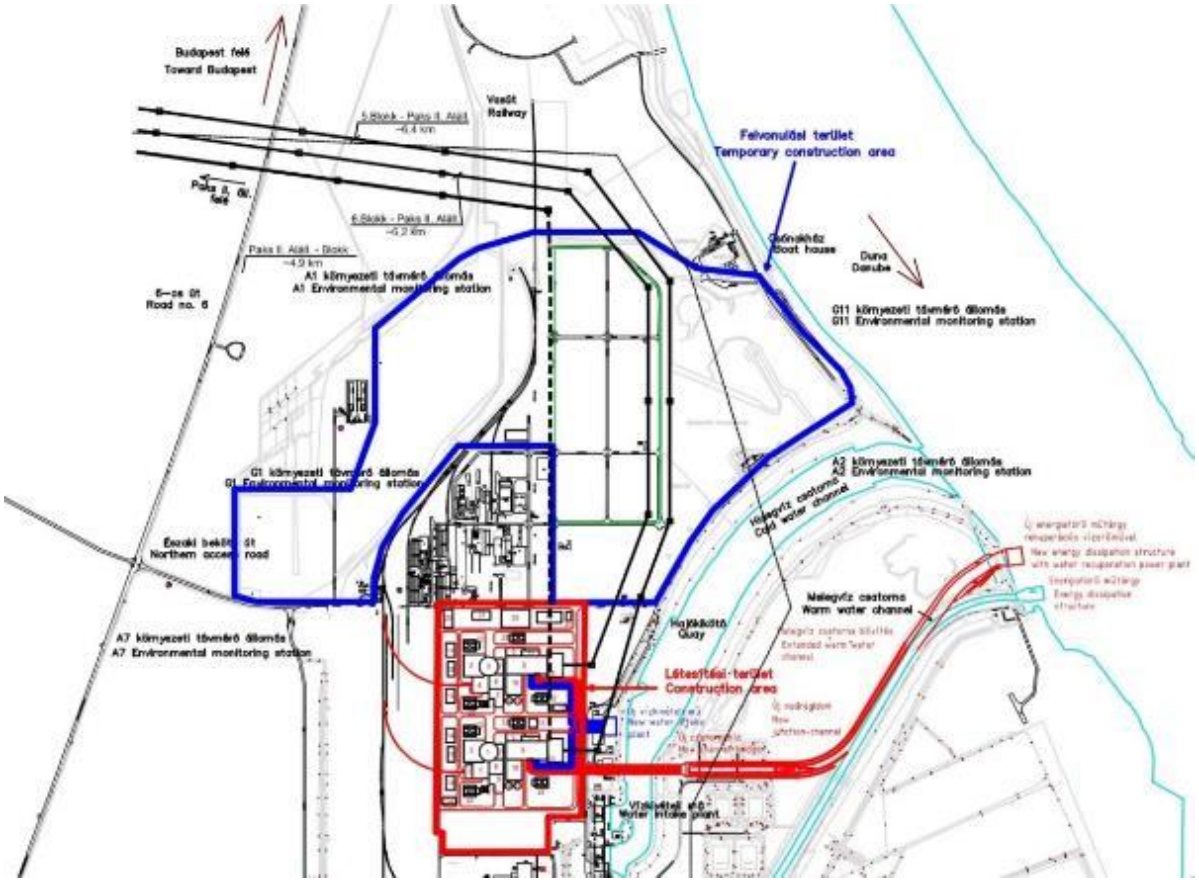
Celkovou úroveň ± 0,00 plánované Jaderné elektrárny Paks II jsme stanovili na úrovni 97 m n. m.

S ohledem na předpokládané výchozí základní údaje jsou odhadované hloubky založení staveb následující:

- Komplex budov s reaktorem (tzv. jaderný ostrov), budova turbíny, budova s dieselovými generátory a ostatní budovy tvořící součást bezpečnostního systému: vzhledem k prostorovým nárokům technologie a značné dynamické zátěži způsobované turboagregátem je odhadovaná hloubka založení ~14–20 m. Na těchto místech předpokládáme deskové základy na železobetonových pilotách.
- Ostatní budovy, které nejsou součástí bezpečnostního systému: v případě ostatních samostatných budov, v nichž nebudou umístěna technologická zařízení způsobující významnou dynamickou zátěž, předpokládáme hloubené plošné základy nebo deskové základy vybudované po částečné výměně zeminy. Odhadované hloubky založení se pohybují mezi 2 a 6 metry.

7.10.2 SITUAČNÍ PLÁNEK JADERNÉ ELEKTRÁRNY PAKS II

Na situačním plánku, který byl zhotoven ke studii vlivu na životní prostředí, jsou budovy a jiné stavby umístěny s ohledem na největší možné prostorové nároky technologických jednotek. V pozdějších fázích prací může po zvážení z hlediska funkčnosti, fyziky budov, stavebních konstrukcí, seismické odolnosti a požární ochrany dojít k úpravám v uspořádání a rozměrech.

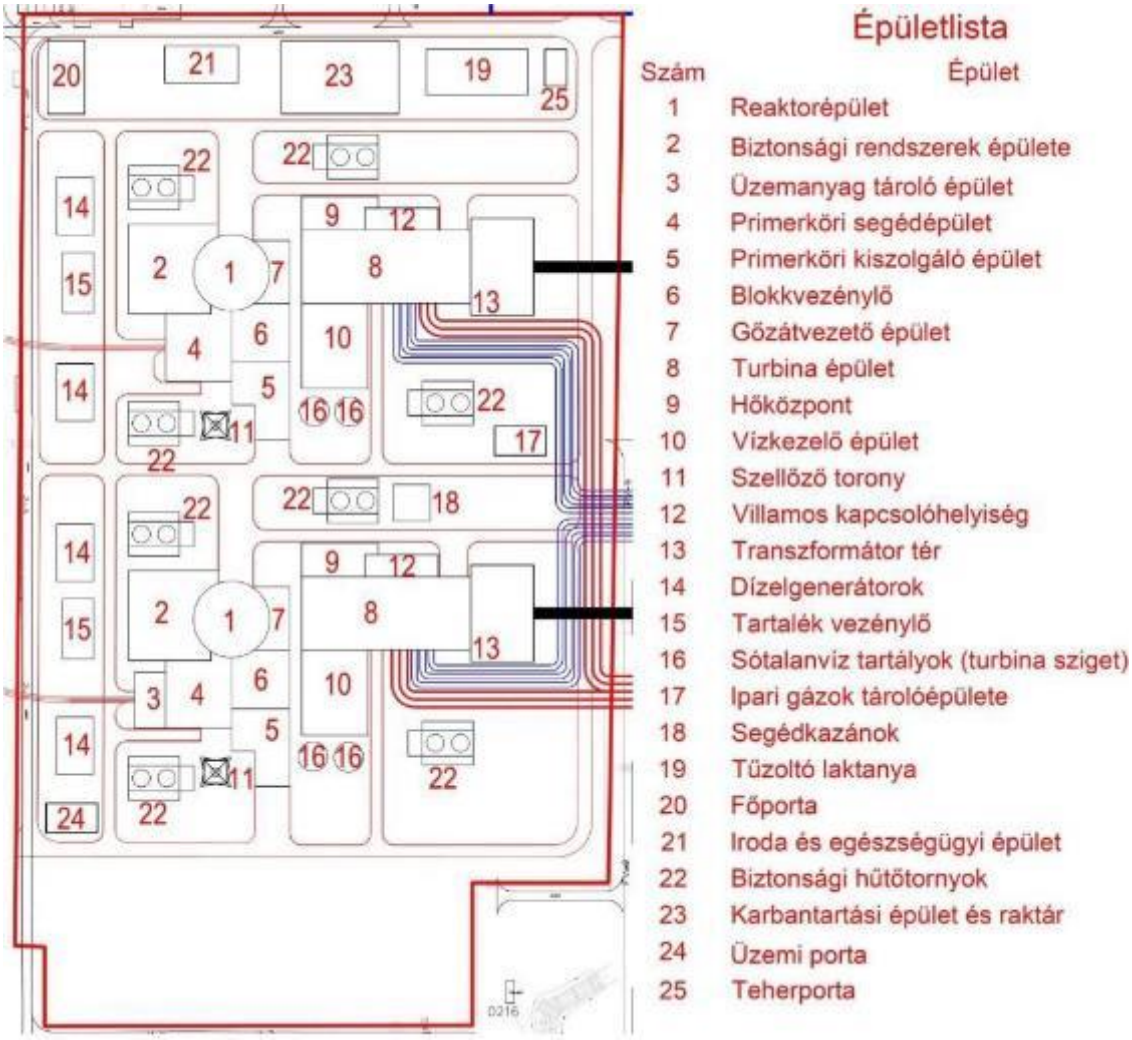


5. blokk – Paks II. aláll.	5. blok – transformovna Paks II

6. blokk – Paks II. aláll.	6. blok – transformovna Paks II
6-os út	silnice č. 6
A1 környezeti távmérő állomás	stanice dálkového monitoringu životního prostředí A1
A2 környezeti távmérő állomás	stanice dálkového monitoringu životního prostředí A2
A7 környezeti távmérő állomás	stanice dálkového monitoringu životního prostředí A7
Budapest felé	směr Budapešť
csónakház	loděnice
Duna	Dunaj
energiatörő műtárgy	vývar
északi bekötő út	severní příjezdová silnice
felvonulási terület	zázemí staveniště
G1 környezeti távmérő állomás	stanice dálkového monitoringu životního prostředí G1
G11 környezeti távmérő állomás	stanice dálkového monitoringu životního prostředí G11
hajókikötő	přístav
hidegvíz csatorna	studenovodní kanál
létesítési terület	staveniště
melegvíz csatorna	teplovodní kanál
melegvíz csatorna bővítés	rozšíření teplovodního kanálu
Paks II. áll. felé	směr elektrická stanice Paks II
Paks II. aláll. – blokk	transformovna Paks II – blok
új csatornahíd	nový akvadukt
új energiatörő műtárgy rekuperációs vízerőművel	nový vývar s rekuperační vodní elektrárnou
új nadrágidom	nová kalhotová tvarovka
új vízkivételi mű	nová čerpací stanice
vasút	železnice
vízkivételi mű	čerpací stanice

Obr. 34: Situační plánek Jaderné elektrárny Paks II – přehledná mapa

7.10.3 VLASTNOSTI BUDOV A JINÝCH STAVEB JADERNÉ ELEKTRÁRNY PAKS II



Seznam budov

číslo	budova
1	budova reaktoru
2	budova bezpečnostních systémů
3	budova skladu paliva
4	pomocná budova primárního okruhu
5	obslužná budova primárního okruhu
6	velín bloku
7	budova převodu páry
8	budova turbíny
9	předávací stanice
10	budova úpravny vody
11	větrací věž
12	místnost elektrického rozvaděče
13	prostor transformátorů
14	dieselové generátory
15	záložní velín
16	nádrže s demineralizovanou vodou (turbínový ostrov)
17	budova skladu průmyslových plynů
18	pomocné kotle
19	hasičská základna
20	hlavní brána
21	kancelářská a zdravotnická budova
22	bezpečnostní chladicí věže
23	budova údržby a sklad
24	provozní brána
25	nákladní brána

Obr. 35: Umístění jednotlivých budov a jiných staveb Jaderné elektrárny Paks II na situačním plánku

Charakteristika budov a jiných staveb Jaderné elektrárny Paks II je zpracována s mírou detailnosti potřebnou ke stanovení základních dat pro studii vlivu na životní prostředí a vychází převážně z údajů poskytnutých dodavateli. Tam, kde jsme

nenašli příslušný údaj, vyšli jsme z konstrukcí stávající jaderné elektrárny. Veškeré budovy a stavby umístěné v prostoru elektrárny musejí být *dimenzovány* z hlediska *požární ochrany* a *seismické odolnosti*.

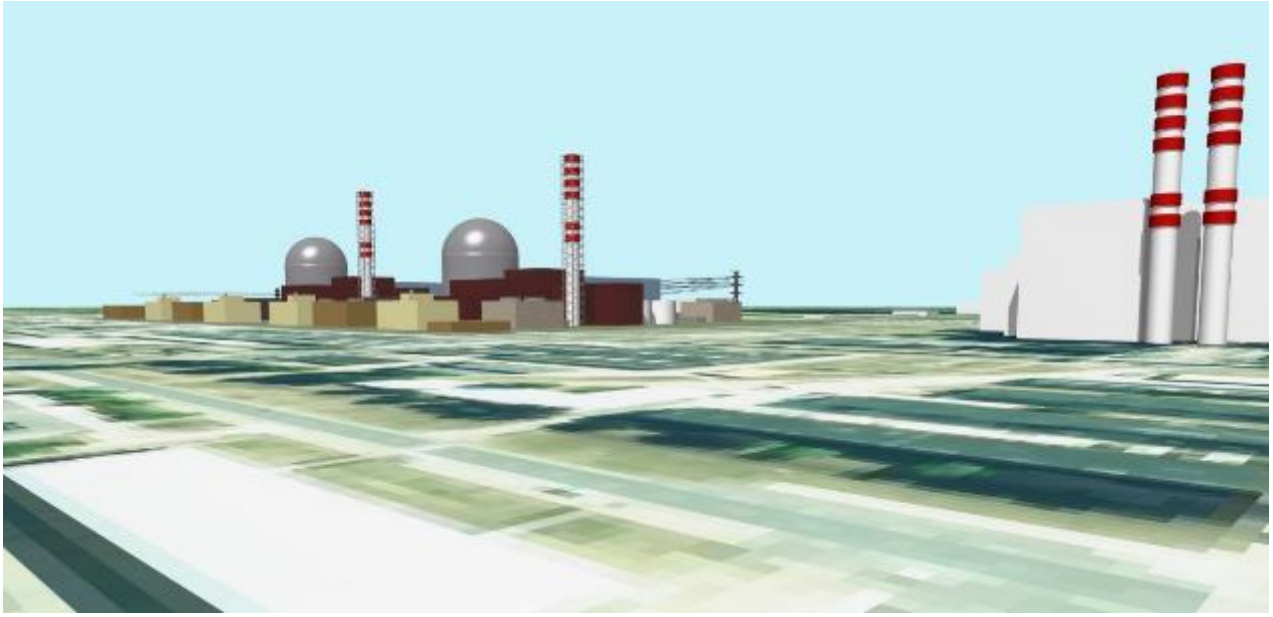
7.10.4 VIZUALIZACE JADERNÉ ELEKTRÁRNY PAKS II

Bloky budov Jaderné elektrárny Paks II a z ní vycházející 400kV vedení jsme zobrazili na vizualizacích jednak z ptačí perspektivy, jednak z úrovně očí, a to z následujících úhlů pohledu:

- 1. úhel pohledu: od jihozápadu, přibližně z míst mezi Jadernou elektrárnou Paks a Jadernou elektrárnou Paks II,
- 2. úhel pohledu: od severozápadu, z rohu zázemí staveniště.

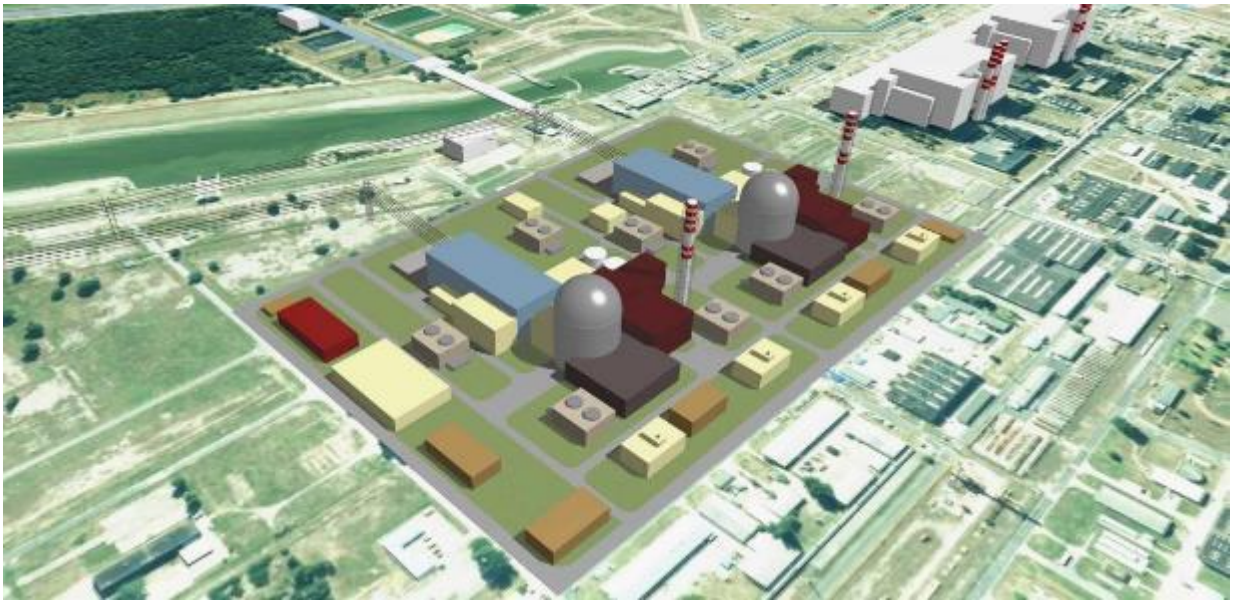
1. ÚHEL POHLEDU

Obr. 36: Plánované bloky a vedení 400 kV z ptačí perspektivy, od jihozápadu

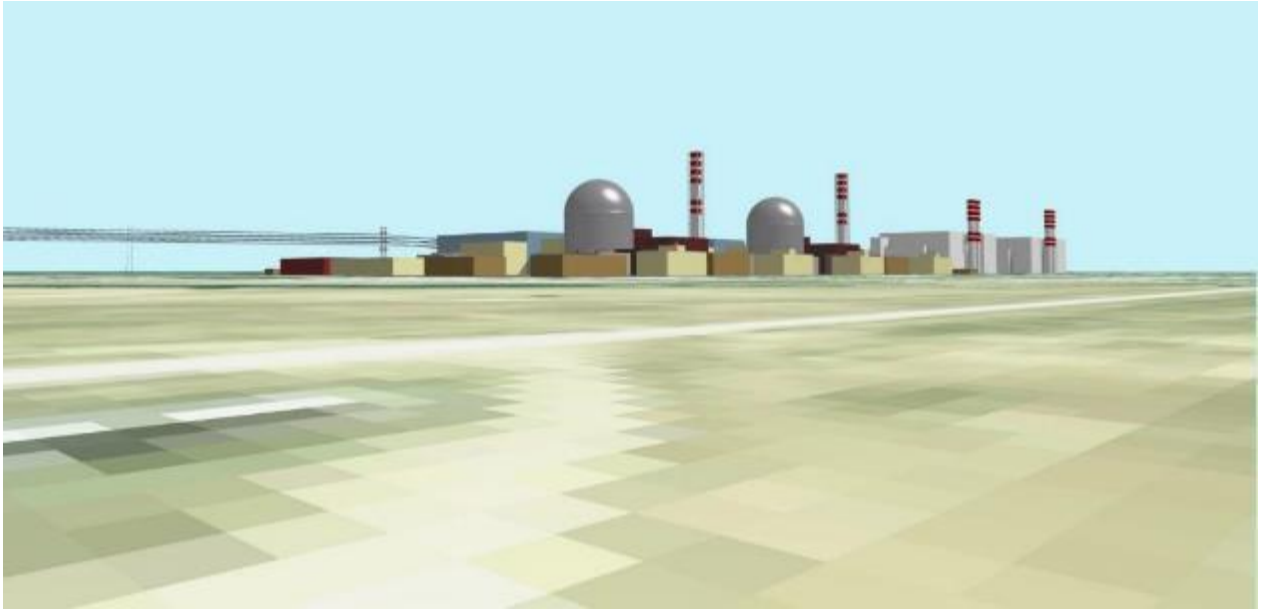


Obr. 37: Plánované bloky a vedení 400 kV z úrovně očí, od jihozápadu

2. ÚHEL POHLEDU



Obr. 38: Plánované bloky a vedení 400 kV z ptačí perspektivy, od severozápadu



Obr. 39: Plánované bloky a vedení 400 kV z úrovně očí, od severozápadu

7.11 SCHVALOVACÍ KRITÉRIA PRO JEDNOTLIVÉ PROVOZNÍ STAVY

7.11.1 NORMÁLNÍ PROVOZ

Provozní stav	Označení	Frekvencef [1/rok]	Zvýšená radiační zátěž obyvatelstva	
			kritérium	prognóza VVER-1200
TA1	normální provoz	1	20 μSv/rok	< 2 μSv/rok

Tabulka 24: Schvalovací kritéria – normální provoz [30]

7.11.2 PROJEKTOVÉ UDÁLOSTI

Provozní stav	Označení	Frekvence f [1/rok]	Zvýšená radiační zátěž obyvatelstva	
			kritérium	prognóza VVER-1200
TA2	Předpokládané provozní události	$f \geq 10^{-2}$	100 µSv/rok	< 60 µSv/rok*
TA3	Málo časté projektové nehody	$10^{-2} > f \geq 10^{-4}$	1 mSv/událost	< 1 µSv/událost
TA4	Velmi málo časté projektové nehody	$10^{-4} > f \geq 10^{-6}$	5 mSv/událost	< 3,4 mSv/ událost

Podle Pravidel jaderné bezpečnosti dávka, jíž je vystaveno obyvatelstvo, nesmí překročit hodnotu omezení dávky (90 µSv), což je méně než kritérium uvedené v tabulce (100 µSv), ale více než předpovídaná hodnota (60 µSv).

Tabulka 25: Schvalovací kritéria – projektové události [30]

7.11.3 PLATNÉ MEZINÁRODNÍ A MAĎARSKÉ PŘEDPISY PRO NADPROJEKTOVÉ UDÁLOSTI

PLATNÉ MEZINÁRODNÍ A MAĎARSKÉ PŘEDPISY (PRAVIDLA JADERNÉ BEZPEČNOSTI VE ZNĚNÍ PLATNÉM K 20. ŘÍJNU 2014)		
Volume 2 - GENERIC NUCLEAR ISLANDREQUIREMENTS **Chapter 1 - SAFETY REQUIREMENTS**	***Příloha 3 nařízení vlády č. 118/2011 (ze dne 11. VII. 2011)*** ***Pravidla jaderné bezpečnosti*** **3. svazek: Požadavky na projektování jaderných elektráren**	**Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 16/2000 (ze dne 8. VI. 2000)** **o provádění některých ustanovení zákona č. CXVI z roku 1996 o jaderné energii**
2.5.1 *Off-site release Targets for Severe Accidents* ***2.5.2*** *Off-site release Targets for Complex Sequences* **Appendix B 1.** Criteria for Limited Impact for DEC	**3. 2. 4. 0700** V případě nového jaderného bloku, za účelem splnění kritéria omezeného vlivu na životní prostředí, ve vztahu k události, která má za následek provozní stav TAK1, a v případě nového jaderného bloku s ohledem na ustanovení bodu 3. 2. 2. 4100 ve vztahu k událostem, které mají za následek provozní stav TAK2, je nutno prokázat, že	**Úrovně zásahu v případě nouzové radiační zátěže** *Úroveň zásahu:* Taková hodnota odvratitelné ekvivalentní dávky nebo efektivní dávky, při jejímž dosažení je nutno zvažovat opatření. Odvratitelná dávka, resp. odvozená hodnota se vztahuje výlučně na tu cestu (ty cesty) ozáření, jíž (jichž) se opatření týká.
no Emergency Protection Action beyond800 m from the reactor during releases from the containment *Emergency Protection Action:* Actions involving public evacuation, based on projected doses up to 7 days, which may be implemented during the emergency phase of an accident, e. g. during the period in which significant releases may occur. This period is generally shorter than 7 days.	*a)* ve vzdálenosti větší než 800 m od jaderného reaktoru nejsou nutná neodkladná ochranná opatření, tj. není nutná urgentní evakuace obyvatelstva;	**Ukrytí:** efektivní dávka10 mSv po dobu nepřesahující 2 dny **Evakuace:** efektivní dávka 50 mSv po dobu nepřesahující 1 týden **Jódová profylaxe:** úvazek absorbované dávky ve štítné žláze v hodnotě 100 mGy
no Delayed Action at any time beyond about3 km from the reactor *Delayed Action:* Actions involving public temporary relocation, based on projected doses up to 30 days caused by ground shine and aerosol resuspension, which may be implemented after the practical end of the releases phase of an accident.	*b)* ve vzdálenosti větší než 3 km od jaderného reaktoru nejsou nutná žádná přechodná opatření, tj. není nutné přechodné přesídlení obyvatelstva;	**Přechodné přesídlení:** efektivní dávka 30 mSv/měsíc (ukončení: efektivní dávka 10 mSv/měsíc)
no Long Term Action at any distance beyond800 m from the reactor *Long Term Action:* Actions involving public permanent resettlement, based on projected doses up to 50 years caused by ground shine and aerosol resuspension. Doses due to ingestion are not considered in this definition.	*c)* ve vzdálenosti větší než 800 m od jaderného reaktoru není nutné žádnénásledné ochranné opatření, tj. není nutné trvalé přesídlení obyvatelstva;	**Trvalé přesídlení:** celoživotní efektivní dávka>1 Sv
limited economic impact: restrictions on the consumption of foodstuff and corps shall be limited in terms of timescale and ground area	*d)* ekonomické vlivy mimo území jaderné elektrárny mohou mít jen omezený rozsah.	

Appendix B 2. Release Targets for Design Basis Category 3 and 4 Conditions (1) no action beyond 800 m (2) limited economic impact	**3. 2. 4. 0100.** Ve vztahu k dějům vycházejícím z počáteční události, která má za následek provozní stav TA2-4, je nutno prokázat, že dávka, jíž bude vystavena referenční skupina obyvatelstva, nepřekročí: *a)* v případě nového jaderného bloku: *aa)* u děje vycházejícího z počáteční události, která má za následek provozní stav TA2, hodnotu omezení dávky (90 µSv/rok), *ab)* u děje vycházejícího z počáteční události, která má za následek provozní stav TA3, hodnotu 1 mSv/událost, *ac)* u děje vycházejícího z počáteční události, která má za následek provozní stav TA4, hodnotu 5 mSv/událost.	***Příloha 2 vyhlášky Ministerstva zdravotnictví č. 16/2000 (ze dne 8. VI. 2000)*** ***I. Limity dávek a akční úrovně koncentrací radonu týkající se zaměstnanců*** 4. 2. Úhrn vnější a vnitřní radiační zátěže jednotlivých obyvatel pocházející z umělých zdrojů (mimo radiační zátěž související s diagnostickými a terapeutickými lékařskými zákroky, s péčí o pacienty nevykonávanou jako zaměstnání nebo s dobrovolnou účastí v lékařském výzkumu) nesmí překročit **limit efektivní dávky 1 mSv** za rok. **Za mimořádných okolností může Úřad hlavního hygienika na jednotlivý rok povolit vyšší limit efektivní dávky** za předpokladu, že počínaje od předmětného roku po dobu 5 po sobě následujících let průměrná individuální radiační zátěž nepřekročí efektivní dávku 1 mSv za rok. Nezávisle na výše stanovených limitech efektivní dávky je roční limit ekvivalentní dávky pro oční čočky 15 mSv. Roční limit ekvivalentní dávky pro pokožku (průměrováno pro kteroukoliv plochu o velikosti 1 cm^2) a pro končetiny je 50 mSv.

Tabulka 26: Platné mezinárodní a maďarské předpisy pro nadprojektové události

7.11.4 SMĚRODATNÉ UDÁLOSTI

Ke každému provoznímu stavu plánovaných bloků VVER-1200 lze definovat události, které jsou v rámci daného provozního stavu spojeny s největšími emisemi do prostředí. Zastřešující případy uvedené v předběžně poskytnutých údajích bude možno definitivně přezkoumat až na základě podrobného technického projektu.

7.12 CHARAKTERISTIKY VÝSTAVBY JADERNÉ ELEKTRÁRNY PAKS II

7.12.1 PLOCHY PRO VÝSTAVBU JADERNÉ ELEKTRÁRNY PAKS II A NAVAZUJÍCÍCH OBJEKTŮ

V průběhu výstavby nových jaderných bloků budou výstavbou technologické části elektrárny a navazujících objektů, potřebných pro její fungování, dotčeny následující plochy:

Jaderná elektrárna Paks II

- pomocná plocha pro výstavbu elektrárny: *zázemí staveniště*
- staveniště nových jaderných bloků: *provozní prostor*

Navazující objekty

odběr čerstvé vody z Dunaje: *studenovodní kanál, prostor čerpací stanice*

odvod oteplené chladicí vody: *teplovodní kanál, „ostrov“ ohraničený studenovodním a teplovodním kanálem, prostor rekuperační elektrárny*

Bloková vedení a vedení VVN

trasa blokového vedení 400 kV po novou transformovnu a vedení 120 kV

7.12.2 PLÁNOVANÉ FÁZE VÝSTAVBY JADERNÉ ELEKTRÁRNY PAKS II

Proces výstavby nových jaderných bloků se bude skládat z následujících hlavních fází, jež mohou být zahájeny po získání potřebných a účinných zřizovacích, resp. stavebních povolení:

- Představební činnosti
  - příprava zázemí staveniště, úprava plochy
  - bourání budov, staveb a zpevněných povrchů v prostoru umístění bloků
  - náhrada a demontáž liniových staveb v prostoru umístění bloků
  - odstranění, resp. přemístění vegetace z v prostoru umístění bloků
  - odtěžení svrchní vrstvy zeminy a její oddělené uložení
  - výstavba infrastruktury
  - výstavba kanceláří a bloků se sociálním vybavením pro pracovníky stavby
- Stavebně-montážní práce
  - vytvoření stavební jámy
  - vytvoření podzemních stěn a/nebo štětovnicových stěn
  - vytvoření základů
  - odvodnění stavební jámy, dokud práce na vytváření pilot, resp. základů nevystoupí nad úroveň hladiny spodní vody a dokud nebudou provedeny ostatní montážní práce vyžadující odvodnění
  - výstavba komplexu budov s reaktorem (jaderného ostrova) a na něj navazující budovy turbíny
  - výstavba samostatných budov, v nichž nebudou umístěna žádná technologická zařízení
  - výstavba čerpací stanice
  - výstavba navazujících objektů
  - rozšíření studenovodního a teplovodního kanálu
  - vytvoření nové odbočky teplovodního kanálu
  - výstavba rekuperační elektrárny
  - výstavba chladicích článků
  - výstavba blokových vedení a vedení VVN
  - montáže technologií
  - terénní úpravy v prostoru elektrárny
- Procesy před spuštěním provozu
  - uvádění do provozu
  - provozní zkoušky
  - zkoušky jednotlivých zařízení (bezpečnostních, ostatních)
  - provozní (komplexní) zkouška technologických systémů (bezpečnostních, ostatních)
  - vložení první náplně, testy
  - provozní zkoušky na bloku
  - paralelní zapojení
  - zkušební provoz
  - záruční měření

Navazující objekty, které jsou předmětem samostatného licencování (nová transformovna, dočasné úložiště vyhořelých palivových kazet), budou realizovány v souladu s harmonogramem výstavby bloků.

7.12.3 PLÁNOVANÝ HARMONOGRAM VÝSTAVBY JADERNÉ ELEKTRÁRNY PAKS II

Předpokládaná období jednotlivých fází výstavby jsou uvedena v následující tabulce, za předpokladu hladkého průběhu licencování a toho, že mezi výstavbou obou bloků uplyne 5 let:

Činnost	Paks II	
	1. blok	2. blok
Zahájení procesu získání povolení od orgánů ochrany životního prostředí	2014	
Bourací práce v prostoru výstavby	2017-2022	
Zhotovení schvalovacích a realizačních projektů	2018-2019	
Terénní úpravy	2018-2019	
Získání povolení nutných pro zahájení výstavby	2018-2020	

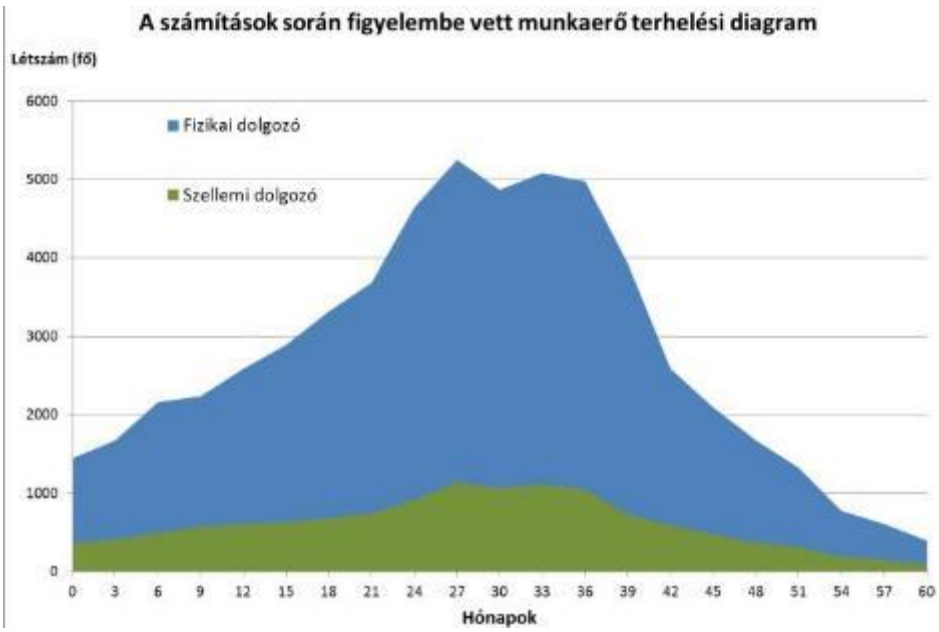
Zahájení výstavby	2020	2025
Vytvoření základů	2020-2021	2025-2026
Hrubá stavba, montáž	2022-2023	2027-2028
Zkoušky, uvedení do provozu	2024	2029
Vložení první náplně	2024	2029
První paralelní zapojení	2024	2029
Zahájení zkušebního provozu	2025	2030
Zahájení komerčního provozu	2025	2030

Tabulka 27: Harmonogram výstavby bloků Jaderné elektrárny Paks II

7.12.4 NÁROKY NA LIDSKÉ ZDROJE V DOBĚ VÝSTAVBY

Časová náročnost výstavby jednoho bloku je 5 let. Datum zahájení výstavby druhého bloku bylo stanoveno s pětiletým odstupem. V případě výstavby 1 bloku jsme na dobu výstavby (na základě údajů prezentovaných dodavatelem technologií) vzali v úvahu maximálně 5 250 osob.

Co se týče časového rozložení pracovních sil, vycházeli jsme z následujícího rozložení podle firmy PÖYRY ERŐTERV.



A számítások során figyelembe vett munkaerő terhelési diagram	Diagram potřeby pracovních sil zohledněný při výpočtech
létszám (fő)	počet osob
fizikai dolgozó	pracovníci vykonávající fyzické práce
szellemi dolgozó	pracovníci vykonávající duševní práce
hónapok	měsíce

Obr. 40: Diagram potřeby pracovních sil v areálu zohledněný při výpočtech [33], [37], [38]

7.13 CHARAKTERISTIKY PROVOZOVÁNÍ JADERNÉ ELEKTRÁRNY PAKS II

7.13.1 PLÁNOVANÝ HARMONOGRAM PROVOZOVÁNÍ JADERNÉ ELEKTRÁRNY PAKS II

Komerční provoz 1. bloku Jaderné elektrárny Paks II bude zahájen v roce 2025, provoz 2. bloku v roce 2030. Projektovaná životnost plánovaných jaderných bloků je 60 let.

Lze předpokládat, že 1. a 2. blok Jaderné elektrárny Paks II se stanou předmětem řízení či procesu o prodloužení provozu, avšak vlivy případného prodloužení v této studii nebereme v potaz.

7.13.2 NÁROKY PROVOZOVÁNÍ NOVÝCH JADERNÝCH BLOKŮ NA LIDSKÉ ZDROJE

Podle analýzy provedené Energetickým investičním podnikem (ERBE) lze v případě provozu 1 bloku počítat se 600 stálými zaměstnanci, z nichž 400 bude pracovat v hlavní pracovní době a 200 na směny. Předpokládáme-li 5 směn a každodenní

třísměnný provoz, pak z 200 zaměstnanců pracujících na směny připadá 120 osob/den nad rámec zaměstnanců pracujících v hlavní pracovní době, tj. v areálu lze počítat s přítomností 520 osob denně.

Po spuštění 2. bloku bude k provozování obou bloků zapotřebí 800 stálých zaměstnanců, z nichž 300 bude pracovat na směny a 500 v denní (hlavní) pracovní době. Předpokládáme-li 5 směn a každodenní třísměnný provoz, pak z 300 zaměstnanců pracujících na směny připadá 180 osob/den nad rámec zaměstnanců pracujících v hlavní pracovní době, tj. v areálu lze počítat s přítomností 680 osob denně.

Do počtu zaměstnanců provozovatele nebyli započítáni pracovníci provádějící údržbu, a to vzhledem k současné praxi outsourcingu podstatné části těchto úkolů.

Podle údajů zveřejněných dodavatelem jaderné elektrárny budou generální opravy, předpokládané v případě každého bloku jednou za 10 let, vyžadovat dalších asi 1000 pracovníků, z toho 200 osob na denní (hlavní) pracovní dobu a 800 osob pro práci na směny. Předpokládáme-li 5 směn a každodenní třísměnný provoz, pak k zaměstnancům pracujícím v hlavní pracovní době musíme přičíst 480 osob/den, tj. v době údržby lze v areálu počítat s přítomností 680 osob denně nad rámec počtu zaměstnanců provozovatele. [37], [38]

7.13.3 PROVOZNÍ VLASTNOSTI NOVÝCH JADERNÝCH BLOKŮ

7.13.3.1 Regulovatelnost, disponibilita, údržba

Elektrický výkon nových jaderných bloků lze regulovat v rozmezí 50–100 %, bloky mohou pracovat v režimu reagujícím na zátěž přenosové soustavyi v ostrovním režimu. Zátěž bloků se směrem dolů i směrem nahoru může měnit rychlostí 5 % za minutu (60 MW/min). Předpokládaná roční disponibilita nových jaderných bloků bude >90 %, a to i při započtení drobných údržbových prací během roku a doby potřebné pro překládku vyhořelého paliva. Velká údržba se předpokládá jednou za 10 let a zabere přibližně 1 měsíc. Předpokládaná časová náročnost ročních údržbových prací je 20 kalendářních dnů (překládka paliva a drobné opravy), zatímco předpokládané trvání velkých odstávek je 30 kalendářních dnů (velká údržba primárního a sekundárního okruhu).

7.13.3.2 Roční energetické údaje nových jaderných bloků

Označení	Měrná jednotka	Hodnota/blok
Počet hodin špičkového výkonu	h/rok	8 147
Instalovaný elektrický výkon (hrubý)	MW	1 200
Vlastní spotřeba	MW	87
Elektrická energie vyrobená jedním blokem	GWh/rok	9 776
Elektrická energie odevzdaná jedním blokem	GWh/rok	9 068

Tabulka 28: Roční energetické údaje

7.13.4 ROČNÍ MATERIÁLOVÁ A ENERGETICKÁ BILANCE NOVÝCH JADERNÝCH BLOKŮ

Roční materiálová a energetická bilance byla sestavena pro bloky 2 x 1200 MW_e a vychází z předpokladu roční doby provozu odpovídající technické provozuschopnosti (8 147 hodin) a úplné zátěže. V závislosti na volbě hlavních zařízení se hodnoty uvedené v tabulce mohou změnit.

Označení	Měrná jednotka	Hodnota
Hrubá roční produkce elektrické energie	GWh/rok	19 552
Vlastní spotřeba elektrické energie	GWh/rok	1 418
Čistá roční produkce elektrické energie	GWh/rok	18 136
Spotřeba paliva	t/18 měsíců	64,6
Spotřeba palivových článků (palivo + kazeta)	t/18 měsíců	96
Strategická palivová náplň	t	225,6
Spotřeby oleje		
Olejová náplň parních turbín	m^3	~240
Olejová náplň transformátorů	t	~804
Množství oleje v hlavních transformátorech	t	~540
Množství oleje v normálních transformátorech pro potřeby vlastního provozu	t	~132
Množství oleje v záložních transformátorech pro potřeby vlastního provozu	t	~66
Mazací a hydraulické oleje	t/rok	20
Dieselové generátory	m^3/168 hodin	2600
Vodíkové chlazení generátoru		8 m^3
Maziva	kg/rok	~280

Spotřeba vody		
Spotřeba vody k technologickým účelům		
Kondenzátorová chladicí voda (zahrnuje i technologickou chladicí vodu)	milion m^3/rok	≈3 900
Demineralizovaná voda	tisíc m^3	640
Spotřeba vody ke komunálním účelům	m^3/rok	25 276
v době maximální spotřeby (první blok je v provozu, druhý blok se staví)	m^3/rok	235 790
Spotřeba chemikálií		
Kyselina chlorovodíková (33% HCl)	m^3/rok	640
Hydroxid sodný (100% NaOH)	m^3/rok	480
Hydroxid amonný	m^3	15
Hydrazin	t	32
Kyselina dusičná	m^3	51
Kyselina sírová	m^3	80
Bór	t	62
Ostatní chemikálie používané k úpravě vody (chemický prostředek na odstranění chlóru, prostředek proti tvorbě usazenin, čisticí chemické prostředky)	t/rok	25
Technologické odpadní vody		
Odpadní voda z úpravny vody	tisícm^3/rok	200
Kapalná odpadní voda z primárního okruhu	tisíc m^3/rok	88
Kapalná odpadní voda ze strojovny turbíny a z pomocných objektů	tisíc m^3/rok	350
Komunální odpadní voda	m^3/rok	24 012
v době maximálního vznikajícího množství (první blok je v provozu, druhý blok se staví)	m^3/rok	224 110
Odpady		
Radioaktivní odpady		
Nízkoaktivní radioaktivní odpad	m^3/rok	140
Středněaktivní radioaktivní odpad	m^3/rok	22
Vysoce aktivní radioaktivní odpad	m^3/rok	1,0
Nepřepracovatelný radioaktivní odpad velkých rozměrů (vznikající při údržbě nebo opravách)	m^3/rok	10
Klasické, neradioaktivní odpady		
Ostatní odpad, jiný než nebezpečný	t/rok	800
Nebezpečný odpad	t/rok	100

Tabulka 29: Materiálová a energetická bilance provozu Jaderné elektrárny Paks II

7.14 UKONČENÍ PROVOZU NOVÝCH JADERNÝCH BLOKŮ

7.14.1 DEMONTÁŽNÍ STRATEGIE ZÁVAZNÁ PRO DEMONTÁŽ NOVÝCH JADERNÝCH BLOKŮ

V této studii vlivů na životní prostředí počítáme ve vztahu k ukončení provozu s opcí okamžité demontáže, a to s ohledem na mezinárodní tendence a následující hlediska:

- současné právní předpisy zajišťují, že na konci životnosti budou k dispozici náklady na demontáž,
- v časovém horizontu, který je k dispozici, bude vyřešeno zajištění definitivního uložení radioaktivního odpadu, jenž vznikne při demontáži,
- není třeba počítat se ztrátou znalostí potřebných k demontáži.

Proces demontáže jaderného zařízení, tedy i jaderné elektrárny, představuje dlouhou a komplexní činnost. Aktuálně platný okruh skutečných úkolů spojených s demontáží, jejich naplánování a podrobné rozpracování je vždy specifické pro daný areál a zařízení a do značné míry závisí na strategii, která bude pro demontáž zařízení zvolena. Demontážní strategie, jež bude skutečně použita po odstavení bloků, bude definována později, na základě podrobných analýz s mnohem širším horizontem. Podle Směrnice Rady 2011/70/Euratom je třeba později zvolenoustrategii odstavení optimalizovat v rámci vytváření národního programu.

Příslušná povolení pro ukončení provozu a demontáž bude potřeba obstarat minimálně za 60 let, nejpozději kolem roku 2080 s ohledem na aktuální stav a aktuální právní prostředí. [39]

7.14.2 FINANCOVÁNÍ DEMONTÁŽE A JEJÍ NÁKLADY

Podle § 62 odstavce 1 zákona č. CXVI z roku 1996 o jaderné energii (atomový zákon) náklady na demontáž jaderných zařízení financuje Centrální jaderný fond (KNPA) jako státní mimorozpočtový fond.

Orgánem spravujícím Centrální jaderný fond je ministerstvo vedené ministrem, který byl pro tento úkol určen.

V průběhu realizace nových bloků je třeba se připravit na takovou přeměnu KNPA, která umožní mimo jiné financování demontáže nových bloků v souladu se zákonem.

Náklady na demontáž lze při dnešní úrovni znalostí jen odhadovat. Na základě předpovědí dodavatelů lze vyzdvihnout prognózu, podle níž bude demontáž reaktorů nového typu pravděpodobně snazší a bude při ní vznikat méně odpadu v porovnání s tím, co lze předvídat v případě demontáže nyní používaných energetických reaktorů.

8 SÍŤOVÉ PŘIPOJENÍ K MAĎARSKÉ ELEKTRIZAČNÍ SOUSTAVĚ

V následujícím textu představujeme úkoly z oblasti elektro a nároky na rozvoj sítě, které ve světle současných zkušebních projektů bezpodmínečně navazují na výstavbu Jaderné elektrárny Paks II a jsou tedy pro tuto výstavbu nutné. Jejich společné vlivy na životní prostředí jsou v porovnání s celkovými vlivy budované jaderné elektrárny nepatrné. V závislosti na pozdějších studiích a rozhodnutích se umístění a podoba elektrické stanice, trasa vedení ZVN a VVN a podoba jejich stožárů může změnit. [36]

8.1 KOMPATIBILITA NOVÝCH BLOKŮ S MAĎARSKOU ELEKTRIZAČNÍ SOUSTAVOU

V současnosti provozované bloky Jaderné elektrárny Paks budou připojeny k maďarskéelektrizační soustavě prostřednictvím 400kV spínacího zařízení transformovny 400/120 kV, která je v majetku společnosti MAVIR Zrt. jako držitele povolení pro provoz přenosové soustavy.

V návaznosti na přípravu výstavby Jaderné elektrárny Paks II a v rámci Lévaiho projektu společnost PÖYRY ERŐTERV Zrt. ve studii proveditelnosti, sloužící jako přípravný materiál pro rozhodování, v několika variantách zkoumala areály elektrických stanic a potřebné úpravy vedení VVN. Byly provedeny předběžné síťové výpočty s cílem prověřit, za jakých podmínek je při velikosti bloků o čistém výkonu 1 200 MW možné odvádět vyrobený výkon za normálního provozního stavu, resp. za poruchového stavu.

Podle výsledků lze integraci nových jaderných bloků do elektrizační soustavy vyřešit pouze vytvořením nových síťových propojení.

- Pro připojení nových bloků k elektrické síti je nutné vybudovat novou transformovnu 400/120 kV (Transformovna Paks II).
- Vzhledem k výsledkům studií zaměřených na stav výpadku dvou zdrojů a vzhledem k záložním dodávkám z nové jaderné elektrárny je opodstatněné, aby byl v daném prostoru vybudován třetí transformátor 400/120 kV.
- Zásadní a nevyhnutelnou podmínkou rozšíření je výstavba dvousystémového vedení VVN Paks–Albertirsa.

Zajištění náležité stability elektrizační soustavy vyžaduje, aby v případě neplánovaného výpadku zdroje s největším jednotkovým výkonem ze všech zdrojů zapojených do systému bylo možno jeho výkon pro potřeby sítě v krátkém čase nahradit. Za splnění tohoto požadavku v Maďarsku odpovídá společnost MAVIR Zrt. jako správce elektrizační soustavy. Jednotkový výkon nových bloků lze předpokládat kolem 1 200 MW, což bude největší jednotkový výkon v rámci celé maďarské elektrizační soustavy. Do spuštění prvního z nových bloků Jaderné elektrárny Paks II je nutno zajistit terciární zálohu s kapacitou odpovídající výkonu nového bloku. Tento požadavek bude potřeba splnit odběrem elektrické energie přenosovou trasou ze zahraničí na základě mezinárodní dohody a/nebo zřízením domácí elektrárenské kapacity s možností rychlého najetí, která bude tvořit novou terciární zálohu.

Na základě studií bylo zjištěno, že prostřednictvím výše uvedených vylepšení a rozšíření bude možno výkon vyrobený novými bloky bezpečně zapojit a provozovat v rámci maďarské elektrizační soustavy.

8.2 UMÍSTĚNÍ NOVÉ TRANSFORMOVNY 400/120 KV PAKS II

S ohledem na kritéria umístění typizovaných elektrických stanic společnosti MAVIR, speciální cíle a požadavky kladené na elektrické stanice v přenosové soustavě MAVIR a specifická hlediska připojení Jaderné elektrárny Paks II k síti bylo pro Transformovnu Paks II určeno několik možných lokalit. Jako optimální z hlediska realizovatelnosti a bezpečnosti dodávek elektrické energie se ukázal areál při trasách vedení VVN směřujících na severozápad, v prostoru mezi silnicemi Paks–Nagydorog a Paks–Kölesd, u křížení silnice na Kölesd a vedení 400 kV. Tento areál se nachází přibližně 6 km od

plánovaného místa nových bloků, v blízkosti 2. kilometru silnice č. 6233, při severní straně této silnice, v bezprostřední blízkosti stávajícího koridoru elektrického vedení.

Na základě poskytnutých údajů jsme tento areál považovali za východisko studie, je avšak nutno poznamenat, že definitivní stanovení místa Transformovny Paks II je v pravomoci společnosti MAVIR ZRt. jako jejího budoucího vlastníka, který podle našich informací zatím nedospěl ke konečnému stanovisku.

Transformovna Paks II bude v souladu s maďarskou praxí typizovanou elektrickou stanicí MAVIR 400/120 kV.

Transformovna Paks II a vedení VVN navazující na maďarskou elektrizační soustavu (s výjimkou blokových vedení) přejdou do vlastnictví společnosti MAVIR ZRt. a stanou se součástí veřejné sítě.

8.3 BLOKOVÉ VEDENÍ 400 KV A VEDENÍ 120 KV

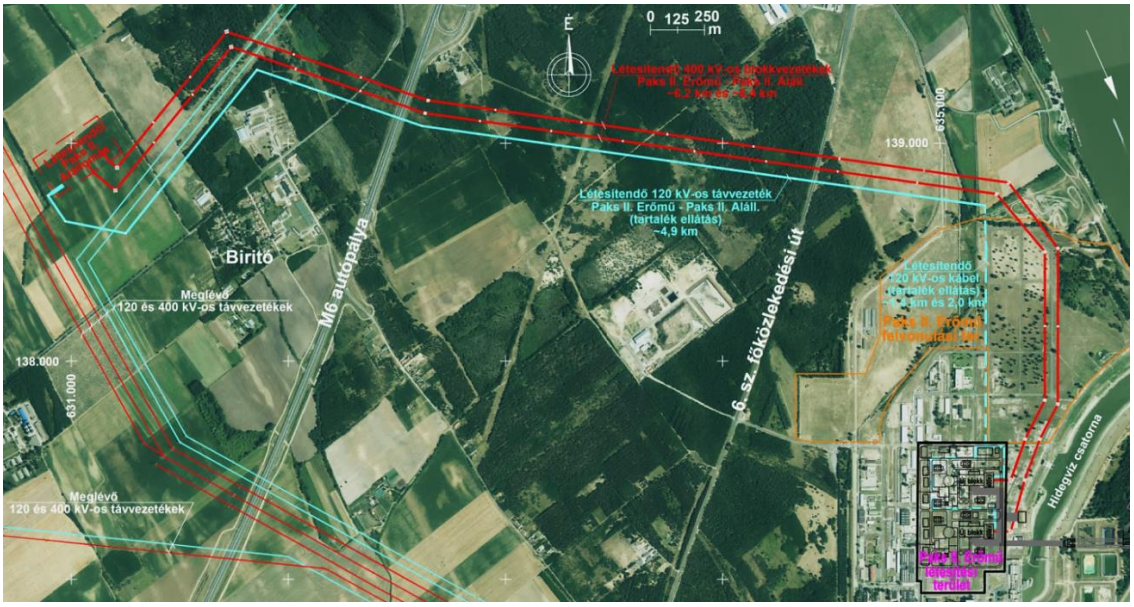
V maďarské přenosové soustavě mají všechna vedení napěťové úrovně 400 kV podobu venkovního vedení.

Okolí instalace, technická a ekonomická hlediska a hlediska ochrany životního prostředí umožňují realizovat vedení bezprostředně navazující na elektrárnu následujícím způsobem:

- bloková vedení 400 kV budou provedena jako venkovní vedení,
- vedení 120 kV pro zajištění záložního napájení bude mít na úseku uvnitř areálu elektrárny podobu zemního kabelu a mimo areál podobu venkovního vedení.

8.3.1 BLOKOVÁ VEDENÍ 400 KV

Elektrickou energii vyrobenou v blocích Jaderné elektrárny Paks II budou do nově vybudované Transformovny Paks II dopravovat bloková (elektrárenská) vedení napěťové úrovně 400 kV. Trasa blokových vedení je znázorněna na obrázku 41, vysvětlivky k tomuto obrázku obsahuje obrázek 42.



6. sz. főközlekedési út	hlavní silnice č. 6
hidegvíz csatorna	studenovodní kanál
létesítendő 120 kV-os kábel (tartalék ellátás), ~1,4 és 2,0 km	plánovaný kabel 120 kV (záložní napájení), ~1,4 a 2,0 km
létesítendő 120 kV-os távvezeték Paks II Erőmű — Paks II Aláll. (tartalék ellátás), ~4,9 km	plánované vedení 120 kV mezi Jadernou elektrárnou Paks II a Transformovnou Paks II (záložní napájení), ~4,9 km
létesítendő 400 kV-os blokkvezetékek Paks II Erőmű — Paks II Aláll. , ~6,2 km és ~6,4 km	plánovaná bloková vedení 400 kV mezi Jadernou elektrárnou Paks II a Transformovnou Paks II, ~6,2 km a ~6,4 km
létesítendő Paks II Alállomás	plánovaná Transformovna Paks II
M6 autópálya	dálnice M6
Meglévő 120 és 400 kV-os távvezetékek	stávající vedení 120 a 400 kV
Paks II Erőmű felvonulási ter.	zázemí staveniště elektrárny Paks II
Paks II Erőmű létesítési terület	plocha pro výstavbu elektrárny Paks II

Obr. 41: Trasa blokových vedení mezi Jadernou elektrárnou Paks II a Transformovnou Paks II (2. areálem)

Vysvětlivky:	
	trasa plánovaného blokového vedení 400 kV
	trasa plánovaného vedení 120 kV (záložní napájení)
	trasa plánovaného kabelu 120 kV (záložní napájení)
	trasa stávajícího vedení 400 kV
	trasa stávajícího vedení 120 kV
	hranice plochy pro výstavbu elektrárny Paks II
	hranice zázemí staveniště elektrárny Paks II
	hranice Transformovny Paks II

Obr. 42: Vysvětlivky k plánku trasy blokových vedení, č. výkresu V-01195 ERBE

Elektrická energie vyrobená v každém z obou nových jaderných bloků bude přepravována do Transformovny Paks II vedením ZVN neseným samostatnou řadou stožárů. Použití oddělených řad stožárů zvyšuje provozní bezpečnost a mluví pro něj také na poměry vedení VVN a ZVN relativně krátká trasa.

Trasy blokových vedení 400 kV mezi Jadernou elektrárnou Paks II a Transformovnou Paks II jsou dlouhé ~6,4, resp. ~6,2 km. Typ stožárů: „JEDLE“, celkový počet: 40 ks. Šířka bezpečnostního pásma je 34,4 m po obou stranách osy trasy, dohromady tedy 68,8 m pro jedno blokové vedení, v případě dvou souběžně vedených blokových vedení je celková šířka bezpečnostního pásma 128,8 m.

V závislosti na pozdějších studiích a rozhodnutích se technické provedení blokových vedení a typ stožárů ještě může změnit v zájmu zvýšení bezpečnosti nových jaderných bloků.

Vzhled v krajině

Předmětné vedení ZVN a VVN povede téměř rovným územím. Mimo areál elektrárny povede trasa převážně přes zemědělsky obdělávané a lesní plochy.

Typy stožárů plánované pro vedení vycházející z elektrárny byly v Maďarsku již použity k výstavbě sítě, realizovaný stav zachycují následující fotografie:

Obr. 43: Venkovní vedení 400 kV na trase Martonvásár–Győr se stožáry typu „JEDLE“

Obr. 44: Venkovní vedení 400 kV na trase Pécs–státní hranice se stožáry typu „JEDLE“ – koridor elektrického vedení

Při výstavbě plánovaných vedení hodláme podle potřeby a podle možností využít metod, které mají napomoci začlenění venkovního vedení do prostředí a snížit jeho rušivé působení na okolí a které se již osvědčily při dřívějších stavbách venkovního vedení (např. rovnoběžné trasy, zelený nátěr stožárů; instalace míst pro zahnízdění ptáků na stožárech, instalace prostředků zvyšujících viditelnost vedení pro ptáky).

Vlivy provozu vedení ZVN a VVN

Intenzita elektrického a magnetického pole

V blízkosti vedení vysokého napětí vzniká elektromagnetické pole. Limity intenzity elektrického pole a magnetické indukce, jež je potřeba brát v úvahu z hlediska biologických vlivů, stanovila Mezinárodní asociace pro ochranu před zářením (IRPA), působící při Světové zdravotnické organizaci OSN (WHO). Maďarské předpisy (norma MSZ 151-1-2000/15. 6. 3.) jsou v souladu s celosvětově uznávanými doporučeními této mezinárodní organizace.

Doba pobytu pod vedením vysokého napětí	Intenzita elektrického pole E (kV/m)	Magnetická indukce B (μT)
několik hodin denně	10	1000
bez omezení	5	100

Tabulka 30: Přípustné hodnoty intenzity elektrického pole a magnetické indukce

Typické hodnoty intenzity elektrického pole a magnetické indukce v okolí stávajících vedení vysokého napětí:

	Hodnoty naměřené v Maďarsku pod vedením 120–750 kV ve výšce 1,8 m	
	intenzita elektrického pole [kV/m]	magnetická indukce [μT]
pod venkovním vedením	2–17*	10–37
na okraji bezpečnostního pásma	0,2–1,1	1–9

* poznámka:
Hodnota vyšší než 10 kV/m se vyskytuje pouze pod vodičem vedení 750 kV.

Tabulka 31: Naměřené hodnoty intenzity elektrického pole a magnetické indukce

Při přípravě realizačního projetu vedení ZVN a VVN je nutno vhodnou volbou výšky vedení nad zemí zajistit, aby i za nejméně příznivých okolností hodnoty intenzity elektrického a magnetického pole zůstávaly pod hodnotami stanovenými v doporučení WHO. Opakujeme, že trasa předmětných venkovních vedení probíhá mimo obydlená území.

Podle dosavadních výsledků zkoumání intenzita elektrického a magnetického pole v okolí venkovních vedení nemá prokazatelný škodlivý vliv na zdraví.

Koróna (ionizující působení, radiofrekvenční vlivy, ztráty způsobované korónou)

Jedním z nejnápadnějších a nejintenzivněji pociťovaných jevů spojených s venkovním vedením je koróna (koronární výboj). Setkáme se s ním především za vlhkého, mlhavého počasí, jestliže nehomogenní elektrické silové pole, které se tvoří na povrchu vodiče, překročí limitní hodnotu 30 kV/cm. V takovém případě se vzduch kolem vodiče ionizuje a nastane výboj či vyzařování, provázené za tmy viditelnými světelnými jevy a praskavými zvuky.

Koróna může mít následující přímé vlivy na životní prostředí:

- kvůli ionizujícímu působení vysoké místní intenzity pole je slyšet škvířivý či praskavý zvuk,
- vznikají vysokofrekvenční elektromagnetické vlny, které v okolí vedení mohou způsobovat rušení rozhlasového a televizního signálu,
- v důsledku koróny odchází na vedení ke ztrátám.

Ionizující působení

Zejména při hodnotách nad 400 kV se na venkovním vedení působením koróny vytváří především ozón (O_3) a oxidy dusíku (NO_x), jejichž množství je pod prahem měřitelnosti a v porovnání se všemi ostatními zdroji je zanedbatelné.

8.3.2 VEDENÍ 120 KV

Úkolem plánovaného vedení 120 kV je zajištění záložních dodávek elektrické energie pro Jadernou elektrárnu Paks II z plánované Transformovny Paks II.

Venkovní úsek vedení 120 kV mezi Jadernou elektrárnou Paks II a Transformovnou Paks II bude měřit ~4,9 km a úsek tvořený kabelem bude mít ~1,4 km, resp. ~2,0 km hosszú. Budou použity stožáry typu „SZIGETVÁR“, v počtu 19 ks. Šířka bezpečnostního pásma bude 15,6 m po obou stranách osy trasy, dohromady tedy 31,2 m.

V závislosti na pozdějších studiích a rozhodnutích může vzniknout potřeba, aby v zájmu zvýšení bezpečnosti nových jaderných bloků bylo vedení 120 kV, zajišťující záložní napájení, rovněž vedeno pro každý blok po samostatné řadě stožárů. Současně s tím se může změnit také typ a počet stožárů použitých pro tato vedení.

8.3.3 SPOLEČNÉ BEZPEČNOSTNÍ PÁSMO

V případě souběžné trasy obou blokových vedení 400 kV a vedení 120 kV záložního napájení je nutno počítat s celkovou šířkou bezpečnostního pásma 170 m.

8.3.4 VÝSTAVBA VEDENÍ ZVN A VVN

Hlavní fáze výstavby vedení ZVN a VVN jsou následující:

- příprava výstavby, vytyčení trasy,
- vytvoření základů,
- montáž stožárů a izolátorových řetězců,
- vztyčení stožárů,
- natažení a seřízení vedení.

Pro výstavbu vedení je obecně po celé délce trasy nutný stavební pás o šířce asi 3–5 m. Tam, kde bude pro realizační práce využita zemědělská půda, bude zhotoven znalecký posudek z oboru pedologie, který poslouží jako podklad pro rekultivační práce a na jehož základě příslušný katastrální úřad vydá povolení k dočasnému užívání zemědělské půdy pro jiné účely.

Rozměry nadzemních částí základů, do nichž jsou stožáry zasazeny, závisí na tom, zda jde o nosný, nebo výztužný stožár, ale závisí také na průřezu a počtu vodičů, které stožár ponese.

Při stanovení prostorových nároků výstavby je potřeba brát v úvahu také velikost plochy nutné pro smontování stožárů na místě a jejich vztyčení. Tato plocha je v závislosti na typu stožáru a na místě instalace následující:

- v případě stožárů 400 kV: asi 60 x 40 m
- v případě stožárů 120 kV: asi 40 x 40 m

V případě, že se jedná o zemědělskou půdu, budou tyto plochy dočasně odňaty ze zemědělského půdního fondu.

Všechna tři vedení (řady stožárů) související s Jadernou elektrárnou Paks II lze stavět naráz, ale i na etapy. V případě výstavby na etapy je nutno vybudovat nejprve vedení 400 kV pro 1. blok a vedení 120 kV, později lze postavit vedení 400 kV pro 2. blok.

Časová náročnost stavebních prací:

- terénní úpravy, zemní práce: 2 pracovní dny/km
- vytvoření základů: 2 týdny/km
- montáž a vztyčení sloupů: 1 týden/km
- montáž vodičů: 1–3 týdny/km

Uvedené práce probíhají zčásti souběžně, a proto lze dobu realizace odhadnout přibližně na 8–10 měsíců. V případě výstavby na etapy může výstavbavyžadovat i podstatně delší dobu. Po tuto dobu není prostředí narušováno v celé délce vedení najednou. Pracovní stroje tráví na staveništi jen nezbytně dlouhou dobu a posunují se od jednoho stožáru ke druhému. Během výstavby se provádí jak mechanizovaná, tak i ruční práce v souladu s technologií montáže.

Následující fotografie zachycuje montáž stožáru během jedné dřívější realizace vedení ZVN.

Obr. 45: Venkovní vedení 400 kV na trase Martonvásár–Győr, montáž stožáru

9 POTENCIÁLNÍ FAKTORY A OBJEKTY PŮSOBENÍ JADERNÉ ELEKTRÁRNY PAKS II

9.1 POTENCIÁLNÍ FAKTORY PŮSOBENÍ

Prvním krokem práce na studii vlivu na životní prostředí je vymezení faktorů působení, které souvisejí s vytvářením podmínek pro výrobu elektrické energie z jádra a s provozováním jaderné energetické kapacity a které vyplývají z technologických parametrů, podrobně popsaných v předchozích kapitolách. Faktory působení související s plánovanými jadernými bloky jsme uvažovali v členění podle 3 hlavních tematických okruhů: podle dotčených prostorů, časové posloupnosti a skupin typických faktorů působení.

Výstavba a provozování nových jaderných bloků je spojena s využitím následujících ***prostorů***:

Jaderná elektrárna Paks II

- *provozní prostor nových jaderných bloků*
- *zázemí staveniště*

Navazující objekty Jaderné elektrárny Paks II

- *studenovodní kanál*
- *teplovodní kanál*
- *prostor „ostrova“ ohraničeného studenovodním a teplovodním kanálem*
- *prostor rekuperační vodní elektrárny*

Blokové vedení a vedení VVN

- *trasa blokových vedení 400 kV a vedení 120 kV až po novou transformovnu*

Dopravní trasy

- *trasy komunikací dotčené dopravou do a z areálu elektrárny*

Faktory působení nových jaderných bloků a na ně navazujících objektů zkoumáme v členění podle ***časové posloupnosti***, tj. v členění na fáze realizace (výstavby a montáže), provozování a ukončení provozu, a současně s ohledem na prostory, jichž má být využito.

Realizace (výstavba a montáž) : Nad rámec činností předcházejících samotné výstavbě se jedná o období skutečné výstavby v trvání zhruba 5 let, což v případě 2 bloků představuje dvě po sobě následující cykly, celkem tedy 10 let.

Provozování: Projektovaná životnost plánovaného jaderného bloku je 60 let, které lze s ohledem na realizaci, načasování a řízení o prodloužení provozu nynějších 4 bloků rozdělit na několik etap:

současný provoz 1. –4. bloku Jaderné elektrárny Paks a 1. bloku Jaderné elektrárny Paks II v letech 2025–2030
současný provoz 1. –4. bloku Jaderné elektrárny Paks a 1. a 2. bloku Jaderné elektrárny Paks II v letech 2030–2032
po odstavení 1. –4. bloku Jaderné elektrárny Paks samostatný současný provoz 1. a 2. bloku Jaderné elektrárny Paks II v letech 2037–2085
po vypršení životnosti a odstavení 1. bloku Jaderné elektrárny Paks II samostatný provoz 2. bloku Jaderné elektrárny Paks II v letech 2085–2090
vypršení životnosti 2. bloku Jaderné elektrárny Paks II v roce 2090

Ukončení provozu: Na konci životnosti odstavení nejprve 1. bloku a poté 2. bloku Jaderné elektrárny Paks II (podle bodu 31 přílohy č. 1 nařízení vlády č. 314/2005 je pro tuto činnost nutná samostatná studie vlivu na životní prostředí).

Jednotlivé etapy zkoumáme v členění podle nejtypičtějších ***skupin faktorů působení***. S ohledem na charakter zařízení jsme emise a odpady jako jedny z faktorů působení rozdělili na skupiny klasické, neradioaktivní a skupiny radioaktivní.

- **využití složek životního prostředí**
- **emise znečišťujících látek**
  - *emise klasických, neradioaktivních znečišťujících látek*
  - *radioaktivní emise*
- **odpady**
  - *vznik klasických, neradioaktivních odpadů a nakládání s nimi*
  - *vznik radioaktivních odpadů a nakládání s nimi*
- **vyhořelé palivové kazety**
  - *nakládání s palivovými kazetami vyjmutými z reaktoru a jejich skladování*

9.2 OBJEKTY PŮSOBENÍ

Druhým krokem práce na studii vlivu na životní prostředí je odhad a vymezení procesů působení vyvolaných jednotlivými faktory působení, které souvisejí s realizací a provozováním Jaderné elektrárny Paks II, a to ve vztahu událostem spadajícím do fází realizace, provozování a ukončení provozu. Na základě odhadnutých procesů působení lze stanovit **okruh složek a systémů životního prostředí, v němž mohou** procesy působení vyvolané jednotlivými faktory působení (využití životního prostředí, zátěž životního prostředí) **vyvolat přímé** nebo **nepřímé dopady.**

V průběhu realizace, provozování a ukončení provozu nových jaderných bloků je nutno jako objekty působení vzít v potaz následující složky a systémy životního prostředí:

povrchová voda – Dunaj,

geologické prostředí, podpovrchová voda (areál, údolí Dunaje),

ovzduší,

prostředí sídel (hlučnost, odpady, radioaktivní emise),

biocenóza,

umělé prostředí, umělé složky,

obyvatelstvo (radioaktivní emise).

9.3 POTENCIÁLNÍ MATICE PŮSOBENÍ

Odhad vlivů potenciálních faktorů působení jsme shrnuli i v matici působení.

Faktory a objekty působení jsme identifikovali i pro případy odlišné od normálního fungování (nehody, havárie, projektové události), které mohou případně nastat ve fázi umísťování, provozování a ukončování plánované činnosti, případně ve všech třech těchto fázích.

Faktory působení	***Objekty působení***								
	Složky a systémy životního prostředí								
	povrchová voda	*geologické prostředí, podpovrchová voda*		*ovzduší*	*prostředí sídel*	*biocenóza*	*kulturní dědictví*	*obyvatelstvo*	*zastavěné prostředí*
	Dunaj	*areál*	*údolí Dunaje*						
Umísťování									
Bourání budov	-	I	-	T	T	T	-	I, T	I, T
Zábor ploch	I	I	-	T	I	T	-	-	I
Doprava	-	-	-	T	I, T	T	T	T	I, T
Výstavba zařízení	I	I	-	T	I, T	T	-	T	I, T
Instalace technologie	I	I	-	T	I, T	T	-	T	I, T
Navazující činnosti	I	I	-	T	I, T	T	-	T	I, T
Havárie	T	T	-	T	T	T	T	T	T
Provozování									
Technologie	T	I	T	T	I, T	T	-	T	I, T
Navazující činnosti	-	-	-	T	I, T	T	-	T	I, T
Doprava	-	-	-	T	I, T	T	T	T	I, T
Havárie	T	T	-	T	T	T	T	T	T
Ukončování									
Demontáž technologie	-	T	-	T	I, T	T	-	T	T
Bourání budov	-	T	-	T	I, T	T	-	T	T
Doprava	-	T	-	T	I, T	T	-	T	T
Navazující činnosti	T	T	-	T	I, T	T	-	T	T
Úprava ploch	-	T	-	T	I	T	-	T	I
Havárie	T	T	-	T	T	T	T	T	T

Vysvětlivky:
T – zátěž pro životní prostředí
I – využití životního prostředí

Tabulka 32: Souhrnná matice působení, identifikace povahy faktorů působení a identifikace objektů působení

Faktory působení	***Objekty působení***								
	Složky a systémy životního prostředí								
	povrchová voda	*geologické prostředí, podpovrchová voda*		*ovzduší*	*prostředí sídel*	*biocenóza*	*kulturní dědictví*	*obyvatelstvo*	*zastavěné prostředí*
	Dunaj	*areál*	*údolí Dunaje*						
Umísťování									
Bourání budov	-	I	-	H	H	H	-	H, I	H, I
Zábor ploch	I	I	-	H	I	H	-	-	I
Doprava	-	-	-	H	I, H	H	H	H	I, H
Výstavba zařízení	I	I	-	H	I, H	H	-	H	I, H
Instalace technologie	I	I	-	H	I, H	H	-	H	I, H
Navazující činnosti	I	I	-	H	I, H	H	-	H	I, H
Havárie (H)	H	H	-	H	H	H	H	H	H
Provozování									
Technologie	H+R	I	H	H+R	I, H+R	H+R	-	H+R	I, H+R
Navazující činnosti	-	-	-	H	I, H	H	-	H+R	I, H
Doprava	-	-	-	H	I, H+R	H+R	H	H+R	I, H+R
Projektové události (R) ; havárie (H)	H+R	H+R	-	H+R	H+R	H+R	H	H+R	H+R
Ukončování									
Demontáž technologie	-	H+R	-	H+R	I, H+R	H+R	-	H+R	H+R
Bourání budov	-	H+R	-	H+R	I, H+R	H+R	-	H+R	H+R
Doprava	-	H+R	-	H+R	I, H+R	H+R	-	H+R	H+R
Navazující činnosti	H	H+R	-	H	I, H+R	H+R	-	H+R	H+R
Úprava ploch	-	H	-	H+R	I	H+R	-	H+R	-
Projektové události (R) ; havárie (H)	H	H+R	-	H+R	H+R	H+R	H+R	H+R	H+R

Vysvětlivky:
H – klasické vlivy na životní prostředí
R – radiologické vlivy

Tabulka 33: Souhrnná matice působení, identifikace klasických a radiologických vlivů

10 SOCIOEKONOMICKÉ VLIVY INVESTICE V PAKSI

10.1 EKONOMICKÉ VLIVY A PODMÍNKY

Plánovaná investice v Paksi bude mít značný dopad na ekonomiku celé země, regionu i samotného města Paks.

Na celostátní úrovni lze vyzdvihnout růst výkonu hospodářství (HDP) v důsledku investice, protože už v době přípravy investice se na její realizaci začnou připravovat také tuzemské firmy, které se do realizace budou chtít zapojit. To má a bude mít vliv na vzdělávání, rozvoj personálních a hmotných kapacit a inovace.

Ve smyslu článku 4 bodu 2 zákona č. II z roku 2014, kterým se vyhlašuje Dohoda mezi Vládou Maďarska a Vládou Ruské federace o spolupráci v oblasti mírového využití jaderné energie, „Strany učiní vše, co je v jejich silách, aby v případě, že to bude uskutečnitelné v zájmu naplnění spolupráce uvedené v této Dohodě a možné v mezích stanovených platnými právními předpisy, dosáhly 40% minimální úrovně lokalizace. “ Proto Vláda Maďarska plánovanou investici považuje za důležitou nejen z hlediska energetické politiky, ale přistupuje k ní se zvýšenou pozorností i z hlediska průmyslové politiky. Podle plánů lze doufat, že z celkové předpokládané hodnoty investice ve výši 12,5 mld. EUR bude 5 mld. EUR realizováno za účasti tuzemských firem, což představuje přibližně 5 % maďarského ročního HDP, tedy velmi významnou položku i v měřítku celého národního hospodářství.

Z hlediska energetické politiky Vláda očekává, že „mix“ maďarských výrobních kapacit elektrické energie zůstane i po odstavení 4 bloků Jaderné elektrárny Paks vyvážený, že v porovnání se stavem při neuskutečnění této investice bude nižší závislost na dovážených energetických nosičích (jaderné palivo lze pořídit z více zdrojů a lze skladovat větší zásoby jaderného paliva), resp. na přímém dovozu elektrické energie a že cena elektrické energie vyrobené nově vybudovanými bloky v Paksi bude dlouhodobě konkurenceschopná, což může přinést konkurenční výhodu maďarským energeticky náročným podnikům a umožnit jim dokonce zvýšení objemu jejich výroby.

Z hlediska průmyslové politiky je velmi významné, že firmy, které se výše popsaným způsobem zapojí do výstavby, budou díky rozvoji svých personálních kapacit a věcného vybavení konkurenceschopnější i po její realizaci, což bude mít i mimo přímý vliv výstavby v Paksi pozdější multiplikační efekt na výkon národního hospodářství, zaměstnanost, zvýšení spotřebitelské poptávky a v důsledku všech těchto účinků také na příjmy státu z daní a ostatních odvodů. Národohospodářským hlediskem je rovněž skutečnost, že investicí do Jaderné elektrárny Paks se státní majetek rozšíří o moderní zařízení vysoké hodnoty, a nikoliv jen mimochodem tato investice přispěje také k zachování profesní kultury světového renomé a světové úrovně.

V souvislosti s plánovanou výstavbou nových jaderných bloků je národohospodářským cílem, aby se do prací mohli v co největší míře zapojit domácí dodavatelé. Reálně dosažitelnou horní hranicí je jejich zhruba 30–40% podíl. V současné době probíhající zahraniční (mezinárodní) výstavby jaderných elektráren jednoznačně ukazují, že subdodavatele z okruhu objednávající ekonomiky lze intenzivně zapojit do prací na přípravě, výstavbě, montáži a ostatní realizaci, na výrobě a následné údržbě pouze tehdy, pokud na to byli vědomě a plánovitě připravováni, byli zapojeni do rozvojových programů a zorganizováni do systému, v jehož rámci se vzájemně doplňují a posilují. Užitečnost projektu výstavby elektrárny pro národní hospodářství velkou měrou zvyšuje dobře naplánovaná, připravená a systematicky prováděná příprava subdodavatelů, pomocí níž je třeba předejít značným návazným vícenákladům v průběhu výstavby.

Proces výstavby nových bloků je investicí, která může řadě domácích firem a podnikatelů přinést významné objednávky na dobu několika let nebo i celého desetiletí a může zajistit práci pro několik tisíc osob jak v místě samotné výstavby, tak v projekčních a výzkumných ústavech v průběhu přípravných prací nebo v různých montážních a výrobních závodech. Předpokladem pro pokrytí 30–40 % investičních nákladů domácími dodavateli je plánovitá příprava a spolupráce zahrnující také organizovanou spolupráci na úrovni podniků a institucí. Energetická výrobní kapacita Maďarska a objem výkonu jednotlivých stavebních firem se za uplynulá dvě desetiletí výrazně snížily. Jejich úplné znovuoživení není reálné, cílem může být spíše programová příprava a sdružení potenciálně způsobilých, především malých a středních firem.

V rámci přípravného projektu byl proveden aktuální situaci odrážející průzkum okruhu firem a podnikatelů, které lze do plánované výstavby zapojit. Práce vycházela ze dvou přístupů. Zaprvé se na celostátní úrovni zkoumaly firmy, které lze považovat za firmy mimořádného významu, zadruhé se shromažďovaly firmy z širšího okolí Jaderné elektrárny Paks, které by případně mohly získat práci především v rámci subdodavatelského řetězce. Výsledkem celostátního průzkumu je databáze přibližně 150 možných spolupracujících firem, která zahrnuje specifikace dodávek a služeb podle jednotlivých oborů (jaderný průmysl, strojírenství, řídicí technika, elektro, stavebnictví, chemie, ostatní) a podle jednotlivých činností (výzkum a vývoj, projekce, výroba, doprava, stavební činnosti, montáž, uvádění do provozu, znalecké činnosti, ostatní).

Byly zaznamenány prostředky, kapacity a referencejednotlivých firem, charakteristiky jejich spolehlivosti a ve výrobní oblasti také podíl importovaných komponentů.

Přirozenou snahou a očekáváním je, aby se firmy z širšího okolí Jaderné elektrárny Paks mohly zařadit do realizačního systému se šancí na získání spolupráce a aby tak posílily podnikatelský potenciál dané oblasti a vytvořily možnost pro využití okolních lidských zdrojů. Dobře definovaná a na základě více hledisek vymezená oblast zahrnuje 90 sídel po obou březích Dunaje a zasahuje do tří žup. Předmětem průzkumu byly firmy, které jsou činné v oblasti stavebnictví, výroby, montáže a dopravy, mají minimálně 10 zaměstnanců a projevují zájem a ochotu zapojit se v rámci jakékoliv smluvní konstrukce od výstavby. Během průzkumu byly potenciálně spolupracující firmy rozděleny do kategorií podle připravenosti (personální a hmotné kapacity), referencí, kapitálové síly, údajů z účetní rozvahy, získaných certifikátů a ochoty ke zvyšování odborné kvalifikace. Okolní firmy se ovšem mohou ucházet o zakázky nejen přímo pro samotnou velkoustavbu, ale i v rámci nepřímo navazujícíchprací (např. výstavby infrastruktury). Výsledkem průzkumu je sestavení databáze téměř 240 firem z dané oblasti.

10.2 SPOLEČENSKÉ SOUVISLOSTI A PODMÍNKY

Společnost MVM Paksi Atomerőmű Zrt. (Maďarské energetické závody, Jaderná elektrárna Paks, uzavř. a. s.) je v oblasti, jejímiž centry jsou města Paks, Szekszárd a Kalocsa, přítomna už téměř čtyři desetiletí. Promyšleným a systematickým postupem si vybudovala regionální síť vztahů, která vytváří podmínky pro spolupráci založenou na vzájemné úctě, porozumění a výhodnosti. Tento silný, podporující, symbiotický vztah poskytl kompetentním osobám pevný společenský základ pro učinění tak dalekosáhlých rozhodnutí, jakými jsou rozhodnutí o prodloužení provozu a o výstavbě nových bloků. Rozhodnutí parlamentu a vlády o výstavbě nových jaderných bloků zvlášťsilně vyžadují, aby byl soubor ekonomických a společenských vztahů s oblastí kolem elektrárny pozvednut na vyšší úroveň, obsahově rozšířen a oživen. Posílení ochoty dané oblasti přijmout jadernou elektrárnu a spolupracovat s ní a posílení důvěry obcí, firem a občanů je jednou z rozhodujících podmínek programu rozšíření, kterou je třeba se zabývat už ve fázi přípravy velké investice.

Společnost MVM Paksi Atomerőmű Zrt. jako největší podnik a zaměstnavatel v regionu se důrazně hlásí ke své odpovědnosti za stav okolního životního prostředí, za kvalitu života tamních obyvatel a za rozvoj a budoucnost oblasti. Elektrárna a s ní související rozvojový projekt může být úspěšný jedině tehdy, bude-li elektrárna fungovat ve virulentním hospodářském a společenském prostředí, kde se efektivity navzájem posilují. Obyvatelstvo z okolí Jaderné elektrárny Paks se živě zajímá o proces umístění nových bloků a s očekáváními vzhlíží k demokratickým postupům, které i jemu poskytují možnost do rozhodování mluvit. Podpora ze strany dané oblasti je v současné době uspokojivá, vztahy se rozvíjejí, ale jsou formulována také vážná očekávání. Obce, obyvatelstvo i dotčené firmy už ve fázi přípravy velké investice očekávají iniciativní kroky, dodávající hodnověrnost dlouhodobé spolupráci.

Je nezbytně nutné položit základy pro zapojení a zainteresování přijímající oblasti, což je kromě rozvoje podnikání spojeno především s poskytováním lidských zdrojů a k tomu potřebným logistickým systémem. Projekt přípravy rozšíření se těmito tématy podrobně zabýval. Především bylo potřeba sestavit seznam oborů nutných pro výstavbu, montáž, zprovoznění a následné provozování jaderné elektrárny, a to v souladu se systémem Celostátního katalogu odborných kvalifikací a se vzdělávacími programy maďarského vysokého školství. Tento materiál byl vypracován za účasti odborníků z oblasti energetiky, kteří mají bohaté zkušenosti s realizací velkých staveb, a za účasti vysokoškolských pracovišť. Srovnávacím základem pro všechny další průzkumy jsou nároky na pracovní síly v případě jednotlivých typů bloků nabízených dříve předpokládanými uchazeči v tendru. Uzavření rusko-maďarské mezivládní dohody usnadnilo situaci, protože dále už je třeba vycházet jen z předběžných údajů poskytnutých firmou Atomstrojexport.

Za účelem zmapování kvalifikovaných pracovních sil, které v dané oblasti jsou nebo podle předpokladů budou v budoucnu k dispozici, byl v 90 obcích a městech žup Tolna, Baranya a Bács-Kiskun proveden rozsáhlý průzkum. Vzhledem k absenci státního či veřejného evidenčního systému byla databáze vytvořena cestou rozsáhlé terénní práce založené na odběru vzorků. To vše poskytuje dobrý základ pro zkoumání a přípravu možností, jak do prací na velké investici zapojit okolní pracovní síly. Již známé personální nároky zhotovitele, zpracované podle jednotlivých oborů, lze dobře porovnat s regionálním potenciálem kvalifikovaných pracovních sil. Vyjdeme-li z předpokladu, že do prací na výstavbě a montáži nových bloků jaderné elektrárny lze nasměrovat jen 20 % kvalifikovaných pracovních sil dostupných v regionu, lze konstatovat, že ze samotného regionu bude možno zajistit jen asi 25–30 % potřebných pracovních sil. Mezi jednotlivými obory jsou samozřejmě velmi značné rozdíly. Na základě výsledků srovnávacích analýz lze už v předstihu prohlásit, že problém nedostatku pracovních sil bude dominovat především v oborech tesař-lešenář, montér železobetonových konstrukcí, certifikovaný svářeč, zámečník, elektroinstalatér a instalatér řídicí techniky.

Předmětem průzkumu byla příslušně zaměřená zařízení středního odborného školství a firmy zabývající se následným vzděláváním v daném regionu, jejich vzdělávací podmínky, infrastruktura, zázemí pro praktickou výuku, kapacita, plán rozvoje a flexibilita. Tyto školy a školicí zařízení mohou spuštěním cílených novýchprogramů odborného vzdělávání,

navýšením počtů studentů ve stávajících programecha zlepšením vzdělávacích podmínek zajistit počty pracovníků, které na pracovním trhu v současnosti nejsou a jejichž přísun nyní nelze ani předpovídat. Byl proveden průzkum domácích vysokých škol, fakult a oborů technického zaměření, doplněný o průzkum významných institucí podobného zaměření v několika sousedních zemích. Vypracován byl rovněž podkladový materiál, jehož předmětem je analýza obnovení vysokoškolského studijního programu energetika přímo v Paksi, výlučně jako detašovaného oboru některé mateřské instituce.

Byl vypracován systém směrování studentů na vysoké školy technického zaměření a přípravy na studium na těchto školách, který je rozpracovaný až po úroveň učebních materiálů a je doplněn o cvičení z energetiky a získávání odborné praxe přímo na místě. Se středními školami v okolí Jaderné elektrárny Paks byla podepsána dohoda o jejich zapojení, která znamená od 11. ročníku doplňkové vzdělávání v předmětu speciální fyzika a zvýšenou úroveň požadavků u maturitní zkoušky. Studenti z regionu, kteří budou ve studiu pokračovat, se s větší pravděpodobností vrátí, pokud jim rozšíření nabídne pracovní a kariérní příležitost. Byl vypracován také speciální stipendijní a mentorský systém jak pro středoškolské, tak pro vysokoškolské studium, protože jedině tak lze mladé odborníky udržet v odvětví elektroenergetiky a zabránit odlivu mozků do zahraničí.

Ze studií zaměřených na lidské zdroje lze vyvodit, jaký počet pracovníků bude potřeba v jednotlivých letech výstavby, a k těmto počtům lze pak přiřadit různé nároky na služby. Prosazováním zaměstnávání pracovních sil z regionu (které musí být prvořadým cílem), lze výrazně snížit nároky na ubytování a jiné služby, naopak ale vzrostou nároky na dopravu. Vzhledem k tomu, že tato zvýšená pozornost se týká také oblasti kolem města Kalocsa, vyvstává potřeba alternativních cest přes Dunaj. Je třeba mít na paměti ekologická dopravní řešení a taková obří parkoviště, jichž bude možné později využít k jiným účelům. Je nutno zjistit stávající možnosti ubytování a řešení jejich rozvoje a rozšiřování, a to s ohledem na doporučení Mezinárodní agentury pro atomovou energii. Vedle kapacit pro přechodné, nicméně požadavkům 21. století odpovídající ubytování je potřeba se zabývat také trvalým umístěním pozdějšího provozního personálu, včetně rodinných příslušníků. Je třeba prozkoumat postoje jednotlivých sídel k přijímání nových obyvatel. Je třeba se zabývat dodávkami potravin pro několik tisíc lidí, jejich stravováním, zdravotnickou a sociální péčí, otázkami bezpečnosti osob a majetku a vytvořením podmínek pro volnočasové aktivity. Už hodně dopředu je nutno plánovat možnost rozšíření počtu míst v jeslích, mateřských školách a dalších stupních škol a nesmí se opomenout problém zaměstnanosti ženských pracovních sil (rodinných příslušnic) a včasné vytvoření možností pro jejich pracovní uplatnění.

Na regionální úrovni bude mít plánovaná investice význam především v období své realizace: dojde k rozvoji infrastruktury, v souvislosti se zajištěním ubytování a služeb pro pracovníky zaměstnané při výstavbě mohou firmy v regionu dosahovat vyšších tržeb a po realizaci investice zde i přes pozdější odstavení 1. –4. bloku dlouhodobě zůstane vrstva koupěschopných zaměstnanců a podnikatelů, kteří budou zajišťovat provoz a údržbu nových bloků, čímž budou kompenzovány předpokládané negativní hospodářské a společenské dopady odstavení starých bloků.

Město Paks i při vyhraněných decentralizačních představách hraje významnou roli už i v přípravné fázi investice, je tedy na místě, aby s projektem trvale spolupracovalo. Mapují se potřebné investice do infrastruktury, v souvislosti s nimi se začínají plnit projekční a přípravné úkoly a probíhá identifikace zdrojů potřebných pro realizaci investic. Je třeba zkoumat možnosti rozvoje Průmyslové zóny Paks a možnosti rozšíření jejího areálu. Je velmi důležité, aby se zde usadily závody a jiné, třeba i kancelářské provozovny podílející se na přípravě výstavby a montáže elektrárny a spolupracující v průběhu realizace. Ke statutárnímu městu Szekszárd je při přípravě i realizaci investice nutno přistupovat způsobem odpovídajícím jeho významu. Do Sítě partnerských měst a obcí se mohou zapojit ta města a obce z okolí elektrárny, která se zavážou ke konkrétním opatřením v zájmu úspěchu a odpory investice (např. přijetí ubytovacího kontejnerového městečka, zajištění pozemku pro toto městečko a jeho připojení na inženýrské sítě, vyřízení potřebných povolení, mobilizace pracovních sil, spolupráce v oblasti vzdělávání, pomoc v oblasti komunikace, vytvoření parcel pro výstavbu obytných domů, zajištění volnočasových programů a možností pro odpočinek). Členové Sítě neobdrží žádnou materiální odměnu, ale dostanou příležitosti. To vše vyžaduje podrobnou terénní práci v jednotlivých městech a obcích na přípravě podkladů, aby se konečný výsledek opíral o reálné místní zdroje.

Společnost MVM Paksi Atomerőmű Zrt. už téměř desetlet provozuje speciální dotační systém v podobě nadace, jejímž cílem je napomáhat regionálnímu a místnímu rozvoji, rozvoji podnikání a vytváření nových pracovních míst. S pomocí nadace se v cílovém regionu formou přímé nebo nepřímé (zajištění spoluúčasti) dotace uskutečnily rozvojové investice v hodnotě přes 30 miliard forintů, jejichž výsledkem bylo také vytvoření několika set nových pracovních míst.

Aby se mezi jadernou elektrárnou a okolním obyvatelstvem mohl rozvinout úspěšný dialog, bylo nezbytné založit organizaci, která je zapsanou právnickou osobou a díky samostatnému programu, provoznímu řádu a rozpočtu je schopna efektivně zastupovat reálné požadavky a zájmy obyvatel regionu. V souladu s tím v roce 1992 vzniklo Sdružení pro veřejnou kontrolu, informování a místní rozvoj (TEIT), složené z představitelů zastupitelstev 13 města obcí. Sdružení provádí jednak kontrolní činnost, jednak úzce spolupracuje s elektrárnou při předávání informací. Jeho cílem není stát v opozici vůči elektrárně, nýbrž hájit zájmy obyvatel, udržovat upřímný dialog a spolupráci a budovat vzájemnou důvěru. TEIT vydává periodika a za účelem kontroly založilo společenský výbor.

Mezi společností MVM Paksi Atomerőmű Zrt. a obyvatelstvem regionu existují a fungují možnosti komunikace, jejichž historie sahá několik desetiletí do minulosti. Široké možnosti pro získávání informací a prezentaci názorů jsou základem a prostředkem pro budování důvěry, klidné spolupráce a nacházení konsensu. V rámci své politiky otevřenosti elektrárna provozuje návštěvnická centra vedle samotné elektrárny a ve městě Kalocsa, která jsou nejdůležitějšími místy setkávání veřejnosti s jaderným průmyslem a pro všechny občany Maďarska, mezi nimi také pro obyvatele žijící v okolí elektrárny, nabízejí každodenní možnost osobně se informovat. Elektrárna je v těsném kontaktu se zástupci místního, regionálního i celostátního tisku a pravidelně, případně v závislosti na aktuální situaci pro ně vydává informační materiál. Společnost MVM Paksi Atomerőmű Zrt. má vlastní závodní noviny, které podávají přesné informace o dění v elektrárně, o plánech a rozvojovém úsilí. Noviny jsou doručovány do všech poštovních schránek ve městech a obcích v okruhu 12 km (TEIT). Obyvatelé měst Paks a Kalocsa a obcí Gerjen a Uszód mají na monitorech umístěných v centrech těchto sídel ve srozumitelném a srovnávacím zobrazení 24 hodin denně k dispozici informace o aktuálních místních radiačních poměrech.

11 SOUČASNÉ A PŘEDPOKLÁDANÉ POČASÍ V OKRUHU 30 KM OD PAKSE

11.1 KLIMATICKÁ CHARAKTERISTIKA OBLASTI V OKRUHU 30 KM OD PAKSE

Průměrná roční teplota vzduchu na stanici Paks je 10,7 °C, což je nad celostátním průměrem. Co se týče průměrného ročního chodu teplot v oblasti, nejteplejším měsícem je červenec a nejchladnějším leden. Z teplotní analýzy vyplývá, že na roční úrovni vykazuje průměrná teplota vzduchu stoupající tendenci, a na základě analýzy výskytu letních dnů, tropických dnů a dnů s maximální denní teplotou vzduchu větší nebo rovnou 35 °C lze pozorovat také stále častější výskyt extrémních teplot vzduchu během roku.

Z hlediska ročních úhrnů **srážek** byl v Paksi od roku 1951 nejsušším rokem rok 1961 (285,9 mm), zatímco nejvlhčí byl rok 2010 (990,9 mm), který překonal i dosavadní absolutní maximum. Na základě sledování desetiletých průměrů lze říci, že z uvedeného období bylo celkově nejvlhčí poslední desetiletí. Z hlediska ročních úhrnů srážek se oblast Pakse vyznačuje mírně stoupajícím trendem a ze sledování extrémních hodnot vyplývá, že v uplynulém 30letém období několikrát padl stoletý rekord. Podíváme-li se na roční chod srážek, nejvlhčím měsícem v oblasti Pakse je červen, po něm následují dva zbývající letní měsíce a květen, tzn. nejvíce srážek zde spadne zpravidla v letním období. Po tomto období můžeme druhotné maximum sledovat v listopadu. Nejsušším měsícem je březen, ale málo srážek bývá většinou také v lednu a v únoru.

Měsícem nejchudším na **sluneční svit** je v oblasti Pakse prosinec, a to kvůli oblačnosti a krátkosti dnů; průměrná měsíční délka slunečního svitu v tomto měsíci činí jen 53 hodiny. Na sluneční svit nejbohatšími měsíci jsou měsíce květen až září, kdy měsíční hodnoty v průměru překračují 250 hodin, přičemž podle průměrných hodnot za posledních 30 let je nejslunečnějším z těchto měsíců červenec, za ním následuje srpen a potom červen. Délka slunečního svitu v letním půlroce je přibližně dvouapůlnásobná v porovnání se zimním půlrokem.

Průměrný roční **tlak vzduchu přepočtený na hladinu moře** je v oblasti Pakse 1017,5 hPa, jeho roční průběh se výrazně neliší od průběhu v jiných oblastech Maďarska, nejvyšší hodnoty se vyskytují zpravidla v lednu a nejnižší v dubnu. Průměrný tlak vzduchu v letním půlroce je nižší než v zimním půlroce.

Skutečný **výpar** je v okolí Pakse nejmenší v období od listopadu do února a největší v období od května do srpna. Potenciální výpar je nejmenší v zimě, kdy se téměř shoduje se skutečným výparem, naopak od jara do podzimu jej výrazně převyšuje, protože v tomto období není k dispozici odpovídající množství vody, která by se mohla odpařovat. Z hlediska zásobení srážkami je oblast Pakse suchou oblastí.

Teplota povrchu půdy kopíruje denní chod slunečního svitu, a proto se oteplování a ochlazování svrchní vrstvy půdy v průběhu dne i v průběhu roku mění paralelně s teplotou vzduchu. S rostoucí hloubkou však vliv oslunění slábne, jak denní, tak roční výkyvy se zmírňují a v určité hloubce už je teplota konstantní.

Větrné poměry: V oblasti Pakse je na celoroční úrovni nejčastější severozápadní a severoseverozápadní proudění, druhotné maximum pak představuje směr jižní. V letním půlroce převládá severoseverozápadní proudění, po něm následuje severozápadní směr a pak severní, takže jižní směr se dostává až na čtvrté místo. V zimním půlroce je dominantním směrem větru směr severozápadní, na druhé místo zde ovšem postupuje směr jižní a třetí místo patří severoseverozápadnímu směru. V období let 1997–2010 vykazovala průměrná roční rychlost větru klesající trend. V uvedeném období byl nejsilnější náraz větru o rychlosti 24,8 m/s zaznamenán 19. listopadu 2004. Maximální nárazy větru mají většinou severozápadní směr, následují jižní a po nich severoseverozápadní směry. Co se týče rychlosti, v největším počtu se vyskytují nárazy větru v rozmezí 2–4 m/s, ale časté jsou také nárazy větru o rychlosti 1–2 m/s a 4–

6 m/s. Rychlosti větší než 12 m/s už se v průběhu roku vyskytují v menší míře a rychlosti přesahující 17 m/s jsou jen vzácné.

Podle údajů za 7 let měření na **měřicí věži v Paksi** ve výšce 20 metrů převládal severoseverozápadní směr větru a vedle něj se nejčastěji vyskytoval směr severní. Relativně častý byl ještě jižní a jihojihovýchodní směr. Rovněž ve výšce 50 metrů byl nejčastější severoseverozápadní směr a celkové pořadí tu bylo podobné jako ve 20 metrech. Ve 120 metrech už se však projevuje nárůst podílu větru severozápadních směrů. I zde převládal severoseverozápadní vítr, za ním následoval severozápadní a po něm severní směr, větry jižních směrů zde byly oproti nižším úrovním zastoupeny méně. Zatímco ve 20 metrech byla četnost rychlostí v rozmezí 2–4 m/s jen nepatrně větší než četnost rychlostí z nižšího rozmezí, v 50 metrech už byly rychlosti mezi 2 a 4 m/s v jednoznačné převaze a ve 120 metrech už se v největší míře vyskytovala rychlost mezi 4 a 6 m/s. Ve sledovaném období byla ve 20 metrech maximální průměrná rychlost větru 12 m/s, v 50 metrech téměř 18 m/s a ve 120 metrech se vyskytly i hodnoty přes 20 m/s. Ve 20 metrech se nevyskytly nárazy větru překračující 25 m/s, naopak ve 120 metrech byly zaznamenány i nárazy o rychlosti přes 30 m/s.

11.2 ZMĚNA KLIMATU V OBLASTI PAKSE VE 21. STOLETÍ, NA ZÁKLADĚ KLIMATICKÝCH MODELŮ

Po roce 2010 jsme často slýchali, že „loňský rok byl extrémně deštivý“, a nejspíš v ještě čerstvější paměti máme větu „léto 2012 bylo extrémně horké“. **Meziroční variabilita** je přirozenou součástí klimatu a existuje i bez jakéhokoliv vnějšího tlaku, a proto uvedené extrémy nelze připisovat klimatické změně. V případě klimatu zkoumáme hodnoty vyjádřené jako mnohaleté průměry, sledujeme trendy a změny.

Nejdůležitější nejistotou modelování klimatu je **nejistota modelů**. Rovnice, jimiž se řídí děje v klimatickém systému, modely řeší pomocí numerických metod. Při numerickém řešení modely uvažují stavové veličiny (teplotu vzduchu, rychlost větru atd.) v bodech trojrozměrné prostorové mřížky a určitá vzájemná působení popisují zjednodušenou formou pomocí tzv. parametrizací. Modely vyvinuté v různých ústavech se v mnoha ohledech liší: pro popis téhož fyzikálního děje mohou používat jiné aproximace a parametrizace a používají také mřížky s různým rozlišením. Všechny tyto rozdíly mají vliv i na výsledky modelů.

Antropogenní (člověkem prováděné) činnosti mají prokazatelný vliv na klimatické děje, a tuto skutečnost je proto nutné vzít v úvahu i v klimatických modelech. Budoucí vývoj lidské činnosti nelze exaktně stanovit: nevíme, jakou měrou bude růst světová populace, jakou energetickou a hospodářskou politiku budou provádět jednotlivé země, jaký bude stupeň technologické rozvinutosti, tedy ani to, jak velké budou v budoucnu emise škodlivých látek. Proto bylo vytvořeno několik různých emisních scénářů (Nakicenovic a Swart, 2000), které vliv lidské činnosti kvantifikují formou emisí oxidu uhličitého. Existují scénáře, které budoucnost popisují pesimisticky (tj. předpokládají další značné emise), ale existují i optimistické a průměrné scénáře, takže předpokládaná míra výskytu skleníkových plynů v atmosféře v roce 2100 se v jednotlivých scénářích značně liší. Nejistotu vyplývající z těchto rozdílů označujeme jako **nejistotu scénářů**.

Modely se nejprve testují na klimatu z minulosti a na základě výsledků se vylepšují. Následně se s nimi provádějí simulace budoucího vývoje, přičemž se jako vstupní parametr používá přírůstek množství skleníkových plynů způsobený lidskou činností. Vzhledem k tomu, že různé modely charakterizují klima rozdílně, při zkoumání klimatických změn se vychází vždy z výsledků více modelů (tzv. metoda ensemblů), protože tak lze kvantifikovat nejistoty výsledků pocházejících ze simulací klimatu.

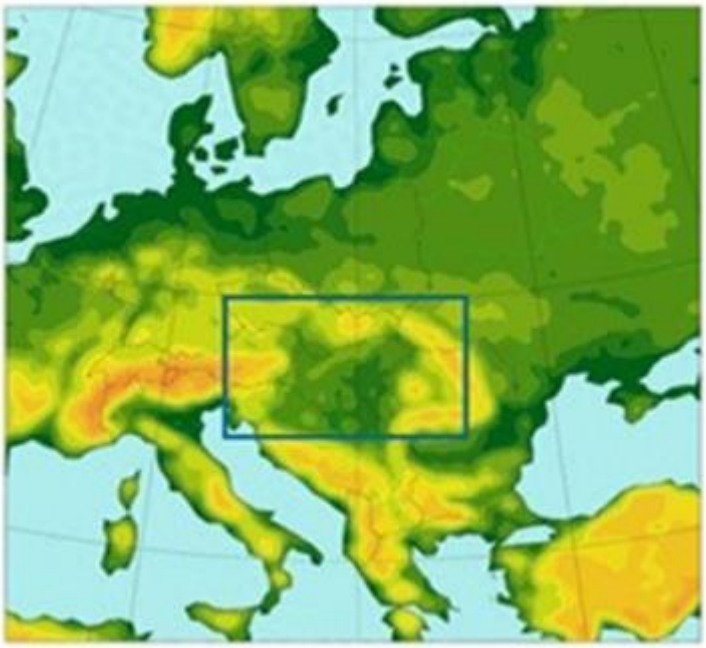
Nejistota scénářů se začíná projevovat od druhé poloviny 21. století. Při zkoumání klimatických změn je důležité používat více modelů, minimálně dva, aby bylo možné kvantifikovat nejistotu, protože každý model popisuje budoucí klima se stejnou mírou pravděpodobnosti.

11.2.1 DOSTUPNÉ MODELY

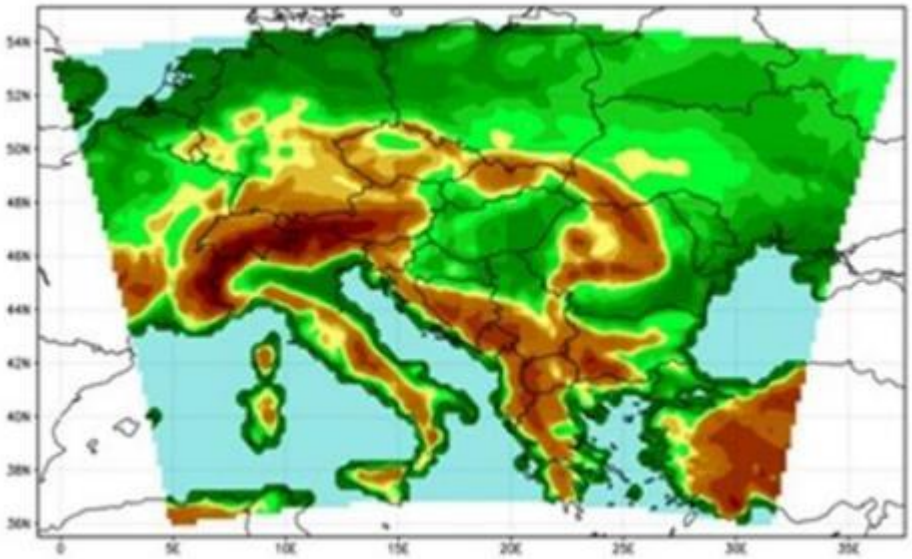
Pro **Panonskou pánev** lze jen v omezené míře použít globální modely, mimo jiné pro jejich malé rozlišení. Proto je za účelem stanovení míry nejistot nutné zpřesnit globální informace pomocí regionálních klimatických modelů. V rámci projektu Evropské unie s názvem ENSEMBLES (van der Linden a Mitchell, 2009) byla spuštěna řada regionálních klimatických modelů s horizontálním rozlišením mřížky 25 a 50 km, pro které byl z možných scénářů použit ***průměrný scénář (A1B).***

Národní meteorologická služba (OMSZ) v posledních letech adaptovala pro zkoumání klimatických změn dva regionální klimatické modely:

- *model **ALADIN-Climate**, vyvinutý v mezinárodní spolupráci institutem Météo France v Toulouse,*
- *model **REMO**, vyvinutý hamburským Institutem Maxe Plancka.*



Obr. 46: Model ALADIN-Climate s oblastmi s rozlišením 25 km (celý obrázek), resp. 10 km (modrý obdélník)



Obr. 47: Záběr modeluREMO pokrytý rozlišením 25 km

Pomocí modelů se nejprve provedly simulace ve vztahu k minulosti, aby se modely otestovaly na delším uplynulém období, pro které známe naměřené údaje, a aby se takto získané závěry mohly využít k vylepšení modelů.

	ALADIN-Climate 4. 5		**REMO 5. 0**	
Období	1961–2000	1961–2100	1961–2000	1951–2100
Rozlišení	25 a 10 km	10 km	25 km	25 km
Okrajová podmínka	reanalýzy	GCM	reanalýzy	GCM

GCM: Global Climate Model = globální**klimatický**model

Tabulka 34: Charakteristiky pokusů provedených s regionálními klimatickými modely ALADIN-Climate a REMO

Pomocí dvou regionálních klimatických modelů používaných Národní meteorologickou službou (ALADIN-Climate a REMO) se měřítko výsledků globálních modelů upraví pro většírozlišení, k čemuž se použijí vstupní údaje (tzv. okrajové podmínky) poskytnuté v případě modelu ALADIN-Climate globálním cirkulačním modelem (ARPEGE-Climat) a v případě modelu REMO spřaženým modelem atmosféra-oceán (ECHAM5/MPI-OM).

Simulace jsou shrnuty v následující tabulce.

Model	**Rozlišení**	**Okrajová podmínka**	**Scénář**	**Období**

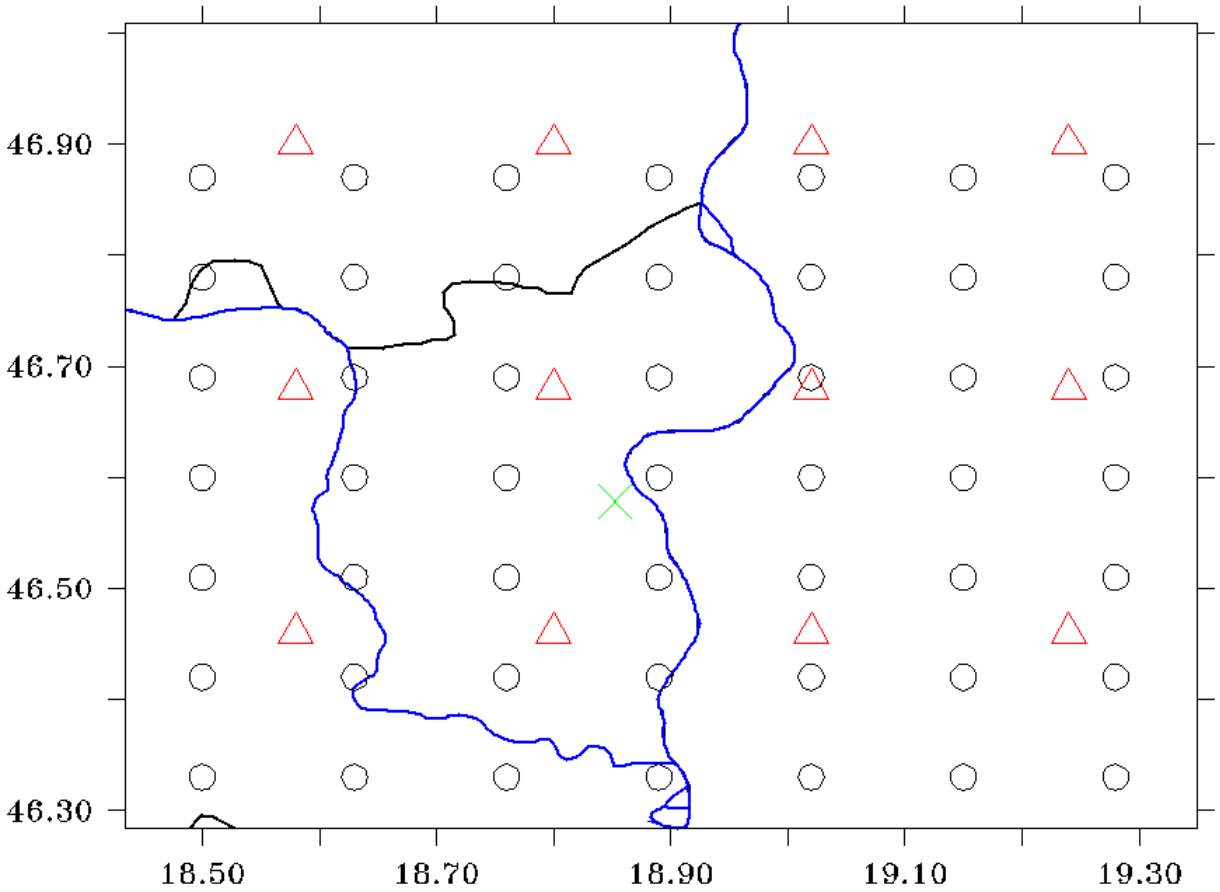
ALADIN-Climate 5. 2	50 km	ERA-Interim	-	1989–2008
	10 a 50 km	ARPEGE	RCP8. 5	1951–2100
REMO 2009	10 km	ERA-Interim	-	1989–2008
	10 km	ECHAM	RCP8. 5	1951–2100

Tabulka 35: Plánované pokusy pomocí modelů ALADIN-Climate a REMO

Aktualizace simulací s velkým rozlišením je teprve v počátečním stádiu.

11.2.2 ZPRACOVÁNÍ DOSTUPNÝCH MODELOVÝCH VÝSLEDKŮ VE VZTAHU K PRŮMĚRNÝM POMĚRŮM V OKRUHU 30 KM OD PAKSE

Zvolené území představuje 7 x 7 bodů z modelu o rozlišení 10 km, resp. 4 x 3 body z modelu o rozlišení 25 km.

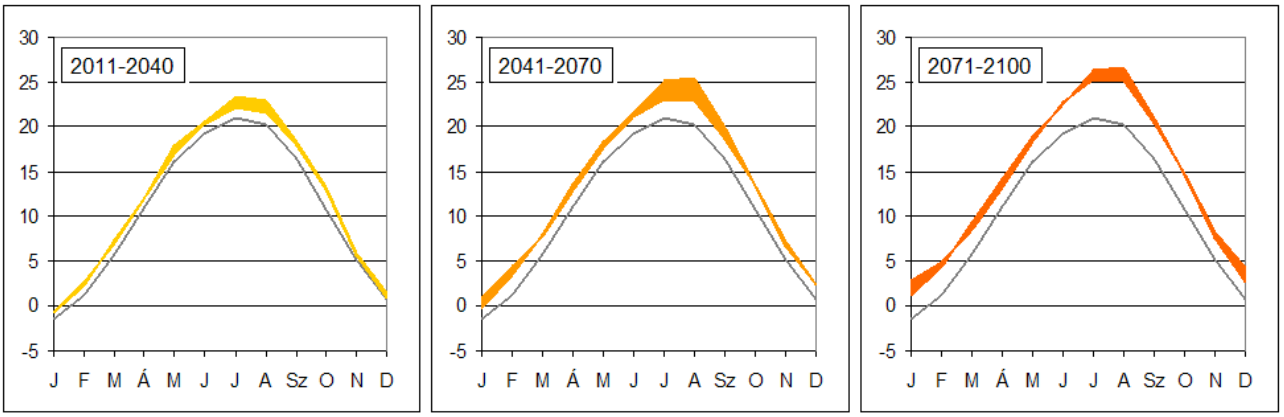


Obr. 48: Body mřížky modelu ALADIN-Climate (černě) a REMO (červeně) v okolí Jaderné elektrárny Paks (zeleně)

Zvolená budoucí období jsou 2011–2040,2041–2070 a 2071–2100, neboť podle doporučení Světové meteorologické organizace lze klima interpretovat pouze v delším, minimálně 30letém časovém horizontu. Modely popisují skutečné děje aproximativně, a proto jsou výsledky nutně zatíženy menší či větší chybou. V zájmu vyloučení systémových chyb nejsou výsledky pro budoucí období interpretovány samy o sobě, nýbrž jsou vztaženy k vlastnímu referenčnímu období daného modelu, konkrétně období let 1961–1990, tj. modely udávají změny (třebaže chyby modelů nejsou nutně neměnné v čase).

V modelových simulacích se kromě přirozených dějů formujících klima berou v úvahu také vlivy lidské činnosti. Vzhledem k tomu, že její vývoj neznáme dopředu pro celé 21. století, formulují se různé hypotézy, tzv. scénáře, které představují rozdílné možnosti budoucího vývoje antropogenní činnosti. Vlivy člověka se pro potřeby modelů kvantifikují ve formě koncentrace oxidu uhličitého, tj. jednotlivé scénáře popisují rozdílný (ale vždy přísně monotónně rostoucí) průběh vývoje koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře. Mezi scénáři najdeme optimistické, pesimistické i nuancovanější varianty, modelové pokusy prováděné Národní meteorologickou službou se opírají o ***průměrný scénář (A1B).*** V průběhu realizace modelových simulací se pro období do roku 2000 zadají naměřené hodnoty koncentrací oxidu uhličitého a pro období po roce 2000 se vyjde z uvedeného hypotetického scénáře. Většina odborníků, kteří se zabývají modelováním klimatu, používá jako základ zpravidla období let 1961–1990, protože tak model ve vztahu k 21. století ukáže náležitě signifikantní, velké známky změny.

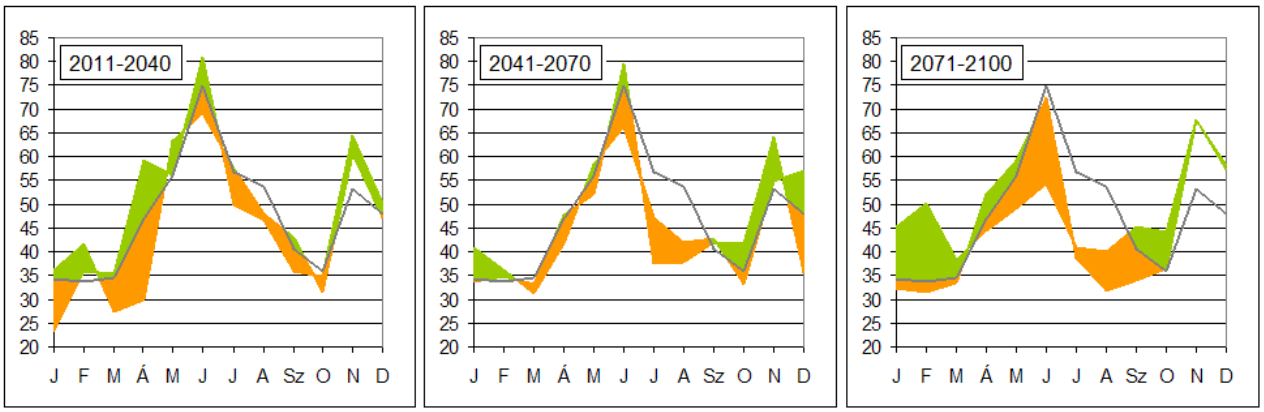
Podle obou modelů lze v průběhu 21. století v okolí Pakse očekávat postupné oteplování, a to na úrovni let, ročních období i měsíců. To znamená, že čím vzdálenější 30leté období uvažujeme, tím výraznější bude nárůst průměrné měsíční, sezónní a roční teploty vzduchu. Přirozená meziroční proměnlivost zůstane zachována, takže i v budoucnu se mohou vyskytnout teplotně podprůměrné měsíce a roční období.



Poznámka:
V grafickém znázornění údajů týkajících se budoucnosti jsme změnu, kterou pro dané období předpověděly modely, přičetli k měřením za roky 1961–1990 a následně jsme vybarvili plochu mezi dvěma ročními chody, které vyplynuly z výsledků obou modelů.

Obr. 49: Roční chod průměrných měsíčních teplot vzduchu (°C) v oblasti Pakse podle pozorování za období let 1961–1990 (šedá křivka) a roční chod předpokládaný na základě dvou modelů (°C; barevné plochy znázorňují interval nejistoty, ohraničený oběma modelovanými ročními chody)

Na rozdíl od teploty vzduchu, v případě srážek nemůžeme v průběhu 21. století hovořit o jednoznačných a lineárních změnách, a to ani ve vztahu ke třem budoucím obdobím, ani k ročním obdobím, ani k oběma modelům. Modely se shodují v nepatrných změnách ročních úhrnů, musíme však brát v úvahu také sezónní rozložení srážek, kde vidíme velké rozdíly. Podle modelů je jednoznačný letní úbytek a podzimní nárůst, avšak ohledně směru změny na jaře a v zimě jsou výsledky modelů nejisté. Změny v okolí Pakse jsou podle modelů jednoznačné pro všechna roční období, tím pádem i na roční úrovni a ve vztahu ke všem třem budoucím obdobím. Větší změny se dostavují s přibližujícím se koncem století a vždy se vyskytují převážně v létě, kdy je v průměrném ročním chodu nejmenší vlhkostvzduchu, a na podzim.



Poznámka:
V grafickém znázornění údajů týkajících se budoucnosti jsme hodnoty naměřené v letech 1961–1990 zvýšili o (kladnou nebo zápornou) hodnotu relativní změny, kterou pro dané období předpověděly modely, a následně jsme vybarvili plochu mezi dvěma ročními chody, které vyplynuly z výsledků obou modelů (zeleně v případě nárůstu a žlutě v případě poklesu).

Obr. 50: Roční chod měsíčních úhrnů srážek (mm) v oblasti Pakse podle pozorování za období let 1961–1990 (šedá křivka) a roční chod předpokládaný na základě dvou modelů (mm; barevné plochy znázorňují interval nejistoty, ohraničený oběma modelovanými ročními chody)

Co se týče rychlosti větru, nepředvídají modely žádné velké nebo aspoň jednoznačné změny, obzvlášť ne na celoroční úrovni.

12 PŘEDPOKLÁDANÉ VLIVY PLÁNOVANÉ INVESTICE A PODMÍNEK PROSTŘEDÍ NA TEPLOTU VODY V DUNAJI, NA OHROŽENÍ POVODNĚMI, NA BEZPEČNOST ODBĚRU CHLADICÍ VODY A NA ZMĚNY ŘÍČNÍHO KORYTA

Modelové studie Dunaje provedené v rámci studie vlivu Jaderné elektrárny Paks II na životní prostředí mají za cíl definovat ohrožení areálu Jaderné elektrárny Paks v případě, že dojde k extrémním, za maximálně nepříznivé považovaným okolnostem, dále stanovit morfodynamické změny Dunaje vyvolané různými hydrologickými událostmi a prozkoumat charakteristické parametry pásu tepelného znečištění, který v Dunaji vytváří vypouštěná oteplená chladicí voda.

Modelováním Dunaje byly podrobně zkoumány a analyzovány následující jevy:

- Jednorozměrný (1D) model vlivu extrémních přírodních a antropogenních okolností
    - na ohrožení areálu povodněmi
    - na bezpečnost odběru chladicí vody
- Dvojrozměrný (2D) model událostí spojených s extrémně nízkým nebo extrémně vysokým vodním stavem
- Změny říčního koryta, morfodynamika:
    - jednorozměrný (1D) model pohybu splavenin a plavenin
    - dvojrozměrný (2D) model morfodynamických dějů v korytě Dunaje
- Trojrozměrný (3D) model vlivu oteplené chladicí vody vypouštěné do Dunaje – pásu tepelného znečištění
- Zkoumání promíchávání v případě havarijního provozu čistírny odpadních vod

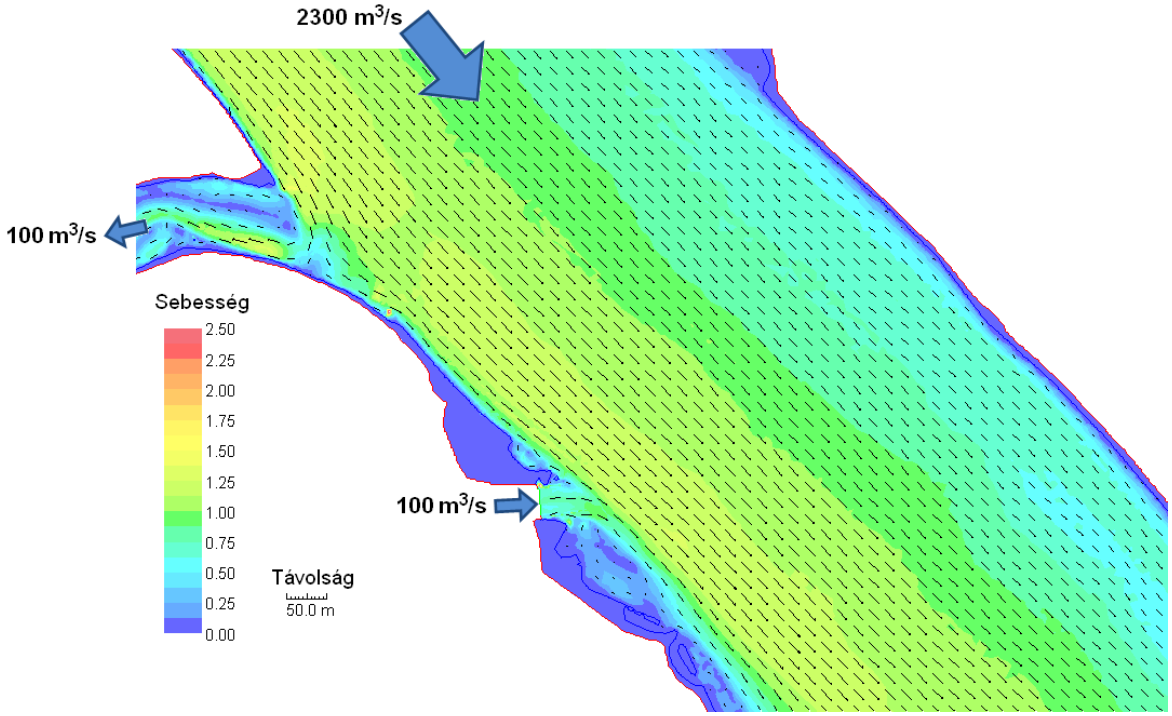
12.1 VLIV VÝSTAVBY JADERNÉ ELEKTRÁRNY PAKS II NA DUNAJ

Při výstavbě Jaderné elektrárny Paks II budou poměry proudění v blízkosti pravého břehu Dunaje minimálně ovlivněny rozšířením průřezu ústí studenovodního kanálu a základy rekuperační elektrárny plánované ve vzdálenosti asi 200 m nad stávající výpustí teplé vody

Na doložení výše uvedeného hodnocení v následující podkapitole popisujeme vlivy na změny v rozložení rychlosti proudu, a to prostřednictvím prezentace výsledků dvojrozměrného hydrodynamického modelu.

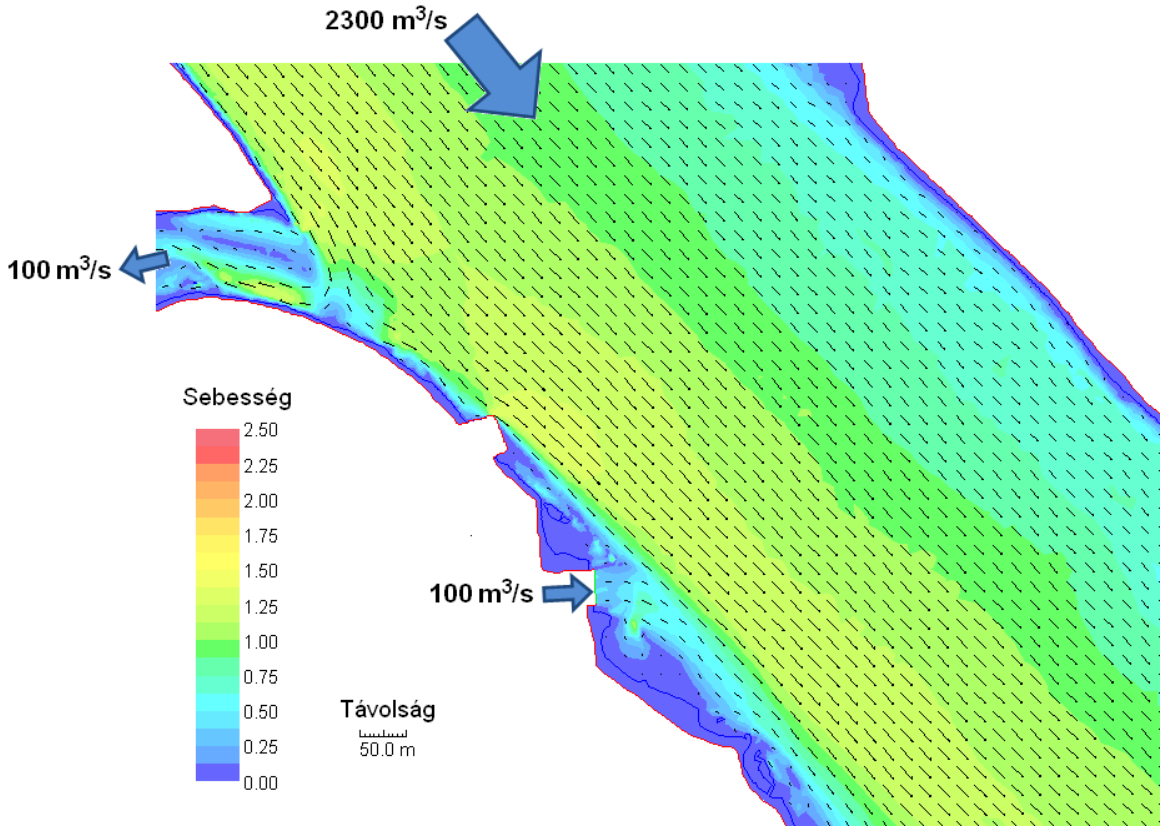
12.1.1 VLIV VÝSTAVBY JADERNÉ ELEKTRÁRNY PAKS II NA PROSTOR ŘEČIŠTĚ DUNAJE A NA PROCESY ZMĚN JEHO KORYTA

Pomocí 2D modelu proudění kalibrovaného pro současný stav jsme stanovili hloubkově integrované pole proudění pro vodní prostor Dunaje v okolí areálu při dlouhodobém průměrném průtoku Dunaje (2300 m^3/s), a to jednak pro případ nynější Jaderné elektrárny Paks, jednak pro stav v době výstavby. Na základě srovnání obou rychlostních polí lze konstatovat, že výstavba Jaderné elektrárny Paks II způsobí jen nepatrné změny v poměrech proudění v Dunaji (rozložení rychlosti proudu, vodních stavech). Vzhledem k výše uvedeným skutečnostem je třeba v případě realizace plánované investice počítat jen se zanedbatelnými změnami v procesech změn říčního koryta a v promíchávání vypouštěné teplé vody.



sebesség	rychlost
távolság	vzdálenost

Obr. 51: Vypočítané rychlostní pole v okolí ústí studenovodního a teplovodního kanálu v případě dlouhodobého průměrného průtoku Dunaje (2 300 m³/s) a v případě odběru studené vody v objemu 100 m³/s – pouze Jaderná elektrárna Paks



Obr. 52: Vypočítané rychlostní pole v okolí ústí studenovodního a teplovodního kanálu v případě dlouhodobého průměrného průtoku Dunaje (2 300 m³/s) a v případě odběru studené vody v objemu 100 m³/s – Jaderná elektrárna Paks aJaderná elektrárna Paks II v době výstavby

sebesség	rychlost
távolság	vzdálenost

12.1.2 VYPOUŠTĚNÍ VYČIŠTĚNÉ KOMUNÁLNÍ ODPADNÍ VODY V DOBĚ VÝSTAVBY

Maximum potřebného množství pitné vody nastane v období, kdy již bude zahájen provoz prvního bloku a současně bude probíhat výstavba druhého bloku. Toto maximální množství bude 646 m^3/den a maximální objem vznikající odpadní vody bude činit 95 % výše uvedeného množství, tj. 614 m^3/den.

Celková kapacita čistíren komunálních odpadních vod, které se v současnosti nacházejí v areálu elektrárny, je 1870 m^3/den, přičemž v provozu je v roce 2012 rekonstruovaná čistírna odpadních vod číslo II s kapacitou 1200 m^3/den, druhá čistírna je v současnosti brána jako rezerva. Vzhledem k tomu, že průměrné množství komunálních odpadních vod vznikajících v areálu Jaderné elektrárny Paks je v současné době 300 m^3/den (provozní část Jaderné elektrárny Paks), s jistotou lze počítat s volnou čisticí kapacitou ~1570 m^3/den.

Vezmeme-li v úvahu plánovanou výstavbu, pak směrodatná produkce komunální odpadní vody, kterou bude potřeba vyčistit, představuje 1000 m^3/den (300 + 614 = 914 m^3/den, pro jistotu zaokrouhleno nahoru), což je schopen svou kapacitou 1200 m^3/den samostatně pokrýt v roce 2012 rekonstruovaný objekt číslo II čistírny odpadních vod.

Limity kvality vody v přijímajícím toku jsou stanoveny ve vyhlášce Ministerstva rozvoje venkova č. 10/2010 (ze dne 18. VIII. 2010) o limitech pro znečištění povrchových vod a o pravidlech pro uplatňování těchto limitů (příloha 2: Limity kvality vody pro vodní toky).

Třídění jednotlivých typů vodních útvarů podle ekologického stavu je popsáno v Celostátním plánu povodí (VGT), který byl vypracován v souladu s principy vyhlášky Ministerstva životního prostředí a vodního hospodářství č. 31/2004 (ze dne 30. XII. 2004) o některých pravidlech sledování povrchových vod a vyhodnocování jejich stavu, harmonizované s Rámcovou směrnicí o vodách (RSV) *(„Podkladový materiál pro Celostátní plán povodí, kapitolu 5 – Fyzikálně-chemické limity a klasifikační systém týkající se dobrého stavu povrchových vodních útvarů“).* Tento materiál stanoví pětistupňový klasifikační systém pro fyzikálně-chemické složky (5. třída: výborný, 4. třída: dobrý, 3. třída: střední, 2. třída: slabý, 1. třída: špatný).

Směrodatná produkce odpadní vody je jak v době výstavby, tak v době provozu menší než kapacita čistírny odpadních vod (1870 m^3/den). Vzhledem k tomu, že směrodatná je produkce odpadní vody v době výstavby, promíchávání bylo pomocí 2D modelu zkoumáno pro produkci odpadní vody v množství 1000 m^3/den a pro následující případy:

1) Zkoumání promíchávání při normálním provozu čistírny odpadních vod:

- *bezprostřední příjemce: říční kilometr 0+050 teplovodního kanálu, pravý břeh (směrné hodnoty: provoz 3 bloků, průtok kanálu 75 m^3/s),*
- *nepřímýpříjemce: říční kilometr 1526+250 Dunaje, pravý břeh,*
- *produkce vyčištěné odpadní vody: 1000 m^3/den,*
- *koncentrace složek ve vyčištěné odpadní vodě: limit dle vodoprávního povolení k provozování areálu (rozhodnutí Inspektorátu ochrany životního prostředí a ochrany přírody jižního Zadunají č. 917-20/2009-9992).*

1.1) v případě extrémně malého průtoku Dunaje (Q = 579 m^3/s),

1.2) v případě dlouhodobého průměrnéhoprůtoku Dunaje (Q = 2300 m^3/s).

2) Zkoumání promíchávání při havarijním provozu čistírny odpadních vod:

- *bezprostřední příjemce: říční kilometr 1525+810 Dunaje, pravý břeh,*
- *produkce nevyčištěné odpadní vody: 1000 m^3/den,*
- *koncentrace neodstraněných znečišťujících složek: koncentrace surové odpadní vody přitékající do čistírny.*

2. 1) v případě extrémně malého průtoku Dunaje (Q = 579 m^3/s),

2. 2) v případě dlouhodobého průměrnéhoprůtoku Dunaje (Q = 2300 m^3/s).

Při zkoumání promíchávání je třeba vzít v potaz přípustnou zátěž přijímajícího povrchového vodního útvaru, ve vztahu k níž poskytne hodnotící údaje prostorový rozsah překročení limitů kvalitativních tříd, který vyjadřuje dotčený prostor.

12.1.2.1 Shrnutí vlivu odváděné odpadní vody na říční těleso Dunaje

Na základě výsledků zkoumání zaměřeného na promíchávání lze konstatovat, že <u>v případě normálního provozu čistírny odpadních vod</u> je nárůst koncentrací o jeden řád menší ve srovnání s fyzikálně-chemickými limity kvality vody stanovenými ve vyhlášce Ministerstva rozvoje venkova č. 10/2010 (ze dne 18. VIII. 2010) o limitech pro znečištění povrchových vod a o pravidlech pro uplatňování těchto limitů (příloha 2: Limity kvality vody pro vodní toky), konkrétně ve srovnání s limity 2. ,

tj. „dobré“ kvalitativní třídy podle Celostátního plánu povodí a RSV, takže prakticky nikde v říčním tělese Dunaje nezpůsobí zhoršení kvalitativní třídy vody, a to ani při extrémně malém průtoku Dunaje (Q = 579 m³/s, který se opakuje jednou za 20. 000 let). V případě kovů je vliv ještě méně významný. Za normálního provozu je dotčený prostor omezen na ~20 m dlouhý a ~4 m široký pás vyčištěné odpadní vody pod místem jejího vypuštění do teplovodního kanálu. Vliv na říční těleso Dunaje je nepatrný. Teplovodní kanál má zpevněné koryto, takže s přímým vlivem na podpovrchové vody není potřeba počítat. Říčním tělesem Dunaje zprostředkovaný nepřímý vliv vypouštěné odpadní vody na kvalitu podpovrchových vod je zanedbatelný.

V případě havarijní zátěže (při bezprostředním odvádění do Dunaje s vynecháním teplovodního kanálu), kdy počítáme se zátěží Dunaje nevyčištěnou odpadní vodou na říčním kilometru 1525+810 při pravém břehu, bude nárůst fyzikálně-chemických kvalitativních složek tak velký, že v určitém prostoru říčního tělesa Dunaje může vést k překročení limitů kvalitativní třídy (tj. k mírnémuzhoršení kvality vody). Při extrémně nízkém vodním stavu zůstane dotčený prostor v pásu podél pravého břehu v délce ~200 m po proudu a v šířce do ~10 m. Bude-li se průtok Dunaje pohybovat v intervalu průměrného průtoku, dotčený prostor se zmenší na méně než polovinu: na délku bude mít ~80 m po proudu a na šířku ~4 m. Případné havarijní stavy jsou dočasné a s obnovením fungování čisticí stanice se obnoví vliv normálních provozních poměrů, tj. dotčený prostor se omezí na ~8 m široký pás v blízkosti pravého břehu na dolním 50 m dlouhém úseku teplovodního kanálu a vliv na Dunaj prakticky zanikne.

12.1.2.2 Shrnutí vlivu odváděné odpadní vody na zdroje pitné vody

Nejblíže, přibližně 3450 m od místavypouštění za podmínek normálního provozu (říční kilometr Dunaje 1526+205, pravý břeh) se nachází hydrogeologické ochranné pásmo vodního zdroje u osady Foktő-Baráka, stanovené jako pásmo s dobou průniku vody k odběrovému místu 50 let. Severní okraj tohoto ochranného pásma sahá k profilu Dunaje na říčním kilometru 1522,8. Pro ochrannápásma s dobou průniku vody k odběrovému místu 50 let, stanovená kolem využívaných a výhledových zdrojů pitné vody, které jsou z více než 50 % napájeny průsakem povrchové vody, společná vyhláška Ministerstva životního prostředí a vodního hospodářství, Ministerstva zdravotnictví a Ministerstva zemědělství a rozvoje venkova č. 6/2009 (ze dne 14. IV. 2009) o limitech nutných pro zajištění ochrany geologického prostředí a podpovrchových vod proti znečištění a o měření znečištění stanoví tzv. limit znečištění „B“ jako koncentraci dusičnanů v hodnotě 25 mg/l (= koncentrace dusíku vázaného v dusičnanech 5,65 mg/l) a koncentraci amoniaku v hodnotě 0,5 mg/l (= koncentrace dusíku vázaného v amoniaku 0,39 mg/l). Podle výpočtů nelze očekávat, že by nárůst koncentrací, k němuž v říčním tělese Dunaje dojde v důsledku směrodatného vypouštění odpadní vody za normálního provozu v době výstavby, měl měřitelný vliv na dotčené vodní zdroje.

V případě havarijní zátěže, kdy počítáme se zátěží Dunaje nevyčištěnou vodou, která bude s vynecháním teplovodního kanálu vypouštěna přímo do Dunaje na říčním kilometru 1525+810 při pravém břehu, je vliv sice měřitelný (maximální nárůst koncentrace nejcitlivější látky – amoniaku – 0,04 mg/l při extrémně malém, resp. 0,02 mg/l při průměrném průtoku Dunaje), ale v ochranném pásmu vodního zdroje Foktő-Baráka, které se nachází 3010 m pod místem vypouštění, tato zátěž nezvýší koncentraci amoniaku (ani dusičnanů) v pozadí Dunaje nad limity stanovené za účelem ochrany kvality podpovrchových vod. Vliv pásu znečištění se vzhledem k jeho příčnému zploštění vytratí na ~20 metrech. Případný havarijní stav je dočasný, s obnovením fungování čisticí stanice jeho dopady zaniknou, čímž se obnoví rozsah dotčeného prostoru běžný za normálních provozních poměrů a vliv se vrátí na hodnoty způsobující jen mírné zvýšení koncentrace.

12.1.2.3 Sledování kvality vody a odpadní vody

Průběžné sledování odpadní vody vypouštěné ze stávající čistírny odpadních vod v areálu elektrárny bude důležité i v průběhu výstavby plánovaného nového areálu a při provozu tamních zařízení. Neustálá kontrola (monitoring) toho, zda odpadní voda splňuje kvalitativní parametry a limity předepsané pro vyčištěnou odpadní vodu ve vodoprávním povolení k provozování areálu a v příslušných platných právních předpisech, bude probíhat v souladu s Celostátním plánem povodí (VGT), vypracovaným Rámcové směrnice o vodách.

12.2 VLIV PROVOZU JADERNÉ ELEKTRÁRNY PAKS II NA DUNAJ

12.2.1 SMĚRODATNÉ PROVOZNÍ STAVY

Modelování jsme provedli pro následující směrodatné provozní stavy, k nimž dojde během provozu stávajících a plánovaných nových bloků.

Provoz Jaderné elektrárny Paks (2014–2025)

Odběr chladicí vody přes stávající studenovodní kanál a zpětné vypouštění teplé vody stávajícím teplovodním kanálem, Q = 100 m³/s.

Souběžný provoz Jaderné elektrárny Paks a Jaderné elektrárny Paks II (2030–2032)

Odběr chladicí vody přes profil ústí a zpětné vypouštění teplé vody do Dunaje jednak stávajícím teplovodním kanálem přes stávající vývar, s maximálním průtokem teplé vody 100 m³/s, jednak přes rekuperační objekt plánovaný 200 m nad vývarem, s maximálním průtokem teplé vody 132 m³/s, Q = 132+100 = 232 m³/s.

Samostatný provoz Jaderné elektrárny Paks II (2037–2085)

Odběr chladicí vody a zpětné vypouštění teplé vody, Q = 132 m³/s.

12.2.2 POPIS PŘEDPOKLÁDANÝCH ZMĚN NA ZÁKLADĚ ANALÝZY RYCHLOSTNÍHO POLE PROUDĚNÍ V DUNAJI

Největší odběr vody a zpětné vypouštění teplé vody se předpokládá v letech 2030–2032, a to v množství 232 m³/s (100 m³/s pro stávající 4 bloky a 132 m³/s pro 2 nové bloky).

Nová čerpací stanice bude odebírat vodu přes studenovodní kanál, jehož koryto bude rozšířeno, tudíž nebude mít přímý vliv na pole proudění v Dunaji ani na koryto Dunaje. Bude mít pouze malý nepřímý vliv způsobený provozem čerpadel čerpací stanice a přívodního úseku studenovodního kanálu (zanášení bahnem, bagrování). Tento nepřímý vliv bude mít podobně jako v případě vlivů způsobených nynějším provozem elektrárny nepatrný prostorový rozsah a občasný charakter.

Teplou vodu ze čtyř stávajících bloků odvádí do Dunaje stávající teplovodní kanál přes vývar (říční kilometr 1526+250, pravý břeh).

Pro odvod teplé vody z nových dvou bloků bude vybudován nový úsek teplovodního kanálu, u jehož ústí do Dunaje (říční kilometr 1526+450) bude postaven rekuperační objekt. Projektované provedení zaústění teplovodního kanálu má přímý dopad na poměry proudění v Dunaji a na lokální změny říčního koryta.

Tento dopad se projeví jako místní vliv způsobující změny proudění:

Nové zaústění teplé vody umístěné směrem proti proudu způsobí bezprostředně pod ústím studenovodního kanálu zpětné vzdutí, protože prolomí proudění v pobřežním pásu Dunaje, přibližně rovnoběžné s linií břehu. Mezi studenovodním kanálem a novým zaústěním teplé vody vznikne jeden velký vír s rotací po směru hodinových ručiček a druhý s rotací proti směru hodinových ručiček. Oba víry budou mít přibližně vertikální osy, budou se dynamicky točit a občas v pobřežním pásmu při pravém břehu Dunaje způsobí oddělování vírů. Pod zaústěním teplé vody se vytvoří velký vír rotující po směru hodinových ručiček, který bude posunovat pás teplé vody směrem doprostřed Dunaje. I tento vír se bude chovat dynamicky a občas se z něj oddělí víry, jež pak budou unášeny proudem řeky v okolí pobřežního pásu při pravém břehu, případně směrem doprostřed Dunaje.

Proudění uvnitř vznikajících velkých vírů bude mít stagnující charakter, což může vést k usazování unášených plavenin a k zanášení mrtvého prostoru bahnem.

Na úseku, kde se změní směr proudění, lze očekávat drobnou změnu polohy proudnice, která se posune z blízkosti pravého břehu směrem ke středové čáře Dunaje.

Výše popsané vlivy vyvolávající změnu proudění se výrazněji projeví v obdobích s nízkým a středním vodním stavem, zatímco v době vysokého vodního stavu budou mírnější a bude dominovat hlavní proud Dunaje.

12.2.2.1 Dvojrozměrný model situací při extrémně nízkém a extrémně vysokém vodním stavu Dunaje

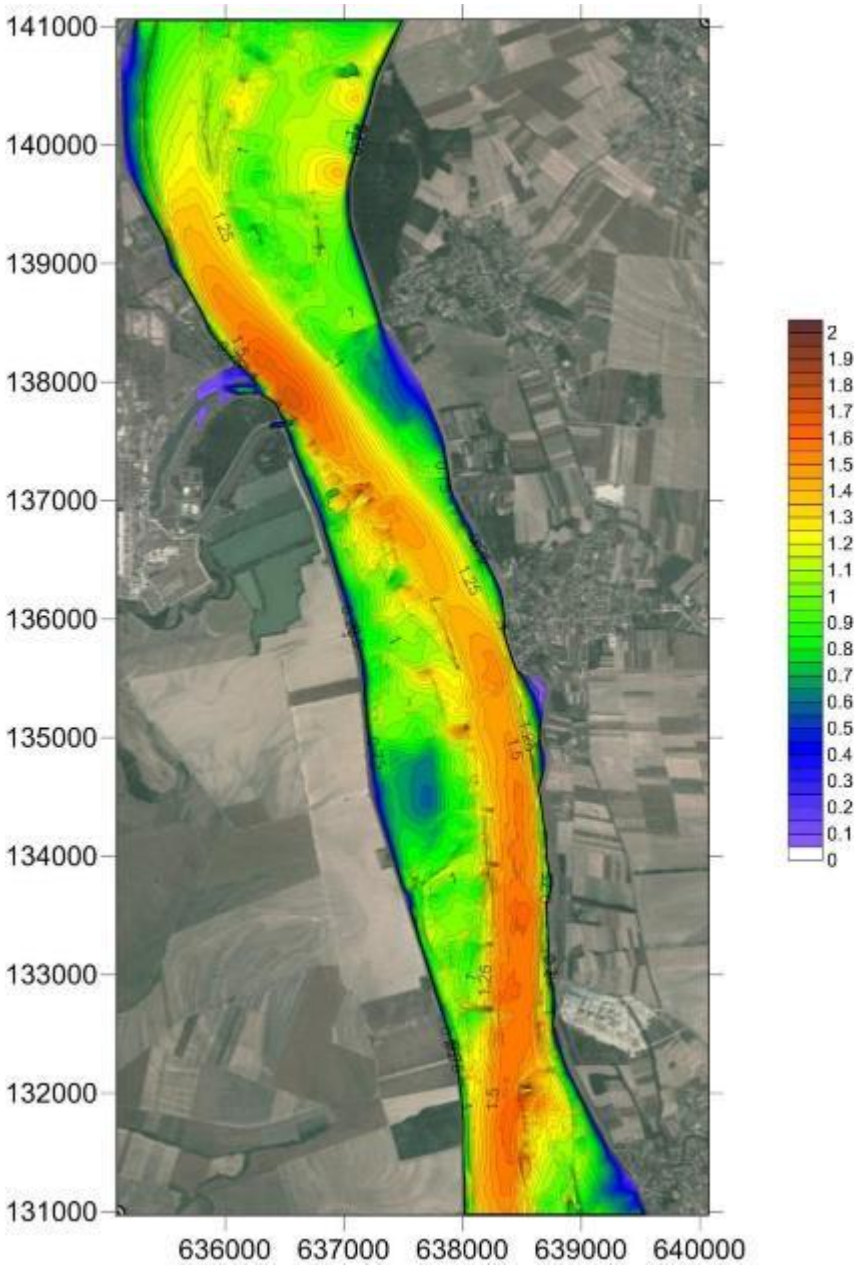
Modelování průtoku korytem Dunaje v době nízkého vodního stavu a v době velké vody jsme provedli pomocí hydrodynamického modelu Delft3D-Flow, a to pro poměry proudění při extrémně nízkém, resp. extrémně vysokém vodním stavu (20. 000leté vodní stavy), pro úsek koryta 1500–1530 řkm a pro jednotlivé směrodatné provozní stavy plánované stavby.

Zkoumaný úsek Dunaje zahrnuje úseky nad i pod areálem stávající a plánované elektrárny.

VÝSLEDKY 2D MODELŮ PROUDĚNÍ PŘIEXTRÉMNĚ VYSOKÉM VODNÍM STAVU DUNAJE

Provoz Jaderné elektrárny Paks

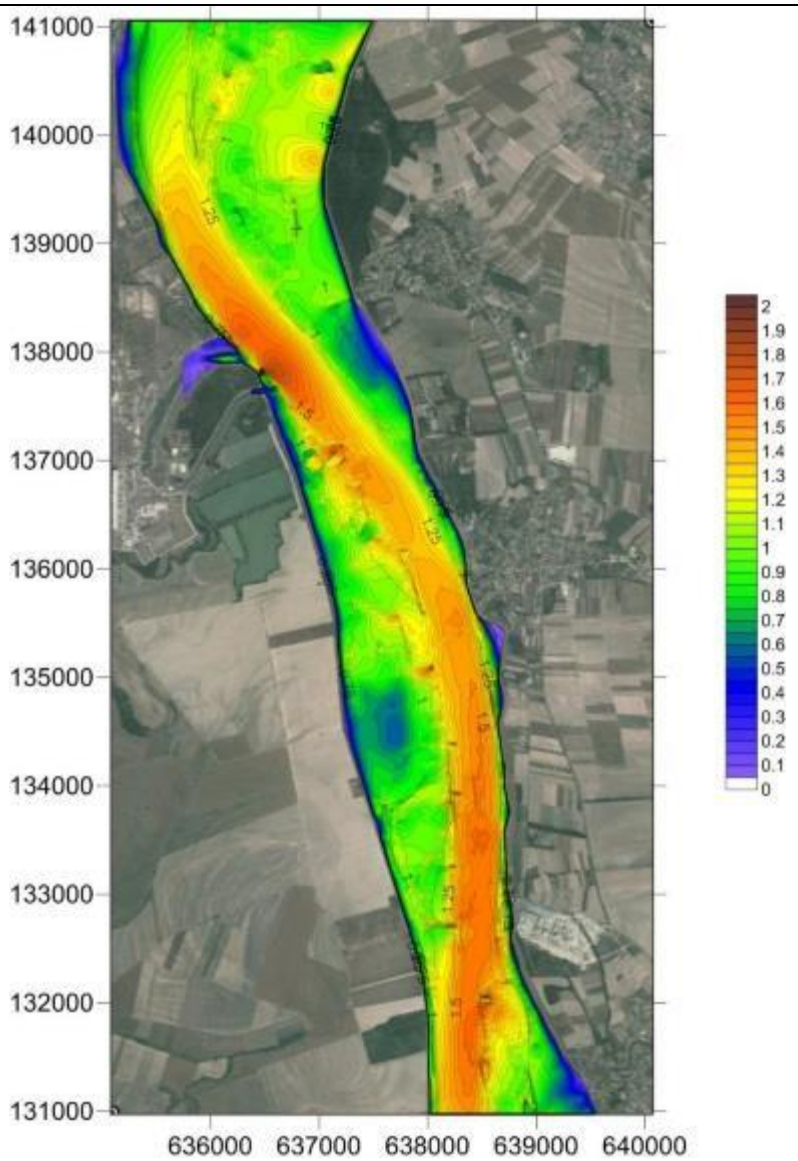
Při extrémně velkém permanentním průtoku v Dunaji **Q_{Dunaj} = 14. 799 m³/s** (20. 000letý průtok) a při maximálním odběru chladicí vody v objemu 100 m³/s a jejím zpětném vypouštění přes vývar.



Obr. 53: Rozložení absolutních rychlostí proudění [m/s] na 1519. –1530. řkmDunaje: Jaderná elektrárna Paks, extrémní velká voda ($Q_{20.\ 000\ let}$ = 14. 799 m³/s), odběr vody 100 m³/s – Jaderná elektrárna Paks samostatně; se souřadnicemi dle Maďarského jednotného mapového zobrazení

Souběžný provoz Jaderné elektrárny Paks a Jaderné elektrárny Paks II

Při extrémně velkém permanentním průtoku v Dunaji **Q_{Dunaj} = 14. 799 m³/s** (20. 000letémaximum průtoku) a při maximálním odběru chladicí vody v objemu 232 m³/s. Zpětné vypouštění teplé vody do Dunaje přes vývar na konci stávajícího teplovodního kanálu, s maximálním průtokem teplé vody 100 m³/s, a rovněž přes plánovaný rekuperační objekt 200 m nad vývarem, s maximálním průtokem teplé vody 132 m³/s.



Obr. 54: Rozložení absolutních rychlostí proudění [m/s] na 1519. –1530. Řkm Dunaje: směrodatný normální provoz, extrémní velká voda ($Q_{20.\,000\,let}$ = 14. 799 m³/s), odběr vody 232 m³/s – Jaderná elektrárna Paks a Jaderná elektrárna Paks II dohromady; se souřadnicemi dle Maďarského jednotného mapového zobrazení

Povodňové stavy

Při zkoumání povodňových stavů je horní okrajovou podmínkou (průtok na 1530. řkm Dunaje) vrcholící povodeň na Dunaji o objemovém průtoku Q = 14. 799 m³/s, který se opakuje jednou za 20. 000 let. Spodní vodní stav jako okrajová podmínka (na 1500. řkm Dunaje) byl při výpočtech uvažován v hodnotě 81,55 m n. m.

Při modelových výpočtech jsme pro jistotu předpokládali, že stávající protipovodňové hráze na Dunaji budou v budoucnu rozvíjeny a že pomocí protipovodňových opatření se bude dařit udržovat postupující povodeň mezi hrázemi.

Podle modelových výpočtů v době extrémní povodně (s 20. 000letým průtokem) za maximálně nepříznivých okolností hladina Dunaje v okolí stávajícího a plánovaného areálu dosáhne svého vrcholu na úrovni 96,90 m n. m. Pokud by se při tomto vodním stavu Dunaje protrhla protipovodňová hráz na pravém břehu řeky nebo pokud by byla porušena ochranná hráz studenovodního nebo teplovodního kanálu, mohlo by dojít k zaplavení území znázorněnému na následujícím obrázku.

Jak vidíme, ani tento stav bezprostředně neohrožuje statickým zaplavením terénní úroveň 97,00 m n. m., což je úroveň stávajícího provozního prostoru i provozního prostoru plánovaných nových bloků, ale pokud by se z nějakého důvodu zvýšila intenzita vln, může dojít k nebezpečné situaci, pronikne-li voda po povrchu nebo tunely inženýrských sítí ke zranitelným objektům. Proto doporučujeme opatřit zranitelné objekty umístěné blízko úrovně terénu aktivní ochranou (např. zídkami apod.), resp. v případě plánované výstavby tyto objekty budovat s takovou ochranou.

Obr. 55: Statické zaplavení v případě, že hladina Dunaje dosáhne úrovně 96,90 m n. m.

Výše popsaný extrémní případ je nutno považovat za havárii. S investicí, jejímž cílem by bylo zvýšení úrovně koruny hrází na pravém a levém břehu dotčeného úseku Dunaje, totiž do budoucna nelze počítat ani v dlouhodobém horizontu, protože směrodatné (1%, tj. stoleté) úrovně povodní jsou pod úrovní koruny vybudovaných hrází.

Na jednorozměrných modelech havarijní povodně lze vidět, že bez úpravy hrází, v případě maximální, mezi hrázemi udržené extrémní povodňové vlny přicházející od Bratislavy, vezmeme-li v úvahu i vlivy sesuvů půdy a zřícení nábřežních zdí, zůstane maximální hladina Dunaje v okolí areálu pod úrovní 96,30 m n. m. V okolí areálu by tak (např. vlivem poškození protipovodňové hráze) došlo k zaplavení s hladinou ve výšce jen 96,30 m n. m., což znázorňuje následující obrázek.

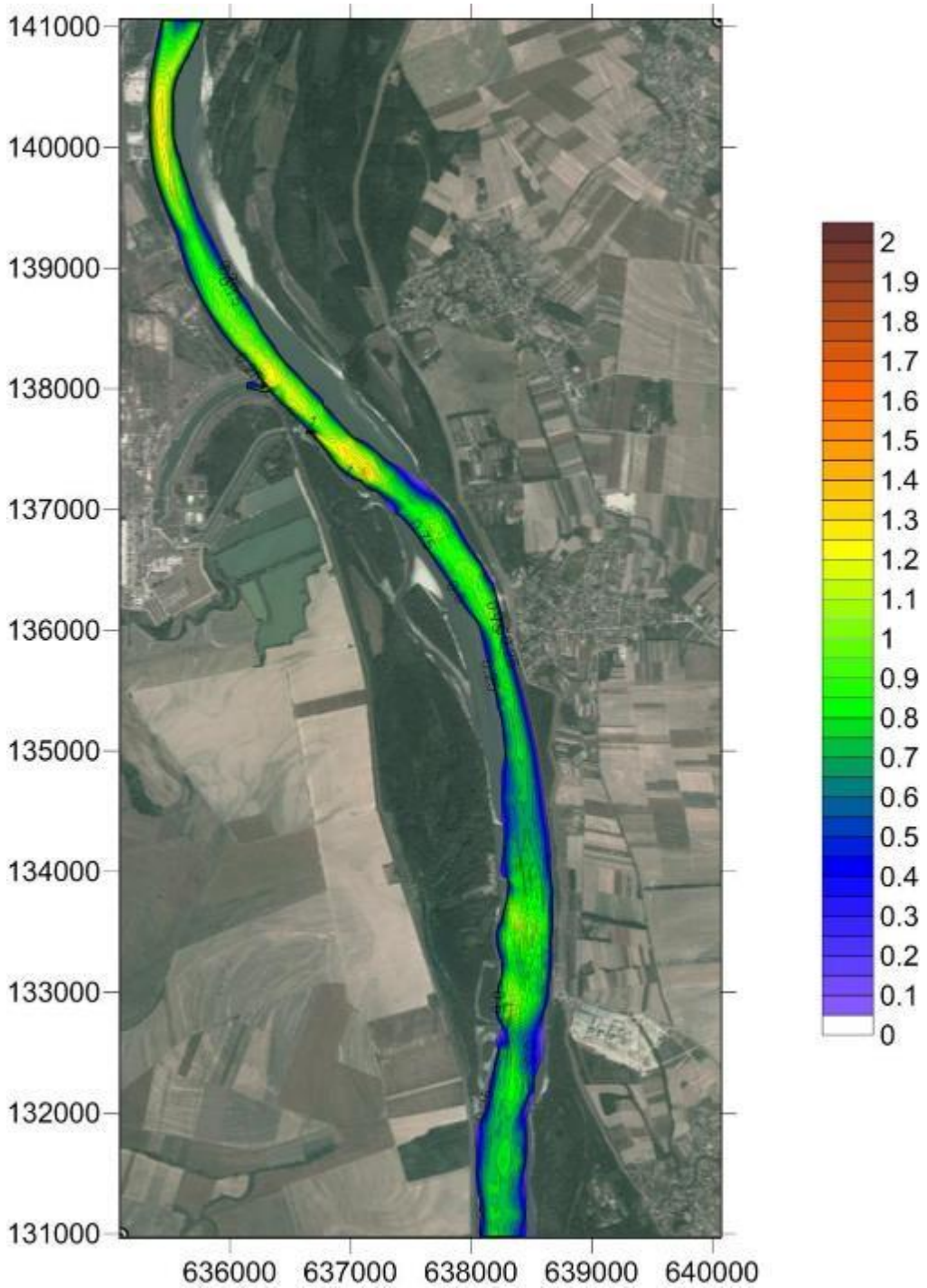
Obr. 56: Statické zaplavení v případě, že hladina Dunaje dosáhne úrovně 96,30 m n. m.

VÝSLEDKY 2D MODELŮ PROUDĚNÍ PŘI EXTRÉMNĚ NÍZKÉM VODNÍM STAVU DUNAJE

Při zkoumání extrémně nízkých vodních stavů je horní okrajovou podmínkou (průtok na 1530. řkm Dunaje) směrodatný objemový průtok Q = 579 m³/s (v permanentním stavu), který se opakuje jednou za 20. 000 let.

Provoz Jaderné elektrárny Paks

Při extrémně nízkém permanentním průtoku v Dunaji **Q_{Dunaj} = 579 m³/s** (20. 000leté minimum průtoku) a při maximálním odběru chladicí vody v objemu 100 m³/s (přes studenovodní kanál) a jejím zpětném vypouštění přes vývar.

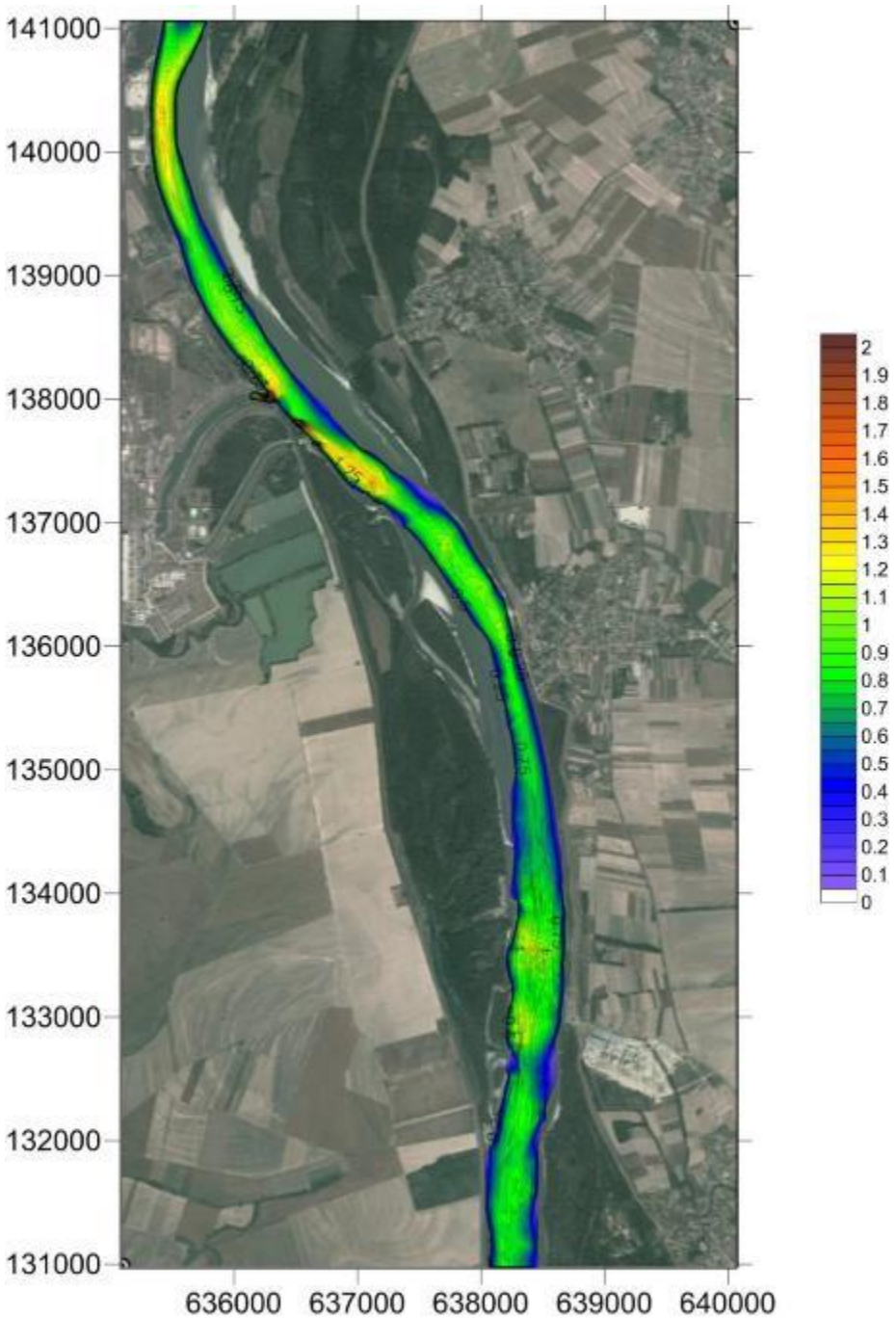


Obr. 57: Rozložení absolutních rychlostí proudění [m/s] na 1519. –1530. řkmDunaje: Jaderná elektrárna Paks samostatně, extrémně nízký vodní stav ($Q_{20.\ 000\ let}$ = 579 m³/s), odběr vody 100 m³/s; se souřadnicemi dle Maďarského jednotného mapového zobrazení

Souběžný provoz Jaderné elektrárny Paks a Jaderné elektrárny Paks II

Při extrémně malém permanentním průtoku v Dunaji **Q_{Dunaj} = 579 m³/s** (20. 000leté minimum průtoku) a při maximálním odběru chladicí vody v objemu 232 m³/s (přes plánovaný rozšířený profil ústí stávajícího studenovodního kanálu). Zpětné

vypouštění teplé vody do Dunaje jednak stávajícím teplovodním kanálem a přes vývar (zaústění na pravém břehu), s maximálním průtokem teplé vody 100 m³/s, jednak přes plánovaný rekuperační objekt 200 m nad vývarem (zaústění na pravém břehu), s maximálním průtokem teplé vody 132 m³/s.



Obr. 58: Rozložení absolutních rychlostí proudění [m/s] na 1519. –1530. řkmDunaje: směrodatný provozní stav, extrémně nízký vodní stav ($Q_{20.\ 000\ let}$ = 579 m³/s), odběr vody 232 m³/s – Jaderná elektrárna Paks a Jaderná elektrárna Paks IIdohromady; se souřadnicemi dle Maďarského jednotného mapového zobrazení

12.2.2.2 Souhrnné hodnocení 2D hydrodynamických vlivů extrémně nízkých a extrémně vysokých vodních stavů (1500. –1530. řkm Dunaje)

- V základním stavu (současný stav) budou 20. 000leté povodňové vlny způsobovat problémy v podobě přelivu přes korunu hráze na levém břehu Dunaje, kde mají protipovodňové hráze úroveň koruny asi o 0,5 m nižší. Vzhledem k výšce koruny hrází nelze tomuto vlivu předejít ani dočasnýmiprotipovodňovými zábranami.
- I v případě, že budou hráze v budoucnu zvýšeny, zůstanou extrémní výšky vodní hladiny v profilu elektrárny pod úrovní terénu stávajícího i plánovaného areálu (97 m n. m.).

- Budeme-li předpokládat protržení hráze na levém břehu, ať už „přirozenou cestou“, nebo v důsledku krizového rozhodnutí, jeho vliv na horním okraji zkoumaného úseku nedosáhne 20 cm; v takovém případě bude povodňová vlna postupovat pod úrovní terénu stávající i plánované elektrárny.
- Plánované zvýšení odběru chladicí vody v důsledku realizace rozšíření způsobí v případě extrémně nízkého vodního stavu pokles vodní hladiny o méně než 12 cm a v případě velké vody o méně než 3 cm.
- Při variantě počítající se sesuvem půdy dojde k zatarasení řeky a vzdutí vodní hladiny nad studenovodním kanálem. V úseku pod sesuvem se sníží hladina v důsledku zrychleného pohybu vody v místě zúžení říčního koryta.
- Sesuv půdy s následným zúžením hlavního koryta Dunaje způsobí zvýšení a snížení vodní hladiny (nad, resp. pod místem sesuvu) jak v případě velké vody, tak v případě malého vodního stavu. Způsobené zvýšení hladiny může dosáhnout 5 cm v případě malého vodního stavu a 3 cm v případě velké vody.

12.2.3 ZKOUMÁNÍ PŘEDPOKLÁDANÉHO VLIVU PLÁNOVANÉ STAVBY NA ZMĚNY KORYTA DUNAJE

Trend změn říčního koryta při průměrném vodním stavu na úseku Dunaje u Pakse je dán zejména událostmi uplynulých desítiletí (především průmyslovým bagrováním říčního koryta, regulací Dunaje při malém a průměrném vodním stavu, snížením přinášeného množství splavenin). Trend snižování minimálních a průměrných ročních hodnot vodních stavů Dunaje musíme do budoucna brát jako danou věc, a proto je nutné jej odlišit od těch vlivů způsobujících lokální změnyříčního koryta, které se očekávají v důsledku plánované stavby.

12.2.3.1 Zkoumání lokálních morfodynamických vlivů

Změny koryta Dunaje, které lze očekávat za směrodatných provozních stavů, jsme zkoumali pomocí dvojrozměrného (2D) morfodynamického modelu (Delft3D-Flow).

Na základě výsledků modelování lze konstatovat, že hlavní hnací silou morfodynamických změn je dlouhodobý průměrný průtok Dunaje. Povodňové vlny kratšího trvání jeho dominanci snižují jen malou měrou.

Hydrologická období (v závislosti na ročních úhrnech srážek v povodí Dunaje) :

- období s průměrným odtokem (1–5 let) : průtok Dunaje Q = 2300 m^3/s,
- značně vlhké hydrologické období (1–5 let) : průtok Dunaje Q = 3000 m^3/s.

12.2.3.2 Změny proudnice Dunaje

Provoz Jaderné elektrárny Paks (2014–2025)

Proudnice Dunaje, již lze stanovit za současného stavu proudění, prochází v okolí areálu poblíž pravého břehu hlavního říčního koryta. Její poloha se může mírně měnit v závislosti na průtoku Dunaje.

Souběžný provoz Jaderné elektrárny Paks a Jaderné elektrárny Paks II (2030–2032)

Proudnice se oproti nynějšímu stavu maximálně o 25 metrů posune směrem ke středové čáře Dunaje, ale i nadále bude probíhat v blízkosti pravého břehu. Při dlouhodobém průměrném průtoku Dunaje (2300 m^3/s) se nynější a předpokládaná proudnice navzájem liší v úseku dlouhém asi 1000 metrů. Dotčeným prostorem je tedy asi 150 m široký pás Dunaje při pravém břehu v okolí areálu, v délce 1000 metrů po proudu Dunaje.

Samostatný provoz Jaderné elektrárny Paks II (2037–2085)

Předpokládaná proudnice se od té nynější liší v úseku dlouhém jen 500 m a maximální odchylka je rovněž 25 m. Při dlouhodobém průměrném průtoku Dunaje (2300 m^3/s) je tedy dotčeným prostorem asi 150 m široký pás Dunaje při pravém břehu v okolí areálu, v délce 500 metrů po proudu Dunaje.

A Duna sodorvonalának helyzete morfodinamikai változások nélkül atlágos lefolyású évben az üzembehelyezés évében	Poloha proudnice Dunaje bez morfodynamických změn v roce s průměrným odtokem, v roce uvedení do provozu
Jelmagyarázat	Vysvětlivky
	Paks I Paks I a Paks II Paks II kontrolní body pro sledování zvměn koryta

Obr. 59: Vývoj vypočítané proudnice Dunaje při průtoku 2300 m³/s (průměrný hydrologický rok), ve třech provozních fázích: při samostatném provozu Jaderné elektrárny Paks, souběžném provozu Jaderné elektrárny Paks a Jaderné elektrárny Paks II a samostatném provozu Jaderné elektrárny Paks II

Ve vlhkých hydrologických letech je průměrný roční průtok Dunaje 3000 m³/s (1,3násobek dlouhodobého průměru). V tomto případě se dotčený prostor mírně, asi o 10 % prodlužuje (1100 m), zatímco posun proudnice směrem ke středové čáře Dunaje se asi o 10 % zkracuje (22 m).

A Duna sodorvonalának helyzete morfodinamikai változások nélkül nedves lefolyású évben az üzembehelyezés évében	Poloha proudnice Dunajebez morfodynamických změn, ve vlhkém roce, v roce uvedení do provozu
Jelmagyarázat	Vysvětlivky
	Paks I Paks I a Paks II Paks II kontrolní body pro sledování změn koryta

Obr. 60: Vývoj vypočítané proudnice Dunaje při průtoku 3000 m³/s (ve vlhkém hydrologickém roce), ve třech provozních fázích: při samostatném provozu Jaderné elektrárny Paks, souběžném provozu Jaderné elektrárny Paks a Jaderné elektrárny Paks II a samostatném provozu Jaderné elektrárny Paks II

Změny v rychlostech proudění a tím i posuny proudnice jsou největší v počátečním období po změně směrodatného provozního stavu. Změny říčního koryta postupem času zmírňují anomálie proudění a přibližně po uplynutí 5 let se koryto tvarově přizpůsobí změněnému stavu proudění (vyplní se, nebo se prohloubí), proces změn říčního koryta se zklidní, případně už nedochází k žádným dalším změnám koryta.

12.2.3.3 Předpokládaný vývoj lokálních změn koryta Dunaje v důsledku plánované stavby

Následující obrázky znázorňují změny říčního koryta vypočítané pro pětileté období provozu. Změny říčního koryta jsme na obrázcích znázornili průhledným vybarvením a toto jsme vložili do ortofotografií letecky pořízených dne 22.

července 2013. V době pořízení leteckých záběrů, tj. 22. 7. 2013 byl naměřen průtok Dunaje ~2000 m³/s (vodoměrná stanice Dombori), výpočty jsme provedli pro dlouhodobý průměrný průtok 2300 m³/s.

PROVOZ JADERNÉ ELEKTRÁRNY PAKS (2014–2025)

Průtok Dunaje: Q_{Duna} = 2300 m³/s (průměr), odběr chladicí vody: Q = 100 m³/s

Na následujícím obrázku (obr. 61) je vidět, že hranice změn říčního koryta, k nimž dochází podél pásu tepelného znečištění, má stejný průběh jako vodazčeřená (zpěněná) vírovou řadou, která se odděluje z usměrňovacího objektu (drobné ostruhy) vybíhajícího do prostoru proudu na severním okraji vývaru a poté je unášena prostorem proudu.

Számított mederváltozás Paks I üzemelésekor átlagos lefolyású évben ötéves üzemidö után	Vypočítaná změna říčního koryta při provozu Jaderné elektrárny Paks I, v roce s průměrným odtokem, po 5 letech provozu
Jelmagyarázat	Vysvětlivky

Obr. 61: Vypočítané změny koryta Dunaje po 5 letech provozupři průtoku 2300 m³/s (průměrný hydrologický rok) a při odběru chladicí vody v objemu 100 m³/s: samostatný provoz Jaderné elektrárny Paks (2014–2025)

V případě změn říčního koryta vypočítaných pro nadprůměrně vlhký hydrologický rok je maximální míra lokálního prohloubení menší než 40 cm, zatímco maximální míra vyplnění je menší než 80 cm.

SOUBĚŽNÝ SMĚRODATNÝ PROVOZ JADERNÉ ELEKTRÁRNY PAKS A JADERNÉ ELEKTRÁRNY PAKS II (2030–2032)

Průtok Dunaje: Q_{Duna} = 2300 m³/s (průměr), odběr chladicí vody: Q = 100 m³/s + 132 m³/s = 232 m³/s

Změny říčního koryta vypočítané pro pětileté období souběžného provozu Jaderné elektrárny Paks a Jaderné elektrárny Paks II vykazují v prostoru současného pásu tepelného znečištění prohloubení o asi 10 cm oproti změnám koryta způsobeným samostatným provozem Jaderné elektrárny Paks a asi 40cm prohloubení lze očekávat podél pásu tepelného nečištění na 200m úseku říčního koryta mezi plánovaným novým a stávajícím zaústěním teplé vody. Mezi pásem tepleného znečištění a břehem lze očekávat minimální vyplňování. V okolí profilu 1525+500 řkm (příčná hráz vybudovaná na pravém břehu Dunaje a vybíhající do prostoru proudu) už jsou lokální vlivy sotva znatelné.

Számított mederváltozás Paks I és Paks II együttes üzemelésekor átlagos lefolyású évben ötéves üzemidö után	Vypočítaná změna říčního korytapři souběžném provozu Jaderné elektrárny Paks I a Paks II, v roce s průměrným odtokem, po 5 letech provozu
Jelmagyarázat	Vysvětlivky

Obr. 62: Vypočítané změny koryta Dunaje po 5 letech provozu při průtoku 2300 m³/s (průměrný hydrologický rok) a při odběru chladicí vody v objemu 100 m³/s (stav v letech 2030–2032) : souběžný provoz Jaderné elektrárny Paks a Jaderné elektrárny Paks II (2030–2032)

SAMOSTATNÝ SMĚRODATNÝ PROVOZ JADERNÉ ELEKTRÁRNY PAKS II (2037–2085)

Průtok Dunaje: Q_{Duna} = 2300 m³/s (průměr), odběr chladicí vody: Q = 132 m³/s

Změny říčního koryta vypočítané pro pětileté období samostatného provozu Jaderné elektrárny Paks II vykazují v prostoru současného pásu tepelného znečištění prohloubení o asi 5 cm oproti změnám koryta způsobeným provozem Jaderné elektrárny Paks. Prohloubení o asi 10 cm lze ještě očekávat podél pásu tepelného nečištění na 200m úseku říčního koryta mezi plánovaným novým a stávajícím zaústěním teplé vody. Zrušením spodního zaústění totiž zanikne vzdutí, které vypouštěná voda způsobovala. Mezi pásem tepleného znečištění a břehem lze očekávat minimální vyplňování. Pod profilemna 1525. řkm už jsou lokální vlivy zanedbatelné.

Számított mederváltozás Paks II üzemelésekor átlagos lefolyású évben ötéves üzemidö után	Vypočítaná změna říčního korytapři provozu Jaderné elektrárny Paks II, v roce s průměrným odtokem, po 5 letech provozu
Jelmagyarázat	Vysvětlivky

Obr. 63: Vypočítané změny koryta Dunaje po 5 letech provozu při průtoku 2300 m³/s (průměrný hydrologický rok) a při odběru chladicí vody v objemu 100 m³/s (stav v letech 2037–2085) : samostatný provoz Jaderné elektrárny Paks II (2037–2085)

12.2.3.4 Průzkumy lokálních změn koryta - shrnutí výsledků

Z výsledků výpočtů lokálních změn koryta plyne, že po pěti (5) letech provozu:

- Rozhodujícím faktorem změn koryta je mnoholetý průměrný průtok Dunaje, který se jen v malé míře mění pod vlivem povodňových vln kratšího trvání.
- Ve srovnání s mnohaletým průměrným průtokem (2300 m³/s) Dunaje, v době provozních let s podstatně vyšší vlhkostí, než je průměr (3000 m³/s), míra změn dna koryta je nízká.
- Míra lokálního sedimentu činila max. 80 cm, zatímco míra lokálního prohloubení max. 40 cm. Prostorový rozsah těchto změn není významné.
- Míra rozdílů změn koryt mezi samostatným provozem JE Paks (2014-2025) a samostatným provozem Paks II (2037-2085) je minimální.
- Významnější rozdíly změn koryt se ve srovnání se samostatnými provozy ukazují v případě společného provozu JE Paks a Paks II (2030-2032). Tento vliv se však po 2 letech snižuje, neboť díky ukončení činnosti daných bloků (dle harmonogramu prodloužení provozní doby) JE Paks, se spotřeba a vypouštění vody sníží u každého bloku o 25 m³/s, a do roku 2037 dosáhne období samostatného provozu Paks II.

Zkoumané stavy provozu plánovaného vývoje (Paks II.)	**Definice morfodynamického a průtokového pásma koryta Dunaje, v případě realizace plánovaného vývoje, ve srovnání se základním stavem**	
	Délka zkoumaného pásma ve směru hlavního toku Dunaje [Dunaj říční km], [m]	**Šířka zkoumaného pásma, od pravého břehu Dunaje, podél průřezu [m]**
JE Paks a Paks II. společně (232 m³/s)	1525+500 - 1527+000 říční km (1500 m)	max. 300 m
Paks II. samostatně (132 m³/s)	1526+000 - 1527+000 říční km (1000 m)	max. 200 m

Tabulka 36: Definice morfodynamického a průtokového pásma ve srovnání se současným stavem

12.2.4 VYVEDENÍ OTEPLENÉ CHLADICÍ VODY DO DUNAJE

Oteplená technologická chladicí voda plánovaných nových bloků bude vedena do Dunaje po pravém břehu 1526+450 říční km úseku Dunaje, na straně horního povodí nynější vpusti, přes novou vpust, plánovanou směrem na sever, ~200 m od stávajícího teplovodního kanálu, přes rekuperační stavební objekt.

Harmonogram provozu JE Paks a plánovaných objektů je shrnuto v tabulce níže.

Období [roky]	**Maximum průtoku teplé vody [m³/s]**	**Počet bloků v provozu [ks]**	**Zkoumané období [rok]**	**Nejvyšší roční teplota vody Dunaje - odhad [ºC]**
2014. (Současné)	100	4 stávající bloky JE Paks	rok 2014.	25,61 [°C]
od r. 2014 do r.	100	4 stávající bloky JE Paks		
od r. 2025 do r.	166	4 stávající bloky JE Paks + 1 nový blok		
od r. 2030 do r.	232	4 stávající bloky JE Paks + 2 nové bloky	rok 2032	26,38 [°C]
od r. 2032 do r.	207	3 stávající bloky JE Paks + 2 nové bloky		
od r. 2034 do r.	182	2 stávající bloky JE Paks + 2 nové bloky		
od r. 2036 do r.	157	1 stávající bloky JE Paks + 2 nové bloky		
od r. 2037 do r.	132	2 nové bloky	rok 2085	28,64 [°C]
od r. 2085 do r.	66	1 nový blok		
od r. 2090	0	-		

Tabulka 37: Množství vypuštěné vody (Q m³/s) v případě realizace plánovaného vývoje, při předpokládané nejvyšší roční teplotě vody Dunaje (T_{Dunaj}, °C) za směrodatných období provozu

Za směrodatných období (2014,2032 a 2085) podle pesimističtějšího klimatologického scénáře (DMI-B2 PRODUCE: oteplení Země mezi roky 2000 a 2100 1,8 °C), předpokládané trvání překročení teplot vody pouze 1 den /rok v rozsahu pod 1500 m³/s průtoku Dunaje.

12.2.4.1 Definice lokality, dotčené teplotou vody Dunaje nad 30 °C, v případě průtoku Dunaje 1 500 m³/s

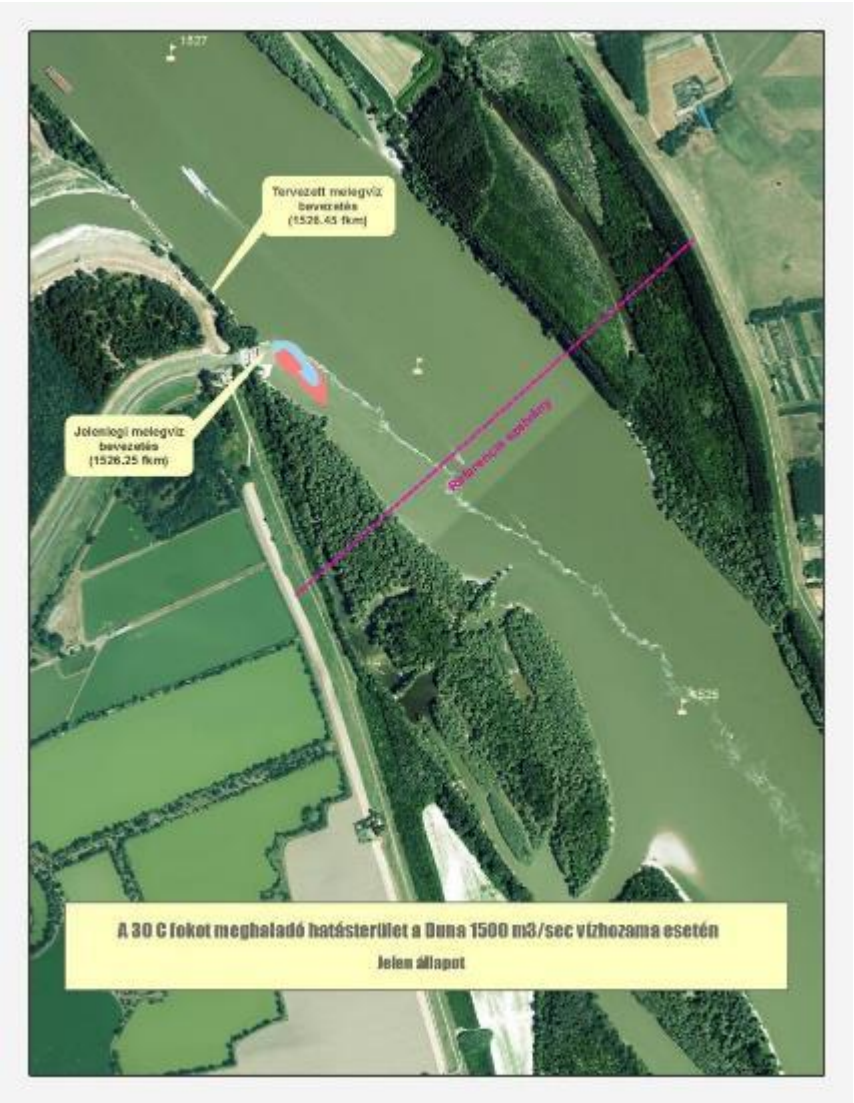
Pásma Dunaje, dotčená teplotou vody nad 30 °C, dále vypočítané lokality dotčené tepelnou zónou ve zkoumných situacích roků 2014,2032 a 2085 představujeme na níže uvedených třech snímcích.

DEFINICE DOTČENÉ LOKALITY VE SMĚRODATNÉM STAVU ROKU 2014 PŘI PRŮTOKU DUNAJE 1 500 M³/S

- teplota vodního pozadí Dunaje (T_{Dunaj}) 25,61°C,
- průtok chladicí vody (q) 100 m³/s, vlévá se do Dunaje přes stávající vpust,

- teplota oteplené chladicí vody:
  - (1. případ) $T_{teplá\ voda}$=33°C a
  - (2. případ) vpouštění vody při využití tepelného skoku 8°C ($T_{teplá\ voda}$ = T_{Dunaj}+8°C = 33,61°C).

Rozložení směrodatných teplot vody Dunaje při předpokládaném trvání 1 den/rok, dále rozsah vodního útvaru s charakteristikou teploty vody nad 30 °C, vypočítaný pro rok 2014 znázorňujeme níže (obr. 64).



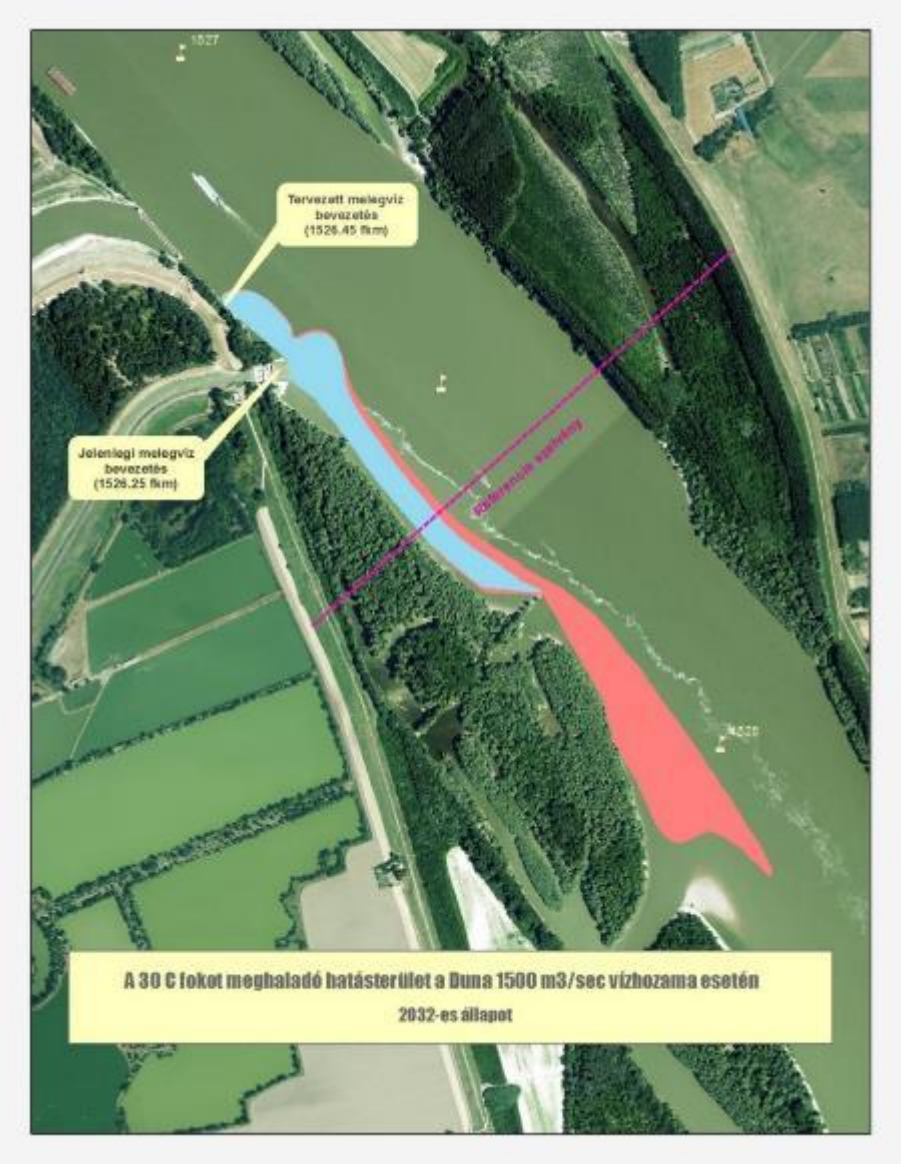
Tervezett melegvíz bevezetés	plánované vypouštění teplé vody
Jelenlegi melegvíz bevezetés	stávající vypouštění teplé vody
Referencia szelvény	Referenční úsek
A 30 C fokot meghaladó hatásterület a Duna 1500 m3/sec vízhozama esetén Jelen állapot	Lokalita dotčená tepelnou zónou nad 30 C při průtoku vody Dunaje 1500 m3/sec Stávající stav

Obr. 64: Lokalita dotčená tepelnou zónou nad 30 °C – Současný stav ($T_{Dunaj,\ max}$=25,61 °C, Q_{Dunaj}= 1500 m³/s, průtok teplé vody: 100 m³/s)

DEFINICE DOTČENÉ LOKALITY VE SMĚRODATNÉM STAVU ROKU 2032 PŘI PRŮTOKU DUNAJE 1 500 M³/S

- T_{Dunaj}=26,38°C,
- Při současném provozu JE Paks a Paks II. se vlévá do Dunaje $q_{Stávající}$=100 m³/s v místě stávající vpusti a $q_{2032.}$ =132 m³/s, v místě vpusti plánovaném na stranu horního povodí (o 200 m výš), přes rekuperační stavební objekt.
- teplota oteplené chladicí vody:
  - (1. případ) $T_{teplá\ voda}$=33°C a
  - (2. případ) $T_{teplá\ voda}$=34,38°C (tepelný skok 8°C).

Rozložení směrodatných teplot vody Dunaje při předpokládaném trvání 1 den/rok, dále rozsah vodního útvaru s charakteristikou teploty vody nad 30 °C, vypočítaný pro rok 2032 znázorňujeme níže.



Tervezett melegvíz bevezetés	plánované vypouštění teplé vody
Jelenlegi melegvíz bevezetés	stávající vypouštění teplé vody
Referencia szelvény	Referenční úsek
A 30 C fokot meghaladó hatásterület a Duna 1500 m3/sec vízhozama esetén 2032-es állapot	Lokalita dotčená tepelnou zónou nad 30 C při průtoku vody Dunaje 1500 m3/sec Stav pro rok 2032

Obr. 65: Lokalita dotčená tepelnou zónou nad 30 °C – pro rok 2032 ($T_{Dunaj, max}$=26,38 °C, Q_{Dunaj}= 1500 m³/s, průtok teplé vody: 100 ³/s 132 m³/s)

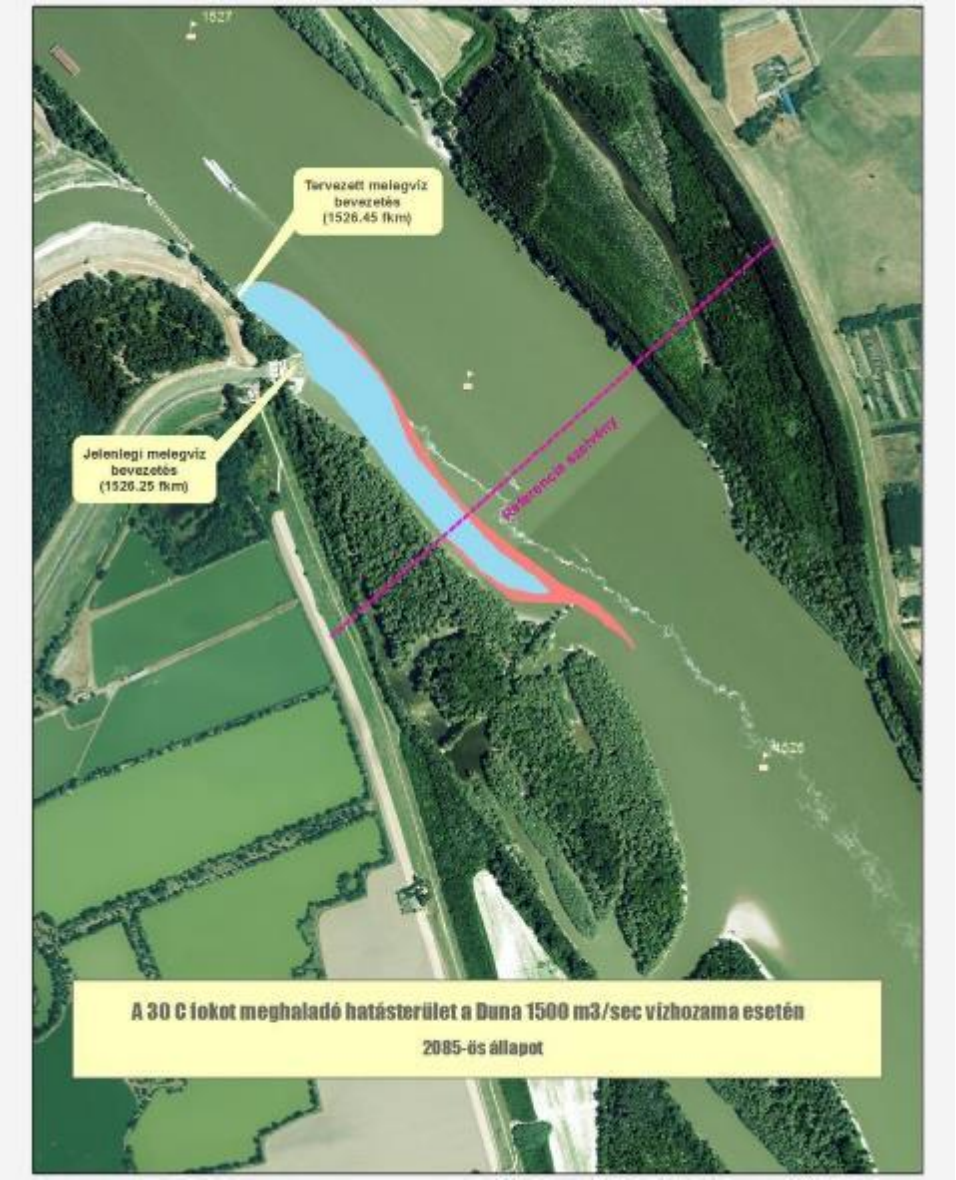
DEFINICE DOTČENÉ LOKALITY VE SMĚRODATNÉM STAVU ROKU 2085 PŘI PRŮTOKU DUNAJE 1 500 M³/S

- T_{Dunaj}=28,64°C,
- q_{2085} =132 m³/s, vlévá se v místě vpusti, plánovaném na stranu horního povodí stávajícího místa vpusti, přes rekuperační stavební objekt,
- teplota oteplené chladicí vody:

  (1. případ) $T_{teplá\ voda}$=33°C a

  (2. případ) $T_{teplá\ voda}$=36,64°C (tepelný skok 8°C).

Rozložení směrodatných teplot vody Dunaje při předpokládaném trvání 1 den/rok, dále rozsah vodního útvaru s charakteristikou teploty vody nad 30 °C, vypočítaný pro rok 2085 znázorňujeme níže.



Tervezett melegvíz bevezetés	plánované vypouštění teplé vody
Jelenlegi melegvíz bevezetés	stávající vypouštění teplé vody
Referencia szelvény	Referenční úsek
A 30 C fokot meghaladó hatásterület a Duna 1500 m3/sec vízhozama esetén 2085-ös állapot	Lokalita dotčená tepelnou zónou nad 30 C při průtoku vody Dunaje 1500 m3/sec Stav pro rok 2085

Obr. 66: Lokalita dotčená tepelnou zónou nad 30 °C – pro rok 2085 ($T_{Dunaj,\ max}$=28,64 °C, Q_{Dunaj}= 1 500 m³/s, průtok teplé vody: 132 m³/s) – Paks II. samostatně

Na základě výše uvedené řady snímků se dá konstatovat, že v současném stavu, s ohledem na referenční úsek Dunaje v rozsahu 500 m (Dunaj 1525,75 říční km), vrchol teploty vody Dunaje nedosahuje limitní hodnoty 30 °C. Ve směrodatných letech 2032 a 2085, v případě směrodatné hodnoty 1500 m³/s průtoku vody Dunaje, s ohledem na referenční úsek, v případě vypouštění teplé vody o 33 °C, míra překročení limitní hodnoty ve výši 30 °C je malá. Větší míra překročení vzniká v případě vypouštění při tepelném skoku 8 °C.

1. 1. 1. 1 Doba a trvání překročení limitní hodnoty 30 °C dle předpokladů v referenčním úseku +500 m

JADERNÁ ELEKTRÁRNA V PAKSI + PAKS II (2032)

Maximální teploty vody Dunaje vypočítané s ohledem na ref. úsek 500 m, dále dobu a trvání překročení limitní hodnoty 30 °C vypočítané na základě mírně pesimistického klimatického modelu (DMI-B2 PRODUCE) představujeme v tabulce níže. Trvání průtoku vody Dunaje pod 1500 m³/den je asi 1 den/rok, v případě teploty vodního pozadí Dunaje (26,38 °C) jako základ, ale z hlediska bezpečnosti jsme zohlednili hodnoty delšího trvání, které se vztahují na 2800 m³/s.

Rozsah překročení limitní hodnoty	2014.		2032.	
	8 [°C] tepelný skok	33 [°C] vypouštění teplé vody	8 [°C] tepelný skok	33 [°C] vypouštění teplé vody
Předpokládaná maximální teplota vodního pozadí Dunaje [°C]	25,61 [°C]		26,38 [°C]	
Počítaná maximální teplota vody Dunaje [°C]	26,11 [°C]	26,36 [°C]	24,31 [°C]	25,11 [°C]
Doba a trvání překročení odhadem [dnů] - při průtoku Dunaje pod 2800 m³/den	0,2 [den/rok]	0,1 [den/rok]	13 [den/rok]	7 [den/rok]

Tabulka 38: Doba a trvání překročení limitní hodnoty (2032) – Jaderná elektrárna v Paksi + Paks II.

Paks II. samostatně (2085)

V případě samostatného provozu Paks II. v místě nové vpusti, přes rekuperační stavební objekt, vypustíme do Dunaje 132 m³/s množství chladicí vody. Ačkoliv je tepelné zatížení nižší, než v případě r. 2032, z důvodu časového zvýšení maximálního teplotního pozadí docházejícího kvůli klimatickým podmínkám limitní hodnota 30 °C, při průtoku vody pod 1500 m³/s, s předpokládaným trváním max. 1 den/rok, může být udržována až za přehradní hrází, neboť v tomto případě hodnota navýšení teploty zóny, kterou lze povolit, je v referenčním úseku 500 m pouze 30 - 28,64 = 1,36 °C.

Maximální teploty vody Dunaje vypočítané ve směrodatných stavech a v ref. úseku (+500 m), dále dobu a trvání překročení limitní hodnoty 30 °C vypočítané na základě mírně pesimistického klimatického modelu (DMI-B2 PRODUCE) představujeme v tabulce níže. Trvání průtoku vody Dunaje pod 1500 m³/den je asi 1 den/rok, v případě teploty vodního pozadí Dunaje (28,64 °C) jako základ, ale z hlediska bezpečnosti jsme zohlednili hodnoty delšího trvání, které se vztahují na 2800 m³/s.

Rozsah překročení limitní hodnoty	Směrodatný stav (2014)		Směrodatný stav (2085)	
	8 [°C] tepelný skok	33 [°C] vypouštění teplé vody	8 [°C] tepelný skok	33 [°C] vypouštění teplé vody
Předpokládaná maximální teplota vodního pozadí Dunaje [°C]	25,61 [°C]		28,64 [°C]	
Počítaná maximální teplota vody Dunaje [°C]	26,11 [°C]	26,36 [°C]	23,81 [°C]	25,23 [°C]
Doba a trvání překročení odhadem [dnů] - při průtoku Dunaje pod 2800 m³/den	0,2 [den]	0,1 [den/rok]	40 [den/rok]	20 den/rok]

Tabulka 39: Doba a trvání překročení limitní hodnoty (2085) – Paks II. samostatně

Možnosti jak se vyhnout překročení limitní hodnoty:

- snížení zatížení,
- odstavení bloku
- údržba bloku

12.2.4.2 Rozložení teploty v dunajském úseku (1433 říční km Dunaje) jižních státních hranic, při průtoku vody Dunaje 1 500 m³/s

Od místa vlévání teplé vody do Dunaje (Dunaj 1526,25 říční km), až do úseku jižních státních hranic (Dunaj 1433 říční km) to je vzdálenost ~93 km v průměru za 24 hodin - v případě menších průtoků vody Dunaje, než střední (2300 m³/s), se tato doba zvyšuje.

Při průzkumu různých průtoků a zároveň teplot vody Dunaje, s ohledem na předpokládané klimatické změny v budoucnu jsme zjistili, že ve směrodatných zkoumaných obdobích roční průměrná doba trvání překročení směrodatných teplotních hodnot vody Dunaje by mělo být dle předpokladů 1 den/rok.

Největší teplotní změny vypočítané v úseku jižních státních hranic Dunaje s ohledem na směrodatné roky 2014,2032 a 2085 jsme shrnuli v tabulce níže.

Vliv vypouštění teplé vody o 33 °C v úseku jižních státních hranic Dunaje

Největší míra změny teploty v úseku jižních státních hranic Dunaje (Dunaj 1433 říční km) $T_{Teplá\ voda}$ **= 33 °C,** Q_{Dunaj}**= 1500 m³/s** $\Delta T_{Max} = T_{Max} - T_{Pozadí}$ **[°C]**		
Směrodatný stav roku 2014	**Směrodatný stav roku 2032**	**Směrodatný stav roku 2085**
T_{Max} = 26,08 [°C]	T_{Max} = 28,13 [°C]	T_{Max} = 28,95 [°C]
$T_{Hattér}$ = 25,61 [°C]	$T_{Hattér}$ = 26,38 [°C]	$T_{Hattér}$ = 28,64 [°C]
ΔT_{Max} = 0,47 [°C]	ΔT_{Max} = 1,75 [°C]	ΔT_{Max} = 0,31 [°C]

Tabulka 40: Největší míra změny teploty v úseku jižních státních hranic Dunaje, $T_{Teplá\ voda}$= 33 °C (směrodatný stav pro roky 2014,2032 a 2085)

Vliv vypouštění teplé vody při tepelném skoku 8 °C v úseku jižních státních hranic Dunaje

Největší míra změny teploty v úseku jižních státních hranic Dunaje (Dunaj 1433 říční km) $\Delta T_{Tepelný\ skok}$ **= 8 °C,** Q_{Dunaj}**= 1500 m³/s** $\Delta T_{Max} = T_{Max} - T_{Pozadí}$ **[°C]**		
Směrodatný stav roku 2014	**Směrodatný stav roku 2032**	**Směrodatný stav roku 2085**
T_{Max} = 26,40 [°C]	T_{Max} = 28,24 [°C]	T_{Max} = 29,55 [°C]
$T_{Hattér}$ = 25,61 [°C]	$T_{Hattér}$ = 26,38 [°C]	$T_{Hattér}$ = 28,64 [°C]
ΔT_{Max} = 0,79 [°C]	ΔT_{Max} = 1,86 [°C]	ΔT_{Max} = 0,91 [°C]

Tabulka 41: Největší míra změny teploty v úseku jižních státních hranic Dunaje, $\Delta T_{Tepelný\ skok}$= 8 °C (směrodatný stav pro roky 2014,2032 a 2085)

12.2.5 VYPOUŠTĚNÍ ČIŠTĚNÝCH KOMUNÁLNÍCH ODPADNÍCH VOD V DOBĚ PROVOZU

Kapacita (1870 m³/den) stávající čistírny elektrárny, která je v provozu na základě oprávnění k provozu z legislativy vodního práva, poskytnutého Inspektorátem, a která je dostatečná pro příjem a čištění zvýšeného maximálního komunálního zatížení, které je předpokládané pro období stavby a provozu.

Zvýšené množství komunálního odpadu při provozu Paks II. by mělo být v průměru 67 m³/den, a největší míra vypouštění v době generální údržby jedenkrát za 10 let: 95 m³/den.

Vzhledem k tomu, že množství odpadních vod na území JE Paks je v současné době ~300 m³/den (areál JE Paks), a ani množství komunálních odpadních vod JE Paks a Paks II. dohromady nedosáhne 400 m³/den, ještě zbude ~1 470 m³/den volné kapacity pro čištění.

12.2.6 PRŮZKUM VLIVŮ EXTRÉMNÍCH PODMÍNEK DUNAJSKÉ PŘÍRODY A UMĚLÝCH OBJEKTŮ NA POVODŇOVOU SITUACI AREÁLU A BEZPEČNOST ČERPÁNÍ CHLADICÍ VODY

Takové případy jsme modelovali jako havarijní, jejichž součinitele vlivu mohou vzniknout z přírodních a umělých podmínek dunajského prostředí, a nikoliv vlivem plánovaného vývoje. Zkoumali jsme níže uvedené případy:

- ✓ povodňové riziko areálu pod vlivem protržení přehrady v Dunacsúny-i v případě kritického stavu vody, částečné ucpání koryta Dunaje extrémního rozsahu a ledové povodně při tvorbě extrémního nahromadění ledových ker.
- ✓ pod vlivem situace bezpečného čerpání chladicí vody v době extrémně malého množství vody v Dunaji, nestandartního provozu (zadržení vody v nádrži v době malého množství vody v Dunaji) přehrady v Dunacsúnyi-i, dále případné nadměrné sesuvy nábřežní zdi nebo zeminy nebo nahromaděných ledových ker.

12.2.6.1 Vliv extrémních přírodních a umělých podmínek z hlediska povodňových rizik v areálu

V případě největší povodňové vlny, která v úseku Dunaje pod Bratislavou zůstává mezi povodňovými hrázemi, z hlediska topografických podmínek a důležitějších objektů areálu JE Paks (úsek Dunaje 1526,5-1527 říční km) směrodatné doby zaplavení (nad bezpečnými úrovněmi, také zapsanými u Jaderné elektrárny) ($T_{překročení}$) vypadají podle tabulky níže.

Ohrožené důležitější objekty (v areálu JE Paks, v oblasti 1527 říční km Dunaje)	**Směrodatné hladiny vody (1527 říční km Dunaje) [mBf]**	**Doba překročení (v případě nepříznivé povodňové vlny r. 1965) [den]**
Výška koruny hráze v oblasti elektrárny, pravý břeh	96,30 mBf	0,0
Výška koruny hráze v oblasti elektrárny, levý břeh*	95,80* mBf	16,0
Úroveň terénu Elektrárny	97,00 - 97,10 mBf	0,0
Úroveň podlahy sálu pro dočasné úložiště kazet s vyhořelým palivem	92,30 mBf	68,5
Úroveň podlahy trafostanice vedle Jižního kanálu	93,30 mBf	59,5
Úroveň provozovny Čistírny	94,00 mBf	57,0
Mezní úroveň přepadu nádrže průmyslového vápence	97,00 mBf	0,0
Stupně povodňové ochrany** (dle stavu vody JE Paks, 1526,5 říční km Dunaje)		
I. stupeň	91,50 mBf	108,0
II. stupeň	93,00 mBf	61,0
III. stupeň	94,00 mBf	56,5
Směrodatné hladiny povodní		
Nejvyšší hladina bez ledu (LNV) 2013. 06. 11.	94,06 mBf (8750 m³/s)	56,0
MÁSZ2010 (Podle Nařízení Min. ochr. ŽP a vodního hosp. č. 11/2010. (IV. 28.) „O směrodatných hladinách povodňových vod řek", s účinností od 2014. 08. 08.)	94,14 mBf (na základě hodnot podle nařízení s lineární interpolací)	55,1

Poznámky k výše uvedené tabulce:
* Zdroj výškového údaje tabulky: Výšku koruny hráze jsme určili měřením pomocí měřící stanice RTK GPS.
** Vyhlášení povodňové připravenosti: Povodňovou připravenost vyhlašuje a ochranu organizuje a řídí Ředitelství pro vodní zdroje (VIZIG) regionu, dotčeného nebezpečnou povodňovou situací (povodňovou vlnou). Pokud v případě jednoho vodního toku se připravenost III. stupně týká dvou nebo i více Ředitelstev, koordinace ochrany se přesouvá do působnosti Celostátního technického řídicího štábu (OMIT) Celostátního generálního ředitelství pro vodní zdroje (OVF).

Tabulka 42: Předpokládaná doba překročení několika důležitějších ochranných stupňů, stanovená pro případ povodně té nejnepříznivější míry (96,30 mBf), která nastala v okolí elektrárny

Aditivní dunajská povodňová vlna, která by vznikla v případě protržení hráze přehrady v Dunacsúnyi-i při stavu úplného naplnění nádrže a kanálu pracovní vody v době nejkritičtější povodňové situace Dunaje, z hlediska povodňové ochrany nesnižuje bezpečnost areálu. Aditivní povodňová vlna překračuje hladinu vody povodňové ochrany I. st. (91,50 mBf) pouze na krátkou dobu, nedotkne se žádného objektu provozovny a nevyžaduje žádná opatření.

V případě extrémních (vracejících se po 20 000 rocích) povodňových jevů jsme úsek 1500-1530 říční km Dunaje zkoumali pomocí modelu 2D. Jako havarijní případ jsme projednávali v rámci směrodatné situace pro rok 2032 v souvislosti s vyčerpáním dunajské vody a jejím zpětným vypouštěním pod vlivem částečného ucpání hlavního koryta a sesuvy zeminy v nevhodném místě (pod teplovodním kanálem).

Hydrodynamické modelové průzkumy poruch provozu, nehod a havárií vyžadují prozkoumání delšího úseku Dunaje, a proto jsme k tomu použili hydrodynamický model 1D.

VLIV PORUCH KONSTRUKCÍ NA REGULACI VODY NA STRANĚ HORNÍHO POVODÍ

Jako nejhorší případ jsme zkoumali povodňovou vlnu z roku 1965, transformovanou na vrcholný průtok vody o 14 000 m³/s, která v úseku Dunaje pod Bratislavou zůstávala mezi hrázemi povodňové ochrany. V areálu JE Paks ani pod vlivem výše zmíněného extrémního zatížení velkou vodou nevznikla vyšší hladina vody, než úroveň záplavy dosahující koruny ochranné hráze (96,30 mBf) na pravém břehu Dunaje.

PRŮZKUM VLIVŮ SESUVU VYSOKÉHO BŘEHU VYVOLÁVAJÍCÍHO ZMĚNY KORYTA DUNAJE

Při modelové studii jsme pozorovali sesuv půdy na dvou místech, jeden nad JE Paks, druhý u obce Dunaszekcső. Předpokládali jsme na obou místech sesuv vyvolávající ucpání koryta velkého rozsahu, v délce cca. 1 000 m, jako směrodatné místo jsme zvolili Budapešť, kde jsme stimulovali povodňovou vlnu z roku 1926, transformovanou na 12 200 m³/s. V obou případech jsme konstatovali, že vlivy předpokládaných sesuvů půdy nejsou významné, v případě sesuvu

nad Paksem max. hladiny vody se snižují o 5 cm, a v případě sesuvu u obce Dunaszekcső se vodní hladina při kulminaci zvyšuje o 13 cm.

PROGNOSTIKA TVORBY LEDOVÝCH ŠPUNTŮ A PRŮZKUM JEJICH PŮSOBENÍ NA VELKOU VODU POUŽITÍM MODELU PROUDĚNÍ VODY

Cílem je, aby průzkum definoval míru ohrožení okolí JE Paks velkou vodou pod vlivem ledové zátky pod elektrárnou v situaci, která by nastala po zvýšení vodní hladiny vyvolaném tvorbou ledové zátky nebo zátarasu z ker, či v situaci posouzené jako nejkritičtější velká ledová voda (což obecně nastává v období malého či středního průtoku vody v zimě).

Nehledě na současné tendence klimatických změn, jsme během našich průzkumů vycházeli ze směrodatné ledové situace (zátarasy z ker) roku 1965, proto kromě stavu vody ledové povodně jsme pod teplovodním kanálem dle dřívějších zkušeností generovali zátaras z ker délky cca. 5 km, a to navzdory necitlivosti plynoucí z vlastností koryty tohoto úseku Dunaje vůči sklonu stagnace ledu.

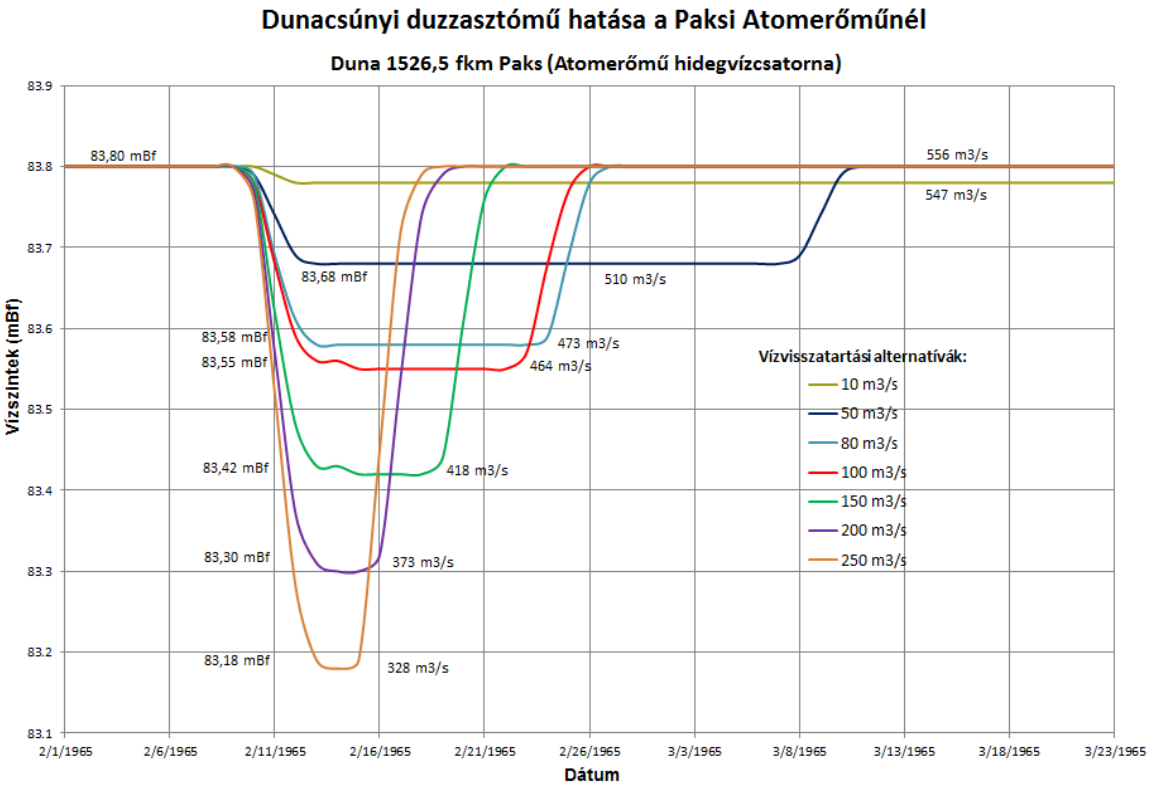
Výsledkem hydraulického průzkumu bylo, že velké hladiny ledové vody, které se posoudily, jako ty nejkritičtější v okolí JE Paks se shodovaly s úrovní koruny protipovodňového objektu (95,90 mBf). Na základě dřívějších zkušeností a hydraulických zkoušek se dá konstatovat, že trvání ledové pokrývky nepříznivě velké míry jsou pouhé 2-3 dny, a poté se zátaras z ker zhroutí. Se zaplavením okolí JE Paks z důvodu ledových povodní není třeba počítat.

K poslední vážné ledové povodni došlo v roce 1956. Se zaplavením okolí JE Paks z důvodu ledových povodní se dá počítat s velmi malou pravděpodobností, a to také díky klimatickým změnám, provozováním přehrad v horním povodí a možnosti zásahu flotily ledoborců. Flotilu ledoborců provozují organizace vodního hospodářství (OVF a VIZIG) ; dunajská flotila se skládá z 9 lodí.

12.2.6.2 Vliv extrémních přírodních a umělých podmínek na bezpečnost čerpání chladicí vody při extrémně nízké vodní hladině Dunaje

VLIV POŠKOZENÍ NEBO NESTANDARTNÍHO PROVOZU UMĚLÉ STAVBY NA REGULACI HLADINY HORNÍHO POVODÍ

V době nestandartního provozu (zadržení vody v nádrži) přehrady v Dunacsúny-i z důvodu extrémně nízké vodní hladiny v Dunaji se tvoří klesající vlny a nesou se směrem toku Dunaje. Klesající vlny vypočítané pomocí 1D modelu proudění demonstrujeme níže.



Obr. 67: Vliv zadržení vody na bezpečnost čerpání vody JE Paks v době nízké hladiny vody u přehrady v Dunacsúnyi / Gabčikovo s možným opakováním 1x po 20 000 letech (Dunaj, 1526,5 řkm)

Dunacsúnyi duzzasztómü hatása a Paksi Atomerömünél	Vliv přehrady v Dunacsúny-i u JE Paks
Vízszlntek	Hladiny vody
Dátum	Datum
Vízvisszatartási alternatívák	Alternativy zadržení vody

Hladiny provozní a bezpečnostní čerpání vody v nádrži stávajícího umělého objektu se rýsují následovně:

- Kritická hladina čerpání vody pro čerpadla provozní chladicí vody (chladicí voda kondenzátoru) : 83,60 mBf; na vodočtu nádrže: 83,60 mBf, v úseku 1526,5 řkm Dunaje: 83,71 mBf (u vodočtu Dunaje 1531,3 řkm u Paks-e: 83,98 mBf).
- V případě extrémně a trvale nízkého průtoku vody Dunaje 556 m³/s (opakujícího se cca 1x za 20 000 let) z hlediska provozního čerpání vody může nastat kritická hladina v přehradě Gabčikovo při zadržení vody nad ~50 m³/s.
- Kritická hladina čerpání vody pro čerpadla bezpečnostní chladicí vody: 83,50 mBf; na vodočtu nádrže: 83,50 mBf, v úseku 1526,5 řkm Dunaje: 83,61 mBf (u vodočtu Dunaje 1531,3 řkm u Paks-e: 83,88 mBf).
- V případě extrémně a trvale nízkého průtoku vody Dunaje 556 m³/s (opakujícího se cca 1x za 20 000 let) z hlediska bezpečnostního čerpání vody může nastat kritická hladina v přehradě Gabčikovo při zadržení vody nad ~70 m³/s.

PŮSOBENÍ SITUACE NÁSLEDKEM ZÁTARASU Z KER A LEDOVÉ ZÁTKY

Cílem průzkumu je, abychom za účelem charakteristiky bezpečnosti čerpání chladicí vody definovali, do jaké míry se dotýká elektrárny extrémně nízká hladina ledové vody pod vlivem ledové zátky nad místem čerpání vody.

Ledová zátka je nejextrémnější variantou ledového zátarasu, který uzavře celý průřez vodního toku. V takovém případě (alespoň teoreticky) proudění se na nějaký čas zastaví a průtok vody se sníží na nulu. Tento stav přetrvává, dokud hladina vody, nahromaděné v úseku řeky nad ledovou zátkou, dosáhne úrovně její koruny a přelije se přes zátaras. Poté se průtok vody v úseku dolního povodí postupně zvyšuje a dosáhne výchozího průtoku.

Modelové počty jsme provedli na dvě výšky ledového zátarasu. V prvním případě to byl zátaras výšky 15,34 m (úroveň koruny 93,0 mBf), který úplně uzavřel hlavní koryto, a to od nejnižšího bodu po okraj břehu hlavního koryta. Ve druhém případě jsme volili menší a reálnější rozměr zátarasu, který však i tak má výšku 10,34 m (úroveň koruny 88,0 mBf).

Oba výpočty jsme provedli na extrémně malý průtok o 544 m³/s (1580,6 řkm Dunaje, vodočet Dunaújváros) při hladině vody 84,24 mBf, což se vyskytuje 1x za 20 000 let. Výpočty před tím ohledně kritické nízké hladiny prováděla po mimořádně nízké hladiny vody v roce 1983 org. VITUKI */Výzkumný ústav ochrany ŽP a vodního hospodářství, nezisková org. , s. r. o.),* a to nad dunajskou ústí kanálu studené vody při předpokladu vzniku ledového zátarasu. (VITUKI, 1985.)

S přihlédnutím na bezpečnost jsme během našich výzkumů nebrali v úvahu vliv průtoků, proudících z podpovrchových vod k Dunaji (vliv na zvýšení hladiny). Ze stejného důvodu jsme také upustili od toho, že po vzniku ledového zátarasu lze příslušnými opatřeními jeho působení rychleji zmírnit (ledoborce, odstřelení).

Ohledně vlivů poklesu vody, vyvolaného ledovými zátarasy odlišných úrovní koruny, jsme zjistili vážné změny. V případě zátarasu s úrovní koruny 93,0 mBf, je nutno počítat s délkou Δt = 60 hodin snížení vodní hladiny. V případě ledové zátky nižší, s úrovní koruny 88,0 mBf, doba hladiny nižší, než permanentní nízká hladina se snížila na Δt = 40 hodin.

Zásobení chladicí vodou ve větší míře může ovlivnit jen jedna ledová zátka, tvořící se přímo nad kanálem chladicí vody, i to však pouze v případě extrémně nízké vodní hladiny Dunaje. Na takovou událost však je možno s velkou jistotou připravit. Mezi ledovou povodní a ztuhnutím ledu musí uběhnout třeba až 10-15 velmi studených dnů (denní průměrná teplota: pod -10 C°). Pokud k tomu dochází při extrémně nízkém průtoku, opakujícího se 1x za 20. 000 let (544 m³/s), tomu muselo předcházet období až několik měsíců bez jakýchkoliv srážek.

V maďarském úseku Dunaje ochranu proti ledu poskytuje také flotila ledoborců. Kdyby došlo k výše uvedené nečekané situaci, díky ledoborcům by bylo možno předejít tvorbě ledové zátky.

Ještě dodáme, že poté, co se postavily přehrada v Dunacsúny-i a Elektrárna v Gabčíkově, na horním Dunaji tvorba ledu vychází od „nuly“. Led, který se tvoří v horním úseku v Rakousku a na Slovensku, zadrží vodní nádrž Hrušov, a proto pod elektrárnou/přehradou protéká voda bez ledu. Tvorba ledu tedy začíná znovu pod elektrárnou, musí to však znamenat velmi chladné období (nemáme zatím zkušenost jak chladné), na jehož konci by vznikl tolik ledu a tak silný, že by to vedlo k tvorbě zátarasu nebo ledové zátky.

V případě dočasné ztráty chladicí vody, kdy již není možné zajistit vodní hladinu (na vodočtu nádrže) 83,60 mBf u čerpadel provozních a 83,50 mBf u bezpečnostních, dále se v Dunaji tvoří vodní hladina v blízkosti dna koryta kanálu chladicí vody (81,0 - 81,5 mBf), vodním zdrojem pro bezpečnostní chlazení mohou být vodní útvar Dunaje a vodní zdroje instalované na Dunaji, jímající vodu z břehové infiltrace“. Schopnost čerpat ze studně jímající vodu z břehové infiltrace se citelně nesníží ani při mimořádně nízké vodní hladiny Dunaje po dobu 3-4 dnů extrémní situace, neboť se nádrže podzemních vod v takových situacích ze strany pozadí rychleji doplňují. Vyprazdňování a doplňování nádrží podzemních vod je podstatně pomalejší proces, což neovlivňuje pouze Dunaj.

VYHODNOCENÍ PŮSOBENÍ SESUVŮ NÁBŘEŽNÍCH ZDÍ

Navzdory tomu že šanci na sesuv se dá téměř vyloučit, při modelování jsme zkoumali sesuv na jednom místě, a to nad místem, kde JE Paks vodu vyčerpává. Předpokládali jsme sesuv v délce cca. 1000 m, který působí ucpání koryty Dunaje, a simulovali jsme směrodatný stav Dunaje odpovídající extrémně nízkému průtoku 579 m³/s (nízký průtok vody, opakující se 1x za 20 000 let, u vodočtu Dombor, 1506,8 řkm Dunaje). Zjistili jsme, že působení předpokládaného sesuvu půdy nejsou významné, během sesuvu dochází k poklesu hladiny vody cca. o jeden (1) cm, zatímco nad tímto místem, asi o 30 cm dál se hladina vody zvyšuje, která se o cca. 15 km výš úplně vyrovnává původnímu povrchu vody.

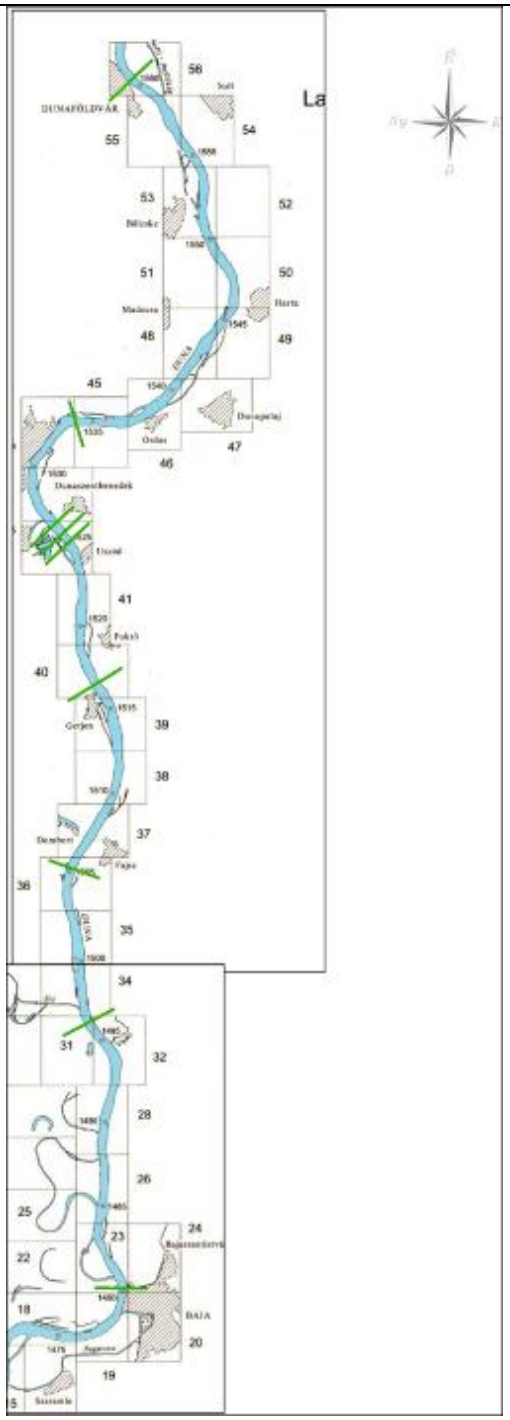
Vliv sesuvů a stržení nábřežní zdi mimořádného rozsahu na bezpečnost čerpání chladicí vody z Dunaje tedy je nepatrný a dočasný, neboť se materiál prouděním vody průběžně eroduje a unáší.

12.3 PŘEDPOKLÁDANÝ VLIV UKONČENÍČINNOSTI V ELEKTRÁRNĚ PAKS II.

Vlivy, které se dají předpokládat po ukončení činnosti Paks II, odpadají na rozdíl od vlivů stavby a provozování. Podrobnější analýza je možná na základě plánů (plánovaná opatření a jejich harmonogram) ohledně ukončení činnosti provozovny.

13 PRŮZKUM KVALITY VODY V DUNAJIA JNÝCH POVRCHOVÝCH VOD PODLE RÁMCOVÉ SMĚRNICE EU

V úsecích Dunaje mezi 1560,6 a 1481,5 řkm a na jiných, s Dunajem přímo či nepřímo souvisejících vodních tělesech jsme v rámci Posouzení vlivu na ŽP (PVŽP) stavby a provozování Paks II. během roků 2012 a 2013 provedli úspěšný průzkum a vyhodnocení podle Rámcové směrnice EU ohledně politiky vod (RSV).



Obr. 68: Přehledný dispoziční plán zkoumaných úseků Dunaje v letech 2012 a 2013

Cílem průzkumu je posouzení vlivu stavby, provozu a ukončení činnosti bloku Paks II na ŽP během investiční stavby, a definice vlivu podle zmíněné Rámcové směrnice EU.

V souladu s tímto základním požadavkem jsme plán průzkumu vytvořili tak, aby byly zohledněny a navzájem v souladu níže uvedené:

(1) ustanovení Nařízení vlády č. 314/2005. (XII. 25.) o povolovacím řízení posouzení vlivu na ŽP a jednotném užívání ŽP,

(2) Rámcová směrnice EU ohledně politiky vod č. 2000/60/ES, Celostátní plán povodí Maďarska a jeho systém kritérií ohledně monitorování,

(3) předpisy Nař. Ministerstva ŽP a vodního hosp. č. 31/2004 (XII. 30.) ohl. jednotlivých pravidel monitorování a posouzení stavu povrchových vod, dále

(4) výsledky průzkumů prováděných v této oblasti dříve,

(5) úřední stanovisko Inspektorátu ochr. ŽP a ochr. přírody jižního Zadunají č. 8588-32/2012,

(6) zvážení zásad a praktického provedení monitoringu zkoumaných biologických prvků.

13.1 TUDIE VÝCHOZÍHO STAVU

V rámci průzkumů let 2012 a 2013 byla provedena analýza níže uvedených fyzických a chemických komponentů.

Komponenty	Měrná jednotka	Zařazení vody z hlediska kvality podle RSV
pH		Stav acidifikace
Vodící schopnost	µS/cm	Obsah solí
Rozpuštěný kyslík	mg/l	Hospodaření kyslíkem
Saturace kyslíkem	%	Hospodaření kyslíkem
BOI_5	mg/l	Hospodaření kyslíkem
KOI_k	mg/l	Hospodaření kyslíkem
Amonium-N (NH_{4+}-N	mg/l	Živiny rostlinného původu
Dusitany-N (NO2--N)	mg/l	Živiny rostlinného původu
Dusičnany-N (NO_{3-}-N)	mg/l	Živiny rostlinného původu
Všechny N	mg/l	Živiny rostlinného původu
Ortho-foszfát (PO_4-P)	µg/l	Živiny rostlinného původu
Všechen fosfor	µg/l	Živiny rostlinného původu
Cd	µg/l	Kovy
Hg	µg/l	Kovy
Ni	µg/l	Kovy
Pb	µg/l	Kovy
As	µg/l	Specifické znečišťující látky (nebezpečné chemické prvky)
Zn	µg/l	Specifické znečišťující látky (nebezpečné chemické prvky)
Cr	µg/l	Specifické znečišťující látky (nebezpečné chemické prvky)
Cu	µg/l	Specifické znečišťující látky (nebezpečné chemické prvky)
TPH	µg/l	
Teplota vody	^{0}C	
Nerozpuštěné látky	mg/l	
Zásaditost celkem	mmol/l	
Dusičnany (NO_{3-})	mg/l	
Dusitany (NO_{2-})	mg/l	
Ortho-fosfát	µg/l	
Amonium (NH_{4+})	mg/l	
Kyanidy celkem	mg/l	

Tabulka 43: Seznam fyzických a chemických prvků vody Dunaje, včetně skupin kvality vody dle RSV

U daných komponentů jsme uvedli jejich zařazení do skupiny kvality vody podle RSV. V našich průzkumech dříve jsme vyhodnocovali nejen dle hledisek RSV, a proto ve výsledcích se vyskytují i takové prvky, které podle Nařízení nejsou zařazeny do skupin kvality vody.

Z biologických prvků jsme podrobili zkoumání všechny skupiny živočichů uvedených v ust. Rámcové směrnice EU (č. 2000/60/ES) a ust. Předpisů Nař. Ministerstva ŽP a vodního hosp. č. 31/2004 (XII. 30.) ohl. jednotlivých pravidel monitorování a posouzení stavu povrchových vod – fytoplanktony (FP) ; fytobentony (FB) ; makrofyta (MF) ; makroskopické vodní bezobratlí (MVB) ; ryby.

V tabulce níže vytvořené uvádíme dané úseky Dunaje, v nichž jsme v letech 2012-2013 prováděli výzkum v rámci programu (PR) a zpracovali výsledky kvality vody páteřní sítě (KPS).

Poř.	Název úseku	říční km	Číslo úseku	Zkoumaný rok	Počet	Poznámka
1	Dunaföldvár (silniční most) *	1560. 6	0	2013	2	***Vzdálený úsek Dunaje v horním povodí*** **Výzkumy PR+KPS**
2	Paks (komp)	1534,0	1	2012	12	***Blízký úsek Dunaje v horním povodí*** **Výzkumy PR**
3	Paks teplovodní kanál	1526,0	2	2012	12	***Přímé vlivy - úsek dolního povodí*** **Výzkumy PR**
4	Nagysarkantyú	1525. 3	3	2012	12	***Přímé vlivy - úsek dolního povodí*** **Výzkumy PR**

5	Uszód	1524. 7	4	2012	12	***Přímé vlivy - úsek dolního povodí*** **Výzkumy PR**
6	Gerjen-Foktő	1516,0	5	2012	12	***Přímé vlivy - úsek dolního povodí*** **Výzkumy PR**
7	Fadd-Dombori*	1506. 8	6	2013	6	***Vzdálený úsek v horním povodí*** **Výzkumy PR+KPS**
8	Sió-Dél (Gemenc)	1496,0	7	2013	6	***Vzdálený úsek v horním povodí*** **Výzkumy PR**
9	Baja (silniční most)	1481. 5	8	2013	2	***Vzdálený úsek v horním povodí*** **Výzkumy PR**

Tabulka 44: Zkoumané úseky Dunaje a jiné charakteristiky

Lokalitu, zkoumanou z hlediska biologických prvků v devíti úsecích Dunaje mezi 1560,6 a 1481,5 řkm jsme rozdělili na úsek horního povodí (Dunaföldvár, Paks komp), na úsek dolního povodí (vyústění teplé vody, Nagysarkantyú, Uszód), na úsek střední vzdálenosti (Gerjen, Dombori), a na vzdálený úsek dolního povodí (Sió-jih, Gemenc).

Počet míst odebrání vzorků v jednotlivých úsecích, u fytoplanktonů tři (pravý břeh, střední, levý břeh), a v případě ost. skupin živočichů dva (pravý břeh, levý břeh). Zkoumaný úsek Dunaje patří k vodnímu útvaru s názvem „Úsek Dunaje Szob-Baja", s označením HURWAEP444. Tento úsek Dunaje je navíc součást lokality SCI NATURA 2000 s názvem „HUDD20023 Tolnai Duna". Podél Dunaje jsme zkoumali 2 úseky lokality „Faddi-Holt-Duna" (HULWAIH066), dále 1 úsek rybníku pro sportovní rybolov v obci Paks (Paksi Horgásztó) a 1 úsek nádrže Kondor (Kondor-tó) (HULWAIH005), pak 2 úseky lokality „Tolnai-Északi-Holt-Duna" (HULWAIH136) a nakonec 1 úsek kanálu Sió (Sió-csatorna) (HURWAEP959).

Odebrání vzorků jsme provedli v r. 2012, dále za účelem rozšíření lokalit na úsecích střední vzdálenosti a vzdálených úsecích dolního povodí, a také v lokalitě „Tolnai-Északi-Holt-Duna" a kanálu Sió (Sió-csatorna). Metoda odebrání vzorků byla dle požadavků RSV u všech skupin živočichů, tedy kvantitativní. Také posouzení vodních těles proběhlo dle kritérií RSV. U těch typů vodních útvarů, kde žádná přijatá hodnotící metoda není k dispozici, jsme provedli posouzení individuální, dle kritérií RSV. Takové je posouzení stojatých vod v případě makrozoobentonu na základě bodového systému rodin, rozšířeného v mezinárodní literatuře, dále posouzení stojatých vod z hlediska ryb na základě metody, vyskytující se též v Plánu povodí (Halasi-Kovács et al 2009).

13.1.1 VYHODNOCENÍ CELOSTÁTNÍCH ARCHIVNÍCH DAT, VZTAHUJÍCÍCH SE NA ZKOUMANÝ ÚSEK DUNAJE

13.1.1.1 Fyzikální a chemické veličiny

Zkoumaný úsek Dunaje, který se rozprostírá takto: 34 km na sever od polohy JE Paks na Dunaji - to je úsek horního povodí, a cca. 45 km na jih - to je úsek dolního povodí. Do tohoto úseku spadají dva úseky páteřní sítě, stanice Dunaföldvár a Fajsz. Posouzení zmíněného dunajského úseku dle kritérií RSV jsme charakterizovali a provedli zpracováním archivních údajů chemického složení vody, vztahujících se na období 2007-2011 (Fajsz - 2012).

Zpracování výsledků průzkumu metodou lineárního posouzení trendů poskytuje základ pro výzkum změn chemických komponentů vody z hlediska času, které lze předpokládat po zvýšení teploty vody Dunaje.

V rámci pozorování změn jako následek zvýšení teploty vody zkoumáme níže uvedené skupiny komponentů.

Stav acidifikace: pH

Obsah solí: Vodící schopnost

Charakteristika hospodaření kyslíkem: Rozpuštěný kyslík, Saturace kyslíkem BOI5, KOIk, Amonium (NH4+-N), Dusitany-N (NO2--N)

Živiny rostlinného původu: Dusičnany-N (NO3 -N), dusík celkem, Fosfor celkem, Ortho-foszfát (PO_4^{3}-P),

Kovy: Cd, Hg, Ni, Pb

Specifické znečišťující látky (nebezpečné chemické prvky) : Zn, Cu, Cr, As

POSOUZENÍ ÚSEKU DUNAJE DUNAFÖLDVÁR-FAJSZ NA ZÁKLADĚ ARCHIVNÍCH ÚDAJŮ PODLE RSV

Posouzení daného úseku Dunaje (1560. 6-1507. 6 řkm) v období 2007-2011, dále v případě obce Fajsz do roku 2012 jsme provedli na základě průměrných hodnot zjištěných dat.

K hodnocení archivních údajů jsme přiložili posouzení fyzikálních a chemických prvků vodního útvaru HURWAEP444 úseku Dunaj Szob-Baja (typ 24.) z tabulky ohl. posouzení celostátního stavu podle systému mezních hodnot RSV, které bylo provedené v r. 2007 a nachází se v přílohách VGT-k 5_1. V této tabulce jsme pro informaci zveřejnili také posouzení ve vztahu vodního útvaru HURWAEP445 úseku Dunaj Baja-Hercegszántó.

Stav **acidifikace**, na základě časového průměru výsledků, jsme posoudili jako **stav dobrý**.

Obsah solí, na základě časového průměru výsledků, jsme posoudili jako **stav výborný**.

Průměr hodnot stavu **hospodaření kyslíkem** je 4,5. Na základě hodnocení RSV posuzujeme jako **stav dobrý.**

Průměr hodnot stavu **živin** rostlinného původu je 4,2. Na základě metodiky hodnocení RSV posuzujeme jako **stav dobrý.**

Průměr hodnot stavu kovů je 4,5. Na základě metodiky hodnocení RSV posuzujeme jako **stav dobrý.**

Stav úseku Dunaje Dunaföldvár-Fajsz, na základě zjištěných údajů o kvalitě vody s ohledem na období 2007-2011 (2012), z ekologického hlediska posuzujeme jako dobrý, a z hlediska specifických znečišťujících látek (nebezpečných chemických prvků) jako odpovídající. Posouzení skupin fyzikálních a chemických prvků vodního tělesa v úseku Dunaje Baja-Hercegszántó se shoduje s posouzením úseku Dunaje Dunaföldvár-Fajsz.

Tato kvalifikace **(kromě acidifikace - stav dobrý)** se shoduje s výsledkem hodnocení stavu vodních těles podle systému mezních hodnot RSV, provedeného v r. 2010, který se nachází v příloze VGT 5_1, a který jsme uvedli v tabulce č. 46.

	Kód místa odebrání vzorků		101180039		101178210		101178933		101179653		101178232		Dle VKI
	Místo monitoringu		**Dunaföldvár**						**Fajsz**		**Hercegszántó**		**Skupiny kvality vody**
			Levý břeh		**Línie proudu**		**Pravý břeh**						
	Číslo úseku řkm Dunaje		**1560. 6fkm**		**1560. 6fkm**		**1560. 6fkm**		**1507. 6fkm**		**1433. 0fkm**		
KAJ	**Parametry kvality vody**		db	átlag	db	átlag	db	átlag	db	átlag	db	átlag	
156075	pH (labor. měření)		97	**8. 2**	97	**8. 2**	97	**8. 2**	87	**8. 3**	140	**8. 3**	**Acidifikace**
155201	Chlorid (Cl^-)	mg/l	86	**23. 7**	86	**24. 1**	86	**24. 4**	49	**22. 7**	121	**22. 9**	**Obsah solí**
159469	Vodící schopnost	µS/cm	97	**405**	97	**414**	97	**424**	87	**403**	140	**405**	**Obsah solí**
158420	Kyslík (rozpuštěný) (O_2)	mg/l	97	**10. 0**	97	**10. 0**	97	**9. 8**	75	**10. 1**	140	**10. 0**	**Hospodaření kyslíkem**
159487	Rozpuštěný kyslík (% nasycení kyslíku)	%	97	**91. 9**	97	**91. 9**	97	**90. 5**	75	**95. 0**	140	**93. 8**	**Hospodaření kyslíkem**
158970	Biochem. potřeba kyslíku (BOI_5)	mg/l	97	**2. 7**	97	**2. 7**	97	**2. 7**	75	**2. 7**	140	**2. 7**	**Hospodaření kyslíkem**
159001	Spotřeba kyslíku (KOI_d) původní	mg/l	97	**12. 0**	97	**11. 9**	97	**11. 9**	75	**11. 3**	140	**11. 4**	**Hospodaření kyslíkem**
156754	Amonium-dusitany-dusičnany (NH_{3-}, NH_4^--N)	mg/l	97	**0. 074**	97	**0. 064**	97	**0. 064**	75	**0. 072**	140	**0. 063**	**Živiny rostl. původu**
160551	Dusitany (NO_2-N)	mg/l	97	**0. 026**	97	**0. 020**	97	**0. 019**	75	**0. 017**	140	**0. 016**	**Živiny rostl. původu**
160560	Dusičnany (NO_3-N)	mg/l	97	**2. 0**	97	**2. 0**	97	**2. 0**	75	**1. 8**	140	**1. 9**	**Živiny rostl. původu**
159405	Celkový dusík (N)	mg/l	97	**2. 6**	96	**2. 7**	97	**2. 7**	87	**2. 4**	139	**2. 5**	**Živiny rostl. původu**
	Ortho-fosfát-P (PO_4-P)	µg/l	97	**57. 1**	97	**58. 0**	97	**53. 5**	75	**61. 6**	140	**47. 4**	**Živiny rostl. původu**
158154	Celkový fosfor (P)	mg/l	97	**0. 11**	97	**0. 11**	97	**0. 11**	87	**0. 11**	140	**0. 12**	**Živiny rostl. původu**
157601	Kadmium (rozpuštěný) (Cd)	µg/l	57	**0. 090**	56	**0. 060**	57	**0. 062**	22	**<0,05**	92	**0. 125**	**Kovy**
157472	Rtuť (rozpuštěná) (Hg)	µg/l	57	**0. 075**	56	**<0,05**	57	**0. 050**	23	**0. 063**	92	**0. 1**	**Kovy**
157885	Nikl (rozpuštěný) (Ni)	µg/l	57	**0. 7**	56	**0. 8**	57	**0. 7**	22	**0. 9**	92	**0. 8**	**Kovy**
158099	Olovo (rozpuštěné) (Pb)	µg/l	57	**1. 9**	56	**<0,5**	57	**<0,5**	24	**<0,5**	92	**4. 3**	**Kovy**
157665	Chlorofil-a	µg/l	96	**28. 0**	96	**27. 9**	96	**28. 3**	74	**28. 4**	140	**26. 4**	
120498	Arzén (As)	µg/l	6	**1. 8**	6	**1. 6**	6	**1. 6**	0		6	**1. 6**	**Specifické znečišťující látky (nebezpečné chemické**
157050	Zinek (rozpuštěný) (Zn)	µg/l	57	**4. 9**	56	**5. 5**	57	**4. 7**	25	**4. 4**	92	**6. 2**	**Specifické znečišťující látky (nebezpečné chemické**
120434	Chrómcelkem (Cr)	µg/l	6	**0. 6**	6	**0. 7**	6	**0. 5**	0		6	**0. 7**	**Specifické znečišťující látky (nebezpečné chemické**
156204	Měď (rozpuštěná) (Cu)	µg/l	57	**3. 7**	56	**1. 8**	57	**1. 7**	25	**1. 3**	92	**2. 1**	**Specifické znečišťující látky (nebezpečné chemické**

Tabulka 45: Průměrné hodnoty zjisštěných údajů páteřní sítě v obodbí 2007-2011, při posouzení dle kritérií RSV

Příloha VGT-5-1. 1. : Stav povrchových vodních těles–Ekologický stav vodních toků

PODJEDN.	KÓVIZIG	Kateg. vod. tělesa	vt-VOR	Název vod. těl.						
					Organické látky	**Žiiny**	**Obsah solí**	**Acidifikace**	**Stav fyzikálně-chemických prvků**	**Spolehlivost fyz. -chemického posouzení**
1-10	**3**	**přírodní**	**AEP44**	**úsek Szob-Baja**	**Stav dobrý**	**Stav dobrý**	**Stav výborný**	**Stav výborný**	**Stav dobrý**	**střední**

Tabulka 46: Posouzení stavu vodního tělesa HURWAEP444 DunajskýúsekSzob-Baja (typ 24.) dle RSV

13.1.1.2 Biologické prvky

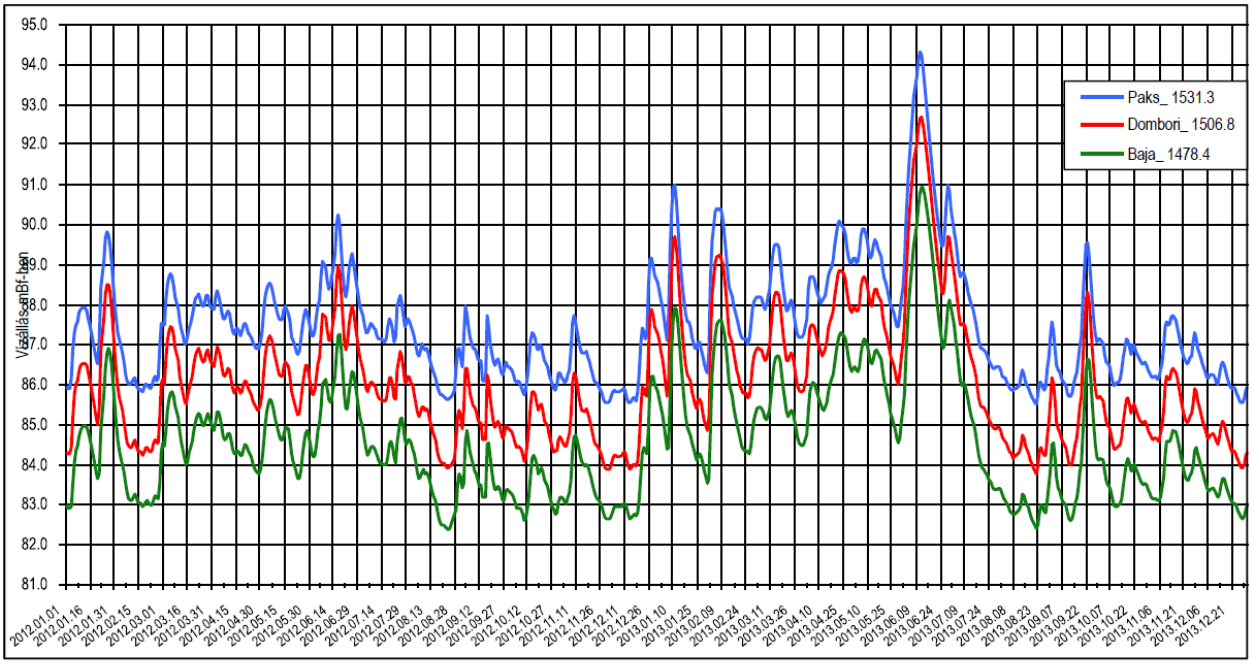
Kromě vyhodnocení výsledků zjištěných údajů jsme také sestavili a vyhodnotili archivní data ohledně zkoumaného úseku Dunaje mezi obcí Dunaföldvár-Baja. Na základě toho lze konstatovat:

- V daném úseku, a to hlavně v okolí JE Paks, za uplynulých 15 let se pravidelně prováděly hydrobiologické studie. Díky tomu máme k dispozici archivní údaje ohledně fytoplanktonů, fytobentonů, makrozoobentonů a společenství ryb. Dřívější studie o makrofytech se omezily na informace týkající se terestrických lokalit JE Paks.
- Souvislé archivní údaje, umožňující definovat kompletní stav ŽP dle Rámcové směrnice EU jsou k dispozici díky studiím prováděným v letech 2009-2010 (Kék Csermely Kft. 2010), zatímco s ohledem na jednotlivé skupiny živočichů jsou údaje odpovídající kritériím RSV k dispozici jen sporadicky.
- Posouzení výsledků průzkumu v období 2009-2010 z hlediska RSV naznačuje, že v úseku Dunaje u JE Paks stav FB je dobrý, FP přiměřený, MZB přiměřený, a stav společenství ryb je dobrý. Chceme-li následovat zásadu „jeden špatný, všechny špatné“, na základě výše uvedeného je stav ŽP Dunaje přiměřený. Posuzujeme-li stav daných úseků horního a dolního povodí dle kritérií RSV, není mezi nimi takový rozdíl, který by odůvodnil jejich řazení do různých tříd.
- Archivní data dokládají, že dunajský úsek mezi obcí Dunaföldvár-Baja s ozn. HURWAEP444 z hlediska ŽP je ve stavu přiměřeném. Kromě toho, údaje fytoplanktonů a ryb ukazují stav dobrý, zatímco údaje ohledně fytobentonů a makrozoobentonů stav přiměřený.
- Na základě Plánu povodí Dunaje je stav ŽP v celém úseku Dunaje naší vlasti přiměřený. Dá se to vysvětlit kvalitativními, ale také hydro-morfologickými příčinami. Dobrého ekologického stavu vodního tělesa v úseku Dunaje Szob-Baja s ozn. HURWAEP444 by se mělo dosáhnout podle plánů do r. 2027. (RSV 2010)
- Také máme k dispozici archivní údaje ohledně vlivu vypouštění chladicí vody v JE Paksi na Dunaj. Fyziologické studie vodních řas naznačují, že intenzita fotosyntézy vodních řas je v teplovodním kanálu nižší, než v kanálu chladicí vody, a tím se dokládá, že biomasa vodních řas se při proplouvání přes chladicí systém v malé míře poškozuje. Zároveň odebrání vzorků nedokládalo vliv vypouštění ani v případě fytoplanktonů (FP), ani fytobentonů (FB). Působení tepelného zatížení vypouštění chladicí vody do Dunaje na základě výsledků ekologických studií ohledně jemnějších MZB a společenství ryb, bylo prokazatelné v délce cca. 2 km (Halasi-Kovács 2005, Kék Csermely Kft. 2010) podél Dunaje. V důsledku výše uvedeného u MZB došlo hlavně k změnám kvalitativním, zatímco u společenství ryb kvantitativním.
- Od r. 2000 jsme také zkoumali údaje o užitkovosti úseku Dunaje u JE Paks z hlediska rybářství a sportovního rybaření. U obou kruhů bylo zřejmé postupné snížení úlovků. Toto snížení se v letech 2011 a 2012 zastavilo, a bylo patrné opět mírné zvyšování. Dá se říci, že značná nespolehlivost údajů kvůli malé lokalitě, dále významně odlišná struktura vysazení a výlovu ryb (Halasi-Kovács a Váradi 2012) ve srovnání s jinými velkými řekami je důvodem toho, že mezi provozem JE Paks a změnou množství užitkovosti dunajských ryb nelze vykázat žádnou souvislost.
- Zčásti z důvodu necelistvosti archivních údajů a nižší míry jejich spolehlivosti, a také důsledkem dostatečného množství a odpovídající kvality základních údajů průzkumů, prováděných v letech 2013-2013, které navíc poskytly, na rozdíl od dřívějších studií, naprosto koherentní řadu dat k provedení analýz - během průzkumu vlivu Paks II. na ŽP jsme sice závěry archivních dat snažili zohlednit, k našim analýzám jsme však využili výhradně výsledky průzkumů, prováděných v letech 2012-2013. Výsledky odebrání vzorků v období 2009-2010 jsme během posouzení využili jako kontrolní údaje.

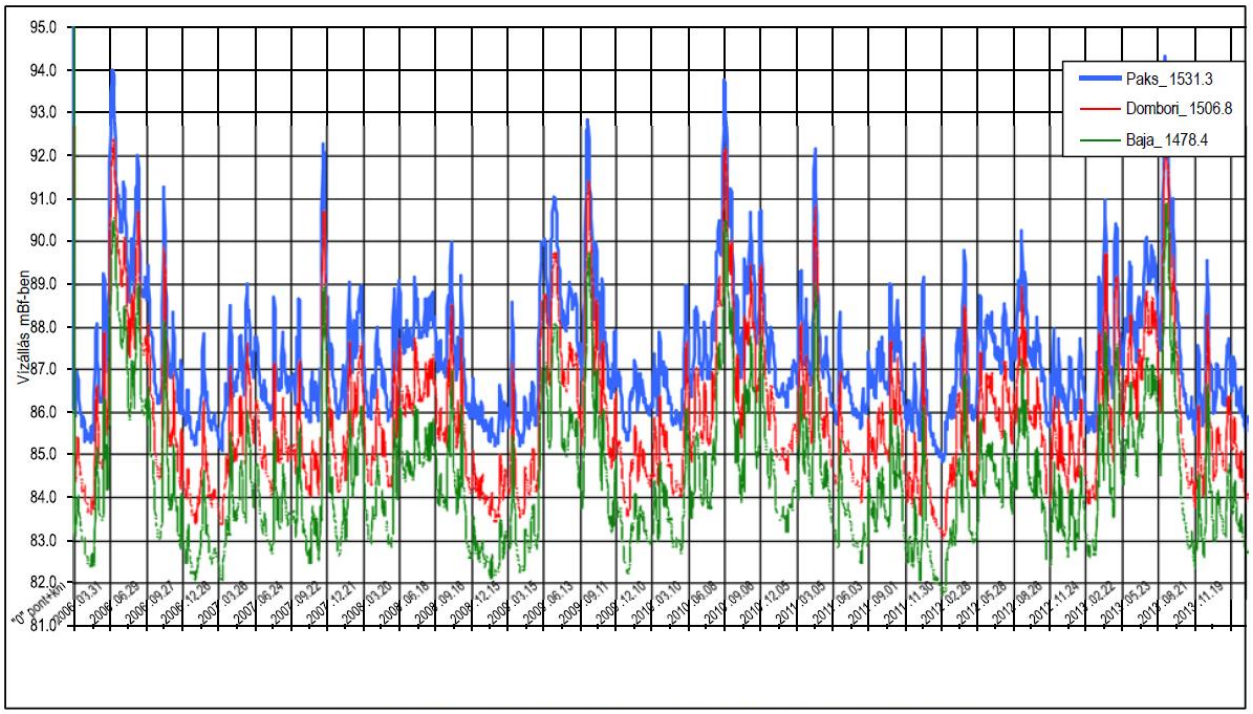
13.1.2 STAV ZKOUMANÉHO ÚSEKU DUNAJE (1560. 6 ŘKM-1481. 5 ŘKM)

Parametry zkoumaného úseku Dunaje jsme určili na základě archivních údajů z období 2006-2011 a našich průzkumů prováděných v r. 2012-2013. Hydrologické vlastnosti uvádíme na obrázcích níže.

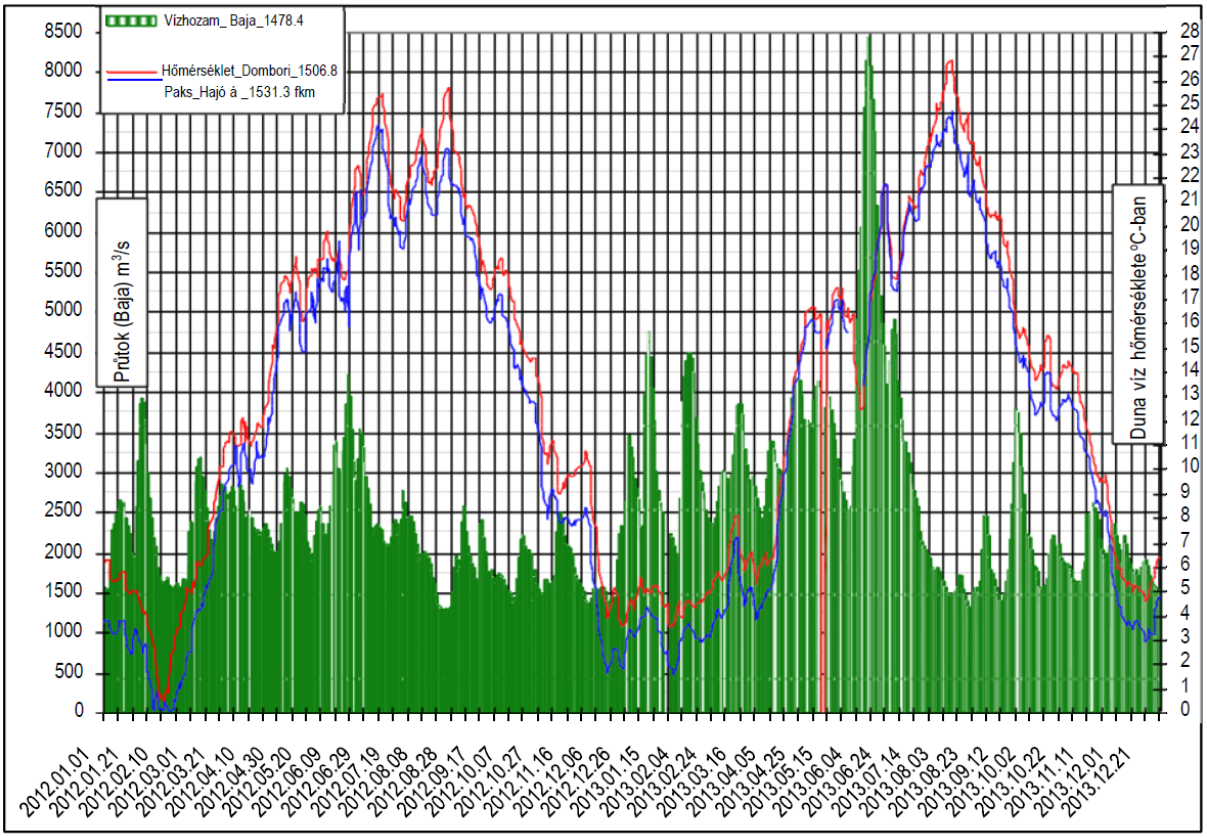
Zařazení jsme provedli na základě limitních hodnot RSV, vztahujících se na vodu Dunaje.



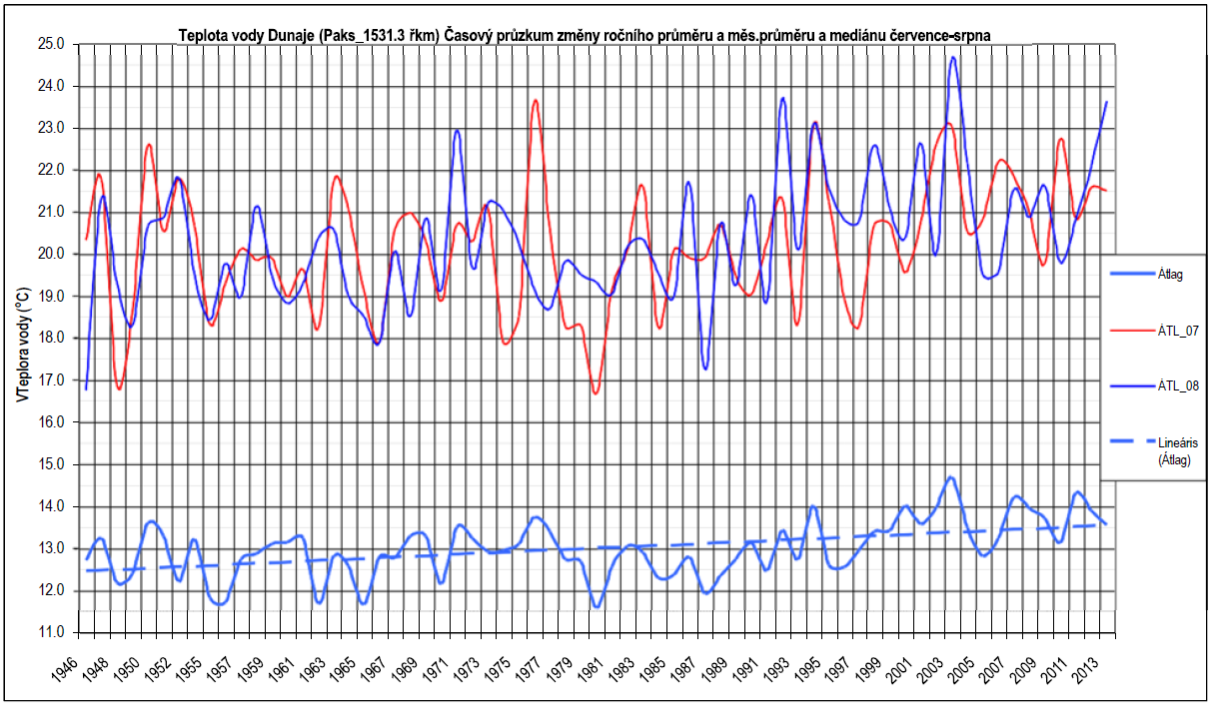
Obr. 69: Tok Dunaje (Paks-Dombori-Baja) v období 2006-2013



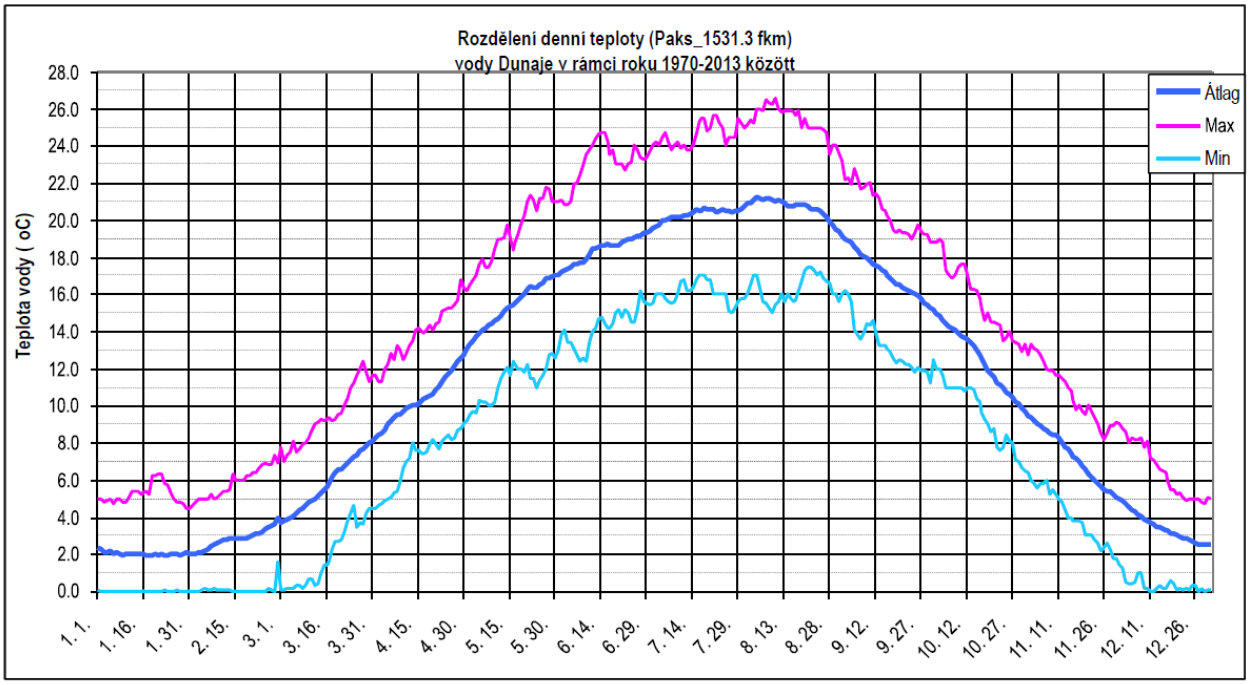
Obr. 70: Tok Dunaje (Paks-Dombori-Baja) v období 2012-2013



Obr. 71: Změna průtoku vody Dunaje a změna teploty vody (Paks-Dombori-Baja) v období 2012-2013



Obr. 72: Časový průzkum změny ročního průměru teploty vody Dunaje (Paks) v období 1970-2013



Obr. 73: Průzkum rozložení denní teploty vody Dunaje (Paks) v rámci jednoho roku mezi 1970-2013

HODNOCENÍ ÚSEKU HORNÍHO POVODÍ DUNAJE

Dunaföldvár	1560. 6 fkm	**stav dobrý**
Pakskomp	1533. 5 fkm	**stav dobrý**

Tabulka 47: Hodnocení horního povodí Dunaje dle fyzikálně-chemických parametrů (1560. 6-1533. 5řkm) RSV

Úsek Dunaje (HURWAEP444 VÍZTEST) 1560,6-1533,5 řkm na základě výsledků hodnocení fyzikálně-chemických vlastností dle RSV je posouzen jako v dobrém stavu.

Komponenty biomasy fytoplanktonů v úseku horního povodí v největší míře patří do řádu Centrales a nazývají se jako rozsivky. Koncentrace biomasy a chlorofylu jednotek odebraných vzorků dokonce i ve stejném období vykazují značnější odchylky. Výsledky odebraných vzorků v letech 2012-2013 naznačují, že ve stejném období roku 2012 byly charakteristické vyšší hodnoty biomasy. U odchylek mezi jednotlivými roky zároveň v daných obdobích se registrovaly o hodně větší změny. To zároveň potvrzuje fakt, že výsledky vzorků odebraných ve dvou různých letech se navzájem posilují, a že poskytují spolehlivé údaje i s ohledem na delší časový horizont. Období, které vykazuje nejvyšší hodnoty biomasy, jsou měsíce březen a srpen, zatímco nejnižší hodnoty biomasy se vyskytují v září, říjnu a listopadu.

Na základě posouzení ekologického stavu vzorků úseku horního povodí lze konstatovat:

(1) Odchylky z hlediska různého zařazení se mohou vyskytnout mezi jednotlivými vzorky i v daném období jejich odebrání.

(2) Nejvyšší hodnota biomasy ve zkoumaných úsecích se standardně měří ve všech obdobích přímo v proudnici, tato odchylka však není takové míry, aby dala podle průřezu důvod ke změně z hlediska zařazení do tříd.

(3) Odchylka z hlediska různého zařazení se vykázala také mezi vzorky odebraných ve stejném období jednotlivých roků.

(4) Dynamiku biomasy FP za konkrétní období hodnoty hodnocení dobře odráží.

(5) Robustní, pětistupňová stupnice RSV je necitlivá na jemnější změny.

(6) Nejkritičtější stav z hlediska průzkumu vlivu znamená letní období. Stav ŽP úseku je dobrý.

Na základě výsledků studie fytobentonů se dá konstatovat, že (1) mezi vzorky na břehu levém a pravém se může i ve stejném období z hlediska zařazení do tříd vyskytnout odchylka. (2) V letním období odebrání vzorků, zkoumaný úsek u Dunaföldváru v r. 2013 vykazuje o jednu třídu slabší výsledek, než úsek Paks komp, zkoumaný v r. 2012, zatímcona podzim nebývá odchylka, zároveň však úsek u Dunaföldváru vykazuje celkově o něco lepší stav. (3) Hodnoty posouzení

úseku jsou v souladu s výsledky průzkumů prováděných v letech 2009-2010. Výše uvedená data, podobně jako údaje týkající se fytoplanktonů, dokládají, že stabilní výsledek poskytuje posouzení, které se vypracuje využitím průměrovaných hodnot co nejvíce dat. Robustní, pětistupňová stupnice RSV je také v případě tohoto taxonu necitlivá na jemnější změny. Stav ŽP úseku horního povodí na základě fytobentonů se dá posoudit jako přiměřený.

Během průzkumu v letním a podzimním období jsme v úseku horního povodí Dunaje identifikovali celkem 9 druhů. V úseku odebraných vzorků jsme mezi vzorky neobjevili chráněný druh. Z jednotlivých druhů některé jsou posuzovány jako exotické (jasan americký, astra kopinatá), jejichž výskyt velkého rozsahu naznačuje určitý zmatek lokality. Rostlinný druh této lokality, spadající do zařazení NATURA 2000 je bažinka plazivá (*Apium repens*). Tento druh se vyskytl v úseku odebrání vzorků. Výsledky co se týká vážnosti posudku z odborného hlediska nejsou příliš spolehlivé, neboť makrofyty tak jako i při současném odběru, podél řek se vyskytují jen v malém množství, proto ekologický stav definovaný na základě jejich hodnocení, je nejistý. Z toho plyne, že počet rostlinných druhů a jejich množství, vyskytující v úseku odebraných vzorků neumožnilo vypracování přesného posudku, jelikož nedosáhlo minimálních hodnot. Proto obdržené výsledky mají pouze informativní charakter. Vzhledem k těmto nejistým výsledkům a v zájmu posouzení vlivu na prostředí, jsme provedli s ohledem na celý dotčený úsek také přesnější analýzu dat. Stav ŽP úseku horního povodí na základě makrofytů se dá posoudit jako přiměřený.

Velká část během průzkumu objevených taxonú MZB je invazivní druh, cizí prvek, který se velmi zdatně a agresivně rozpíná. Můžeme z nich vyzvednout hromadně se vyskytující kamolep říční *(Lithoglyphus naticoides),* slávička mnohotvárná *(Dreissena polymorpha*), korbikula asijská (*Corbicula fluminea),* a z raků blešivec ježatý (*Dikerogammarus villosus).* Během odebrání vzorků se ojediněle objevil také chráněný druh vážky, klínatka žlutonohá (*Gomphus flavipes).* Charakteristický druh MZB pro lokalitu A HUDD20023 SCI, velevrub tupý (*Unio crassus)* se během odebrání vzorků nebyl k nalezení. Při posouzení stavu ŽP provedeném na základě HMMI (Hungarian Macroinvertebrate Multimetric Index), byla spatřena sezonální odchylka: hodnoty podzimních vzorků jsou nižší, ale zároveň to ohledně zařazení do tříd nepůsobilo rozdíl. Stav ŽP úseku horního povodí na základě společenství vodních makroskopických bezobratlí se dá posoudit jako přiměřený.

V průběhu letního a podzimního průzkumu jsme určili celkem 2 489 jedinců 28 druhů ve 4 vyznačených vzorových jednotkách v úseku Dunaje u Pakse. Z druhů, které se objevily v úseku odebraných vzorků, jsou čtyři chráněné, a to: hrouzek Vladykovův (*Romanogobio vladykovi),* hořavka hořká *(Rhodeus amarus),* ježdík dunajský *(Gymnocephalus baloni),* ježdík žlutý *(Gymnocephalus schraetser*), a dva druhy jsou přísně chráněny, a to: mihule ukrajinská (*Eudontomyzon mariae),* drsek větší *(Zingel zingel).* Z druhů, označených NATUROU 2000 se na úseku objevili mihule ukrajinská (*Eudontomyzon mariae),* bolen dravý *(Aspius aspius),* drsek větší (*Zingel zingel),* ježdík dunajský (*Gymnocephalus baloni) a* ježdík žlutý *(G. schraetser).* Na základě toho se dá konstatovat, že druhy ryb označené NATUROU 2000, jsou na úseku horního povodí vykazatelné. Z 28 druhů, které se vyskytly při odebrání vzorků, u 24 druhů se objevily plůdky. Znamená to, že 86 % druhů je přítomno v úseku ve stádiu potomstva, což naznačuje stabilitu populací. Výsledek průzkumu úseku Dunaje horního povodí dokládá, že rozmanitost chycených druhů vykazuje značnou podobnost s výsledky dřívějších průzkumů. Výsledky odebrání vzorků prováděných v letním a podzimním období, poskytují k posouzení kvality vody podle kritérií RSV relevantní údaj. Posouzení kvality vody při průzkumu společenství ryb v daném úseku jsme prováděli na základě metody EQIHRF, která je v Maďarsku respektována. Z hlediska výsledku posouzení považujeme za rozhodující letní výsledek. Ekologický stav úseku horního povodí, které není dotčeno vlivem teplé vody, je na základě průzkumu společenství ryb dobrý.

POSOUZENÍ ÚSEKU (1534-1516 ŘKM) DOLNÍHO POVODÍ DUNAJE

Teplovodní kanál Paks	**1526. 0 fkm**	**Stav dobrý**
Nagy sarkantyú	1525. 3 fkm	**Stav dobrý**
Uszod	1524. 8 fkm	**Stav dobrý**
Gerjen-Foktő	1516. 0 fkm	**Stav dobrý**

Tabulka 48: Posouzení fyzikálně-chemických parametrů úseku dolního povodí Dunaje podle RSV (1526-1516 řkm)

Úsek Dunaje (vodní útvar HURWAEP444) 1534-1516 řkm na základě výsledků hodnocení fyzikálně-chemických vlastností dle RSV je posouzen jako v dobrém stavu.

Odebrané vzorky fytoplanktonů vykazují v úseku dolního povodí z velké části podobný stav jak horního povodí.

(1) Komponenty biomasy fytoplanktonů v úseku blízkého dolního povodí ve všech obdobích jsou z řádu Centrales a nazývají se rozsivky.

(2) Hodnoty biomasy naznačují trend podle ročních období.

(3) Období, které vykazuje nejvyšší hodnoty biomasy, jsou měsíce březen a srpen, zatímco nejnižší hodnoty biomasy se vyskytly v měsících září a listopad.

Ekologický stav blízkého dolního povodí z hlediska fytoplanktonů je v březnu a červnu dobrý, zatímco v září a listopadu vykazuje stav výborný. V měsíci srpen je stav ŽP přiměřený. Fluktuace dle ročních období v úseku blízkého dolního povodí se v plném rozsahu shoduje s výsledky horního povodí. Také hodnoty, měřené v jednotlivých ročních obdobích, vč. celého období, se shodují s výsledky úseku horního povodí. Ekologický stav blízkého dolního povodí z hlediska fytoplanktonů je dobrý.

Ekologický stav úseku dolního povodí z hlediska fytobentonů byl v letním období střední, zatímco v období podzimním slabý. Mezi vzorky na straně pravé (dotčené vypouštěním teplé vody) a na straně levé (nedotčené) po každém odebrání vzorků jsme zjistili odchylku s rozdílem minimálně o jednu třídu. Hodnoty vzorků strany pravé, dotčené vypouštěním, tendenčně ukazují nižší hodnotu. Podobné výsledky vykazují vzorky odebrané na podzim v úseku „Paks komp“ horního povodí. Hodnota, posouzena jako nízká - přiměřená, je v souladu s výsledky průzkumů prováděných dříve, ve stejném období. Hodnota, kvalifikovaná jako průměrná, se shoduje s hodnotami úseku horního povodí. S ohledem na sumarizované údaje obou období jsme dostali průměrnou hodnotu, která odpovídá přiměřenému ekologickému stavu.

V průběhu letního a podzimního průzkumu v úseku blízkého dolního povodí jsme v šesti jednotkách vzorků určili celkem 51 druhů makrofyt. V úseku odebraných vzorků jsme mezi vzorky neobjevili chráněný druh. Podobně k hornímu povodí, i zde se hojně vyskytuje cizokrajný jasan americký a astra kopinatá, což naznačuje v lokalitě určitý zmatek. Indikační rostlinný druh oblasti ani v tomto úseku se nevyskytl. Výsledek posouzení blízkého dolního povodí se shoduje s výsledky úseku horního povodí. Na základě výsledků průzkumu z hlediska makrofyt, je ekologický stav úseku blízkého dolního povodí Dunaje přiměřený.

V šesti odebraných vzorcích na MZB jsme vykázali celkem 44 odlišných taxonů. Výsledky jsou podobné jako v případě horního povodí, značná část vykázaných taxonů MZB je invazivní druh. Z nich *Dikerogammarus villosus* se vyskytl ve zvýšené míře ve vzorku odebraném přímo pod výpustí chladicí vody na pravé (dotčené) straně. Velké množství prázdných mušlí (např. *Corbicula fluminea, Dreissena polymorpha, Sinanodonta woodiana)* na písečných terasech pod výpustí se dá spojit zásadně s prouděním. Na místech s pomalým prouděním se schránky, které voda unáší, usazují ve větší míře. Z chráněných druhů se vyskytly vážka *Gomphus flavipes* a druh šneku *Fagotia acicularis*. Podobně jako v případě úseku horního povodí, ani zde se nevyskytl velevrub tupý, indikační druh NATURY 2000. U několika druhů jsme zjistili, že se vyhýbají okolí výpusti teplé vody (např. *Lithoglyphus naticoides*, *Corophium curvispinum).* HMMI multimetrické ukazatelé, jaké se používají i v EU, jsou citlivé na obecnou degradaci, a proto pomocí indexu kvality, který je k dispozici, doložení výhradního vlivu tepelného znečišťování budí přinejmenším pochybnosti. Proto jsme provedli posouzení ekologického stavu také pomocí přesnější stupnice. Hodnoty se zároveň shodují s výsledkem posouzení v úseku horního povodí. Stav ŽP úseku blízkého dolního povodí, dotčeného teplou vodou, na základě společenství vodních makroskopických bezobratlí se dá posoudit jako přiměřený.

V úseku blízkého dolního povodí jsme určili 3 679 jedinců ze 33 druhů ryb. Struktura druhů ryb tohoto úseku Dunaje se velkou měrou podobá jak výsledkům dřívějších studií s obdobným cílem (Halasi-Kovács 2005, SCIAP Kft. 2010), tak i výsledkům horního povodí. Z druhů, které se objevily v úseku odebraných vzorků, pět je chráněných, a to: hrouzek Vladykovův (*Romanogobio vladykovi),* hořavka hořká *(Rhodeus amarus),* sekavčík balkánský *(Sabanejewia balcanica),* ježdík dunajský *(Gymnocephalus baloni),* ježdík žlutý *(Gymnocephalus schraetser*), a dva druhy jsou přísně chráněny, a to: mihule ukrajinská (*Eudontomyzon mariae) a* drsek větší *(Zingel zingel).* Z indikačních druhů NATURA 2000 bylo pozorováno pět druhů, také se vyskytujících v úseku horního povodí *(Eudontomyzon mariae, Aspius aspius, Gymnocephalus baloni, Gymnocephalus schraetser, Zingel zingel).*

Na základě analýzy struktury druhů odebraných vzorků se ukázalo, že se teplé vodě v menší míře vyhýbají mihule ukrajinská *(Eudontomyzon mariae),* mník jednovousý (*Lota lota),* hlaváč holokrký *(Babka gymnotrachelus),* zatímco teplou vodu preferují bolen dravý *(Aspius aspius),* ouklej obecná *(Alburnus alburnus),* cejnek malý *(Blicca bjoerkna),* ostroretka stěhovavá *(Chondrostoma nasus),* parma obecná *(Barbus barbus),* karas stříbřitý *(Carassius gibelio),* okoun říční *(Perca fluviatilis)* ahlaváč černotlamý *(Neogobius melanostomus).* Tento výsledek je v souladu i s výsledky studií roku 2010. Z druhů, které se vyskytly při odebrání vzorků, u 27 druhů se objevily plůdky. Znamená to, že exempláře plůdků jsme registrovali u 82 % druhů. To je vysoký poměr - podobně k úseku horního povodí. Míra celkového odchytu na jednotku délky (100 m) odebrání vzorků, na základě výsledků v letním období, v jednotkách vzorků pořízených na pravé straně, tj. na straně dotčené vypouštěním teplé vody, z úseků zkoumaných v r. 2012 vykazují nejvyšší hodnotu. Hodnoty jednotek vzorků odebraných na straně levé, tj. na straně nedotčené teplou vodou, jsou ve značné míře podobné výsledkům vzorků z horního povodí. Ekologický stav blízkého dolního povodí z hlediska společenství ryb je dobrý.

VYHODNOCENÍ VZDÁLENÉHO ÚSEKU DOLNÍHO POVODÍ DUNAJE (1506,8-1481,5 ŘKM)

úsek Dombori	**1506. 8 fkm**	**stav dobrý**
Sió-jih (Gemenc)	**1496 řkm**	**stav dobrý**
úsek Baja	**1481. 5 řkm**	**stav dobrý**

Tabulka 49: Vyhodnocení fyzikálně-chemických vlastností vzdáleného úseku dolního povodí Dunaje (1506. 8-1481. 5 řkm) podle RSV

Úsek Dunaje (vodní útvar HURWAEP444) 1506,8-1481,5 řkm na základě výsledků hodnocení fyzikálně-chemických vlastností dle RSV je posouzen jako v dobrém stavu.

Výsledky dvou „podúseků“ vzdáleného úseku dolního povodí, tj. stredně-vzdáleného a vzdáleného, z hlediska fytoplanktonů vykazují velkou podobnost. Zároveň výsledky fytoplanktonů tohoto úseku ve velké míře svědčí o podobném stavu, resp. podobné tendenci jako u úseku horního, ale i blízkého dolního povodí. V biomase fytoplanktonu představuje největší podíl množství rozsivek; období, které vykazuje nejvyšší hodnoty biomasy, jsou měsíce březen a srpen, zatímco nejnižší hodnoty biomasy se vyskytly v měsících září a listopad. Ekologický stav stredně-vzdáleného dolního povodí z hlediska fytoplanktonů, na základě průměrných hodnot míst odběru, je v březnu a červnu dobrý, zatímco v září a listopadu vykazuje stav výborný. Nejnižší hodnoty jsme dostali během odebrání vzorků v srpnu. V tomto období je stav ŽP přiměřený. Také hodnoty, měřené v jednotlivých ročních obdobích, vč. celého období, se shodují s výsledky úseku horního i blízkého dolního povodí. Ekologický stav stredně-vzdáleného i vzdáleného dolního povodí, z hlediska fytoplanktonyů, je dobrý. Celkově můžeme konstatovat i to, že ve srovnání s úsekem horního povodí, vypouštění teplé vody JE Paks z hlediska fytoplanktonů v úseku dolního povodí, s ohledem na zařazení do tříd, nepůsobí žádné změny.

Výsledky ohledně výskytu rozsivek obou „podúseků“ vzdáleného úseku dolního povodí, ve srovnání s úseky horního povodí a blízkého dolního povodí, vykazují stejné hodnoty. Také tendence hodnot se shodují s výsledky výše umístěných úseků. Ekologický stav v obou „podúsecích“ je přiměřený. Celkově můžeme konstatovat i to, že ve srovnání s úsekem horního povodí, vypouštění teplé vody JE Paks z hlediska fytobentonů v úseku dolního povodí, s ohledem na zařazení do tříd, nepůsobí žádné změny.

V úseku stredně-vzdáleného dolního povodí jsme poznamenali celkem 31 rostlinných druhů, zatímco ve vzdáleném úseku dolního povodí 19. V úseku odebraných vzorků jsme mezi vzorky neobjevili chráněný druh. Cizokrajné jasan americký a astra kopinatá se však vyskytují velmi hojně. Indikační rostlinný druh této lokality, bažinka plazivá se ve vzdáleném úseku dolního povodí nevyskytla. Z hlediska makrofyt stav ŽP stredně-vzdáleného, i vzdáleného dolního povodí Dunaje se shoduje s výsledky horního a blízkého úseku dolního povodí. Celkově můžeme konstatovat i to, že ve srovnání s úsekem horního povodí, vypouštění teplé vody JE Paks v úseku dolního povodí, s ohledem na zařazení do tříd, nepůsobí žádné změny.

V úseku stredně-vzdáleného dolního povodí jsme poznamenali celkem 42 taxonů MZB rozličného řádu, zatímco ve vzdáleném úseku dolního povodí 37. V předešlých úsecích vykázané invazivní taxony se i zde vyskytují, především šnek *Lithoglyphus naticoides* představil obrovské množství jedinců. Zasluhuje zmínku přítomnost červa z třídy mnohoštětinatců s názvem *Hypania invalida*, dále u nás zatím na málo místech se vyskytujícího druhu mušle, *Dreissena bugensis.* Z chráněných druhů se v tomto úseku vyskytly vážka *Gomphus flavipes* a druh šneku *Fagotia acicularis*. Indikační druh MZB v rámci NATURA 2000, velevrub tupý (*Unio crassus)* se během odebrání vzorků nebyl k nalezení. Z hlediska společenství MZB, úsek stredně-vzdáleného dolního povodí vykazoval stav přiměřený. „Podúsek“ vzdáleného dolního povodí vykazuje rovněž stav přiměřený. Hodnota posouzení úseku se shoduje s hodnotou úseků horního povodí i dolního povodí. Celkově můžeme konstatovat i to, že ve srovnání s úsekem horního povodí, vypouštění teplé vody JE Paks v úseku dolního povodí, s ohledem na zařazení do tříd, nepůsobí žádné změny.

Během studií společenství ryb, jsme v „podúseku“ stredně-vzdáleného dolního povodí určili 3 367 jedinců celkem 34 druhů, zatímco v „podúseku“ vzdáleného dolního povodí 4 151 jedinců 33 druhů. Z druhů, které se objevily v úseku odebraných vzorků, pět je chráněných, a to: plotice měděná (Rutilus virgo), hrouzek Vladykovův (Romanogobio vladykovi), hořavka hořká (Rhodeus amarus), ježdík dunajský (Gymnocephalus baloni), ježdík žlutý (Gymnocephalus schraetser), a dva druhy jsou přísně chráněny, a to: mihule ukrajinská (Eudontomyzon mariae) a drsek větší (Zingel zingel). Z indikačních druhů ryb SCI v lokalitě HUDD 20023, pouze v tomto úseku se vyskytla plotice měděná (Rutilus virgo), zatímco ostatní indikační druhy se shodují s druhy vykázanými výše. Z druhů, které se vyskytly v podúseku stredně-vzdáleného dolního povodí, u 27 druhů se objevily plůdky, což je 79 % vykázaných druhů. V úseku vzdáleného povodí jsme vychytali plůdky 26 druhů, což je 79 % vykázaných druhů. Tento poměr jednak odpovídá ostatním výsledkům, a navíc je lze posoudit rovněž jako velmi vysoké. Podle výsledků odebraných vzorků jsme zjistili, že druhové složení vzdáleného úseku dolního povodí, ve srovnání s vyššími úseky, nevykazuje odchylky a jejich druhové složení z hlediska ryb je homogenní. Takže vypouštění teplé vody JE Paks na druhové složení neindikuje žádné změny, tzn. ani žádný druh nezaniká, ani nevzniká nový. V letním období odebrání vzorků za oba roky byl zjištěn vyšší počet jedinců. Toto charakterizuje všechny zkoumané úseky.

Celkové výsledky odebrání vzorků prováděných v obou obdobích, poskytují k posouzení kvality vody podle kritérií RSV relevantní údaj. Ekologický stav vzdáleného úseku se shoduje s hodnotou posouzení úseku horního i blízkého dolního povodí a vykazuje dobrý stav. Celkově můžeme konstatovat i to, že ve srovnání s úsekem horního povodí, vypouštění teplé vody JE Paks v úseku dolního povodí, s ohledem na zařazení do tříd, nepůsobí žádné změny.

Již podle výsledků dřívějších let 2009-2010 bylo podobně současným výsledkům zjištěno, že pětistupňový systém vyhodnocování Rámcové směrnice EU není schopen vykázat jemnější strukturální změny. Proto jsme provedli posouzení ekologického stavu také pomocí přesnější stupnice.

SHRNUTÍ ÚDAJŮ VYHODNOCENÍ ÚSEKU DUNAJE HURWAEP444 Z HLEDISKA OCHRANY FAUNY A PODLE KRITÉRIÍ RSV

Hodnocení zkoumaného úseku Dunaje jsme vypracovali s ohledem na zásadní principy ECOSTAT guidance document no. 13. (ECOSTAT 2005: Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), dále na základě směrnic celostátního plánu povodí z r. 2008. Při hodnocení Dunaje podle kritérií RSV jsme na úrovni kvalifikačních prvků a skupin postupovali na základě zásady *„jedno špatné, všechno špatné“.* Znamená to, že v hodnocení rozhoduje prvek nejhorší kvality. Hodnocení makrofyt má pouze informativní charakter.

ÚSEKY DUNAJE	FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÉ VLASTNOSTI	FYTOPLANKTONY	FYTOBENTONY	MAKROFITA	MAKRO-ZOOBENTONY	RYBY
HORNÍ POVODÍ	Stav dobrý	Stav dobrý	Přiměřený	Přiměřený	Přiměřený	Stav dobrý
BLÍZKÉ DOLNÍ POVODÍ	Stav dobrý	Stav dobrý	Přiměřený	Přiměřený	Přiměřený	Stav dobrý
VZDÁLENÝ DOLNÍ POV.	Stav dobrý	Stav dobrý	Přiměřený	Přiměřený	Přiměřený	Stav dobrý
		Stav dobrý	Přiměřený	Přiměřený	Přiměřený	Stav dobrý

Tabulka 50: Hodnocení zkoumaného úseku Dunaje (HURWAEP444) podle kritérií RSV

Ekologický stav vodního útvaru s názvem Úsek Dunaje mezi městy Szob-Baja, ozn. HURWAEP444, na základě celkového hodnocení kvality vody prováděného v období 2012-2013 podle kritérií RSV, je PŘIMĚŘENÝ.

Výsledek současného šetření je v souladu s hodnocením dostupných archivních údajů. Dá se prohlásit, že vypouštění vod JE Paks do Dunaje z hlediska žádné zkoumané skupiny neindikuje s ohledem na zařazení do tříd žádné změny.

Analýza údajů pomocí přesnější stupnice zároveň poukazuje na fakt, že vypouštění vod má vliv na strukturu společenství fauny dolního povodí, proto posouzení podle RSV je samo o sobě nedostačující pro přesné hodnocení dopadů vypouštění vod z elektrárny. Proto každopádně považujeme za důležité, aby plánování odebírání vzorků a jejich hodnocení během dalších výzkumů probíhalo nadále podle kritérií RSV, zároveň aby plánování a provádění odebrání vzorků umožnilo, z hlediska vlivu vypouštění vod, analýzu a s tím i přesnější posouzení stavu ŽP také pomocí přesnější stupnice.

TEORETICKÉ DOPADY VLIVU OTEPLENÉ CHLADICÍ VODY JE PAKS NA UKAZATELE KVALITY VODY VE ZKOUMANÉM ÚSEKU DUNAJE

Na základě výsledků šetření prováděných mezi 1979-2004 **v úsecích páteřní sítě je patrné, že změna kvality vody se v případě nejvíce komponentů projevuje mnohem markantněji v závislosti na čase, než v závislosti na místě.**

S ohledem na místa odebrání vzorků nad a pod Jadernou elektrárnou Paks, ve většině míst odebrání vzorků a u většiny kvalitativních parametrů, *poměry kvality vody v závislosti na čase jsou příznivé.* V místech odebrání vzorků pod JE Paks (Fajsz, Baja, Mohács, Hercegszántó) kvalita vody nevykázala ve srovnání s výsledky výzkumů v úsecích nad elektrárnou (Dunaföldvár) žádný rozdíl. To znamená, že **s ohledem na posouzené komponenty, jaderná elektrárna z hlediska změn kvality vody Dunaje dosud nehrála významnou úlohu.**

13.2 DOPAD VÝSTAVBY PAKS II. NA FAUNU DUNAJE

Během hodnocení vlivu výstavby, provozu a ukončení provozu Paks II. na ekologický stav okolí Dunaje jsme určili a posoudili potenciální součinitele vlivu, předpokládané dopady, charakter vlivu a dotčené „subjety". Zároveň jsme sestavili návrhy na opatření, proveditelných v zájmu zachování ekologického stavu povrchových vod.

Na základě hodnocení výchozích stavů se dá konstatovat, že v případě investiční stavby Paks II. se ani jejich potenciální dopady nemohou ovlivnit okolní povrchové vodní útvary, a proto, v rámci hodnocení vlivu jsme sdělili naše stanovisko již výhradně na dunajský vodní útvar (HURWAEP444), potenciálně dotčený vypouštěními v Paksi.

Z hlediska vlivů a potenciálně dotčených lokalit, na základě příslušného právního předpisu (Nař. vlády č. 314/2005 (XII. 25.)) rozlišujeme vlivy přímé, nepřímé a vlivy překračující státní hranice a jejich oblasti. V rámci hodnocení vlivu jsme charakter vlivu určili na základě jeho trvání, síly a významu (tj. z hlediska vodních organizmů). S ohledem na kritéria RSV, jsme za dotčené „subjekty" považovali živočichy. Jako dotčené „subjekty" jsme v rámci hodnocení vlivu určili biologické prvky, které jsou při hodnocení stavu z hlediska RSV relevantní. Fyzikální a chemické vlastnosti vody nebo vodu samotné Dunaje nepovažujeme za dotčený „subjekt", poskytují však klíčovou informaci pro hodnocení ekologického stavu.

Součinitele, které mohou mít během investiční stavby Paks II. potenciální vliv, uvádíme v tabulce níže.

Potenciální součinitelé vlivu	**Výstavba**	**Provoz**	**Ukončení**	**Havárie**
Spodní voda, odebraná během snížení hladiny spodní vody	X		X	
Vypouštění čištěné komunální odpadní vody	X	X	X	
Výstavba rekuperační vodní elektrárny	X			
Poškození nádrže motorové nafty při výstavbě				X
Provozní chyba čistírny komunální odpadní vody charakteru havárie				X
Odběr vody z Dunaje		X		
Vypouštění oteplené chladicí vody do Dunaje		X		
Vypouštění technologické odpadní vody do Dunaje		X		
Vypouštění čištěné srážkové vody do Dunaje		X		
Poškození nádrží chemikálií, čerpadel, dieselového generátora a nádrže				X
Průsak odpadního oleje a jiných tekutých odpadů				X
Průsak průmyslové odpadní vody v nečištěném stavu				X

Tabulka 51: Součinitele, které mohou mít během investiční stavby Paks II. potenciální vliv

Výstavba

Spodní voda, odebraná během snížení hladiny spodní vody

Během výstavby bloků Paks II. více budov bylo dodáno s hlubinnými základy, kdy práce probíhaly pod hladinou spodní vody. V tomto období je nutno odvodnit pracovní jámu. Množství odčerpané vody podle výpočtu firmy Isotoptech Zrt. je 13 000 – 18 000 m^3/den (max. 0,2m^3/s). Odčerpaná spodní voda se vyvede do kanálu chladicí vody, odtam se dostane přes chladicí okruhy do teplovodního kanálu a nakonec do Dunaje. Obsah živin rostlinného původu odčerpané spodní vody, hlavně díky rozpustným formám dusíku, dle předpokladu bude vyšší, než ve vodě Dunaje, proto fauna kanálu chladicí vody bude dotčeným „subjektem". Ale díky min. pětiset-násobnému ředění a směšování se z hlediska ekologického stavu fauny Dunaje nedá očekávat žádný přímý či nepřímý vliv.

Vypouštění čištěné komunální odpadní vody

Maximální spotřeba pitné vody v době výstavby Paks II. a s tím i množství odpadní vody vznikne v době zahájeného provozu prvního bloku a zároveň v průběhu výstavby bloku druhého, dle plánu v trvání 5 let.

Na základě výpočtů firmy VITUKI Hungary Kft. , maximální množství vznikající komunální odpadní vody v tomto období bude 614 m^3/den. Průměrné množství vznikající komunální odpadní vody v JE Paks v současné době 300 m^3/den. Tedy směrodatné množství čištěné komunální odpadní vody, pro jistotu se zaokrouhlením nahoru, činí celkem 1000 m^3/den. Vlastní čistírna odpadních vod JE Paks je vybaveno aerobní technologií a pracuje s aktivovaným kalem, s kapacitou 1 870 m^3/den. Čištěná odpadní voda se přes potrubí dostane přímo do teplovodního kanálu a odtud do Dunaje. Na základě rozptylového modelu firmy VITUKI Hungary Kft. vypracovaného pro případ extrémně malého, 579 m^3/s průtoku Dunaje (opakujícího se asi 1x za 20 000 let), se dá konstatovat, že hodnoty znečišťujících parametrů 10 metrů pod bodem výpusti do Dunaje již zůstávají pod limitními hodnotami analytických metod maďarských norem. Koncentrace a složení zbytkových živin v čištěné odpadní vodě dle předpokladu nepatrně překračuje tyto hodnoty Dunaje, resp. se odchyluje od přirozeného charakteru dunajské vody. Proces přirozeného čištění během ředění (v poměru 1: 9 000) a následného směšování, které v teplovodním kanálu probíhá, tento vliv dále snižuje. Díky tomu vypouštění čištěné odpadní vody nebude mít na

ekologickou strukturu akvatických organizmů Dunaje ani přímý, ani nepřímý vykazatelný vliv. S ohledem na množství vypouštění, jeho hydrologický vliv nebude vykazatelný.

Výstavba rekuperační vodní elektrárny

Instalace rekuperační vodní elektrárny souvisí s výstavbou Paks II. , a proto jsme objekt zařadili mezi součinitele vlivu, ovšem tato investice sama o sobě je činností, která podléhá povinnosti posouzení vlivu na ŽP a vodoprávnímu povolení, proto v tomto dokumentu upustíme od jeho dalšího posuzování.

Poškození nádrže motorové nafty při výstavbě

Rozsah a následky případného úniku znečišťujících látek na provozovně zkoumala firma Isotoptech Zrt. Podstatou jejich studie je, že časy dosahu mezi areálem provozovny a Dunajem spadají do škály 10 až 20 let. V případě případného poškození nádrže motorové nafty v průběhu výstavby, je možné okamžitým lokálním odstraněním nafty vytékající na povrch země zajistit, aby znečišťující látky se do Dunaje nemohly dostat. Proto se dá říci, že taková mimořádná událost na povrchové vody nemá ani přímý, ani nepřímý vykazatelný vliv.

Provozní chyba čistírny komunální odpadní vody charakteru havárie

Potenciální mimořádná událost v průběhu výstavby a provozu následkem poruchy čistírny komunální odpadní vody znamená, že se nečištěná komunální odpadní voda dostane do Dunaje. Největší množství se dá i v tomto případě očekávat v průběhu pětiletého období výstavby. V souladu s uvedenými skutečnostmi bylo i modelování havarijní situace vypracováno pro produkci komunální odpadní vody v množství 1000 m³/den a pro případ extrémně malého průtoku Dunaje, tj. 579 m^3/s, přičemž jako základní hodnota koncentrace odváděné surové odpadní vody byla zvolena nejvyšší koncentrace naměřená v uplynulých dvou letech. V tomto případě v následku směšování všechny parametry dosahují vykazatelných limitních hodnot podle maďarských norem v 1 500 metrovém úseku dolního povodí Dunaje.

Porucha čistírny odpadních vod znamená reálné riziko z hlediska fauny Dunaje. Vypouštění ~1000 m3/den nečištěné komunální odpadní vody do teplovodního kanálu a poté do Dunaje znamená ve srovnání s řádným provozem větší koncentrace živin a nerozpuštěných látek, dále způsobuje zvýšený zákal. S ohledem na značné ředění (v poměru asi 1: 9 000) teplovodního kanálu, a dalšího ředění (asi 1: 10) i dokonce za nejmenšího kritického průtoku Dunaje, vypouštění nečištěné odpadní vody na faunu Dunaje může mít jen nepatrný, subletální vliv. Biomasa fytoplanktonů v zóně znečištěné vody vykáže zvýšenou hodnotu, v této zóně se teoreticky může narůstat množství rybí biomasy. Mezi organizmy fytobentonů v okolí vypouštění a pod vlivem znečištění se mohou dočasně objevit ve zvýšené míře druhy, které jsou na zatížení organickou hmotou méně citlivé. Vypouštění nečištěné odpadní vody, díky jejímu ředění, ani v případě organizmů makrozoobentonů nedosáhne letální hranice. Druhy MVB na větší zátěž organickou hmotou budou reagovat částečně vyhýbáním, částečně změnou počtu jedinců, resp. v závislosti jejich tolerance vůči množství kyslíku. Nečištěná odpadní voda v oblasti vypouštění u citlivějších druhů ryb vyvolá spíš vyhýbání, zatímco druhy, tolerantnější vůči živinám, se mohou objevit ve zvýšeném počtu jedinců. A vzhledem k tomu, že je značný rozdíl v množství vznikající odpadní vody a vypouštěné chladicí vody, i v tomto případě se dá počítat jen s lokálním vlivem. V souvislosti s tím je dopad krátkodobý a středního a malého významu. Zároveň doporučujeme v čistírně odpadních vod vytvořit takovou pufrační kapacitu, která umožní zabránit přímému vyhýbání. Rozsah přímého vlivu v Dunaji je <500m. S rozsáhlejší nepřímo potenciálně dotčenou lokalitou nelze počítat.

Provoz

Odběr vody z Dunaje

Odběr vody za účelem zajištění chladicí vody z Dunaje se provádí přes kanál chladicí vody. Množství odběru vody se shoduje s množstvím vypuštěné teplé vody skrz teplovodní kanál. Za současného stavu provozu JE Paks tato hodnota činí u jednotlivých bloků 25 m^3/s, celkem 100 m^3/s, a v případě nových bloků 66 m^3/s, celkem 132 m^3/s. Největší odběr vody se dá předpokládat v době společného provozu obou objektů mezi roky 2030 a 2032, kdy je množství odebrané vody 232 m^3/s. Odběrem vody se průtok Dunaje mění jen v úseku mezi kanály chladicí a teplé vody. Odebrané množství vody neznamená s ohledem na tento úsek řeky ani v době malého průtoku významnější zásah. Na základě míry morfologických změn koryta, vypočítaných firmou VITUKI Hungary Kft. , z hlediska fauny nepočítáme ani přímým, ani nepřímým vlivem.

Vypouštění oteplené chladicí vody do Dunaje

Chladicí systémy plánovaných nových bloků jaderné elektrárny se dělí na tři hlavní části: (1) chladicí voda kondenzátoru, (2) chladicí voda technologická, (3) chladicí voda bezpečnostní. Z hlediska tepelného zatížení je rozhodujícím množstvím chladicí voda kondenzátoru, vypočítaná na oba bloky na celkem 132 m^3/s.

S největším objemovým proudem teplé vody lze počítat v době 2030-2032.

Chladicí vody a ostatní odpadní vody se vlévají do hlavního koryta Dunaje přes cca. 1500 metrů dlouhý úsek teplovodního kanálu. V místě vypouštění to mění podmínky toku Dunaje. Proto, v okolí místa vypouštění, na základě výsledků výzkumů, které předcházely studii vlivu, se dá vykázat u fytobentonů podmínečně, u MZB a společenství ryb doložitelně změnu druhové struktury, a aspoň částečně zvýšení hodnoty jejich početnosti. Tento vliv je dlouhodobý, střední intenzity, ale nepatrného významu. Rozsah přímého a nepřímého vlivu je <250m. V zájmu ochrany společenství ryb se dá doporučit v době provozu zavézt zákaz veškerého rybolovu v okruhu místa vypouštění v okruhu 250 m.

S otázkami tepelného zatížení v souvislosti s chladicí vodou, vyvedenou zpět do Dunaje, se odborníci průběžně zabývají od zahájení provozu JE Paks. Jejich stanoviska se dá shrnout následovně:

(1) Maximální teplota vody Dunaje v letním období, což je z hlediska tepelného zatížení směrodatné, bývá 21-24 °C, výjimečně dosáhne hodnoty i nad 25 °C. Časové řady teploty vody jsou specifické, a správně určená doba nejvyšších teplot vody je od začátku června do konce srpna.

(2) Roční křivka průtoku (objemového proudu) Dunaje není tak rovnoměrná, ale je jednoznačné, že nízké vodní hladiny, které znamenají vrchol relativního tepelného zatížení řeky, se s největší pravděpodobností vyskytují v podzimních a zimních měsících.

(3) Riziko tepelného zatížení snižuje ta specifická vlastnost Dunaje, že vysoké teploty vody se dají pozorovat téměř výhradně v červenci a srpnu, zatímco nízké vody objemu blízko 1000 m^3/s se většinou vyskytují až od září.

Tento statisticky podložený stav, který se dalo předpokládat, změnil mimořádně suché a teplé letní počasí mezi 1992-2003, neboť během července-srpna se teplota vody pohybovala mezi 20–26 ^{0}C .

Dřívější studie celkově konstatovaly, že do roku 2015 se nedají očekávat takové změny kvality vody, které by byly způsobeny vypouštěním vod, upravených a užívaných JE Paks, do Dunaje, a které by znamenaly změnu co se týká zařazení kvality vody Dunaje do jiné třídy.

Výzkum a předpověď souvislosti mezi teplotou vody Dunaje a chemickými vlastnostmi vody Dunaje s ohledem na směrodatná data v oblasti měst Dunaföldvár, Fadd a Hercegszántó

Předpovědi a předpokládané intervaly změn chemických vlastností vody Dunaje, které charakterizují kritické hodnoty teploty vody, jsme určili pomocí statistických metod. V rámci měření páteřní sítě byly prováděny výzkumy na různé komponenty vesměs dvanáctkrát do roka, v měsíčních intervalech. Měsíční intervaly výzkumu byly vhodné k tomu, aby bylo možno vysledovat i sezonální změny v rámci daného roku. V rámci průzkumu prováděného s velkým počtem prvků, jsme metodou analýze rozptylu lineárního trendu určili, zda mezi daným prvkem a změnami teploty je lineární trend nebo na změnách teploty nejsou závislé. Jestli-že taková souvislost existuje, v tom případě se dá statistickými metodami (153) vypočítat, jaké hodnoty patří dle předpokladu k různým teplotním hodnotám. Pokud mezi daným komponentem a teplotou vody Dunaje není žádná korelace, dá se předpokládat, že průměr a rozptyl výskytu daného komponentu, měřený za uplynulých sedm let, se shoduje s předpokládanou hodnotou a rozptylem následujícího období

Proto jsme určili korelační faktor a parametry vyrovnávacího lineárního trendu. Korelační faktor umožňuje určení těsnosti vztahu, a rovnice vyrovnávací přímky to, abychom v případě rozličných teplotních scenárií stanovili předpokládanou hodnotu. V rámci statistických analýz jsme určili rozptyl daného prvku, který byl ovlivňován změnami teplot ročních období, vodní hladinou Dunaje a souvisejícími hodnotami průtoku, a také jsme určili nejnižší a nejvyšší hodnoty vyskytující se ve zkoumaném období. S ohledem na korelační faktor, reprezentující korelační vztah a na základě hodnot rozptylu, dále dosud se vyskytujících hodnot minima a maxima jsme odhadli předpokládanou hodnotu budoucího výskytu daného prvku a interval této hodnoty.

Na základě předpokládané hodnoty a jejího intervalu jsme také provedli kvalifikační zařazení podle RSV.

V úseku dolního povodí na základě údajů kvality vody u obce Fadd, za účelem srovnání, jsme provedli i výpočty pro tepelné zatížení na povolených max. 30 C u obce Nagysarkantyú.

Shrnutí následků vypouštění oteplené chladicí vody do Dunaje

Na základě celkových výsledků dřívějších průzkumů, tedy kvality, průtoku a teplotních poměrů vody Dunaje, zvýšení tepelného zatížení se dá uskutečnit tak, aby nebyla porušena omezení pro ochranu kvality okolní vody a byla dodržena

hlediska ochrany přírody. Při dodržování omezení dle předpisů během provozu z hlediska tepelného zatížení ani v případě nepříznivých situací se kvalita chemických a fyzikálních vlastností vody Dunaje z důvodu vypouštění JE Paks II. vůči současnému stavu nezmění.

Chceme-li shrnout výsledky průzkumů kvality vody Dunaje, prováděných v místech páteřné sítě v období 2006-2011, dále v letech 2012-2013, můžeme konstatovat, že po uskutečnění plánovaného zvýšení výkonu, dle výpočtů, se tepelné zatížení nepatrně zvýší.

V důsledku zvýšení výkonu však v budoucnu nelze očekávat zásadní změny hodnot ukazatelů (acidifikace, obsah solí, stav kyslíku a rostlinných živin), závisejících více či méně od zvýšení teploty.

Ačkoliv pod vlivem vypouštění oteplené chladicí vody z JE do řeky se procesy rozkladu organické hmoty urychlí, což je doprovázeno zvýšenou spotřebou kyslíku, to ale hydraulické poměry a dostatečný rozptyl v řece, dále její tradičně vysoký obsah rozpuštěného kyslíku dokáže vyrovnat. Tyto zmíněné vlivy podle očekávání nebudou významné, z důvodu hledisek ochrany kvality vody však nemohou zůstat nepovšimnuty, proto doporučujeme nadále jejich monitorování.

V případě fytobentonu podmínečně, a u makrozoobentonu a společenství ryb bezpochyby byl během hodnocení výchozího stavu v úsecích na pravé straně v délce cca. 2 km prokázán současný vliv teplé vody. To u těchto taxonů naznačuje prokazatelnost zvýšení teploty v míře Δt=2,5 °C . Zvýšení teploty zároveň ve struktuře společenství planktonických řas nezpůsobilo prokazatelný vliv. Výsledky ekologických analýz naznačují, že vykázaný vliv je možno posoudit jako vliv dlouhodobý. Analýzy dokazují, že vliv teplé vody i za optimálních okolností odebrání vzorků se pohybuje na hranici prokazatelnosti, a že vliv vypouštění z JE Paks je přirozenou rozmanitostí ŽP Dunaje eliminován. Samotný vliv má význam spíše z důvodu časové délky expozice, než kvůli jeho míry.

Fyzikální a chemické výsledky vody při hodnocení výchozího stavu v dotčeném úseku Dunaje dokazují, že v důsledku zvýšení fyzického výkonu v budoucnu nelze očekávat zásadní změny hodnot ukazatelů acidifikace, obsah solí, stav kyslíku a rostlinných živin, tedy ukazatelů kvality vody, které více či méně závisí od zvýšení teploty.

Nejvýznamnější vliv na stav ŽP Dunaje znamená vypouštění oteplené chladicí vody do Dunaje. Tento vliv bude nejsilnější v období let 2030-2032. Kromě tří dotčených taxonů (fytobenton, makrozoobenton, ryby), zmíněných v hodnocení výchozího stavu, podle předpokladů ani v tomto období nelze počítat s dalšími skupinami biocenózy, které by měly být přímo dotčeny. Vliv tepelného zatížení je dlouhodobý, silný a má velký význam. Z výsledků ekologických studií se však dá vyvodit, že vliv tepelného zatížení (a společný provoz šesti bloků) na základě kvalifikačního zařazení RSV ani u jedné skupiny biocenózy nebude působit z hlediska tříd zařazení v dotčeném úseku Dunaje zhoršení. Provozování rekuperační vodní elektrárny bude mít z hlediska teploty při vypouštění pravděpodobně příznivý vliv. V letních dobách nízkých vod může být zapotřebí se uchýlit ke snížení zatížení. Podle modelu vypracovaného pro dobu společného provozu, přímo dotčená lokalita v místě vypouštění v dolním povodí Dunaje bude ve vzdálenosti cca. 11 km, u 1515,8 řkm řeky. Na základě modelového výpočtu, teplotní zóna charakterizovaná izotermou Δt=2,5 °C, dosáhne střední linie Dunaje, kterou však významně nepřekročí.

Nepřímý vliv tepelného zatížení se projevuje rozšířením přes různá společenství biocenózy formou strukturálních změn dotčených společenství, a to z části z důvodu změn koloběhu jejich živin, a zčásti v důsledku zvýšení relativní nebo absolutní početnosti invazivních druhů, což vyvolává rivalitu, resp. konkurenci. Výsledkem dřívějších studií (Halasi-Kovács 2005, SCIAP 2010) a hodnocení výchozího stavu prokazují, že vodní oblasti dotčeného úseku s odpovídajícími parametry, v důsledku nepřímého vlivu vypouštění teplé vody, mohou fungovat jako ložiska pro rozmnožování invazivních druhů, čímž přispívají jejich dalšímu rozšiřování. Co se týká biologických prvků, lokalita, definovaná z hlediska tepelného zatížení na dobu společného provozu jako nepřímo dotčená lokalita, z hlediska koloběhu živin se neliší od přímo dotčené lokality. Na úrovni seskupení nad jedinci (supraindividuální rovina) z hlediska vypouštění invazivních druhů rozsah dotčených lokalit není relevantní, proto vliv v souvislosti s tím sice registrujeme, ale nevymezujeme žádnou příslušnou dotčenou lokalitu. Celková dotčená lokalita proto se shoduje s přímo dotčenou lokalitou.

V době samostatného provozu Paks II. (2037-2085) můžeme kalkulovat s nižším tepelným zatížením, než je hodnota výchozího stavu. Nehledě nato, vliv tepelného zatížení je i v tomto období dlouhodobý, silný a má velký význam. Z výsledků studií výchozího stavu se dá vyvodit, že vliv tepelného zatížení během samostatného provozu na základě kvalifikačního zařazení RSV ani u jedné skupiny biocenózy nebude zapříčinit v dotčeném úseku Dunaje zhoršení z hlediska zařazení do tříd. Podle výpočtu modelu od VITUKI Hungary Kft. přímo dotčená lokalita v místě vypouštění v dolním povodí Dunaje v tomto období se bude nacházet ve vzdálenosti cca. 1 000 m, kde její šířka dosáhne střední linie Dunaje. Ohledně nepřímého vlivu a jeho lokality platí údaje výše uvedeného odstavce.

Vypouštění technologické odpadní vody do Dunaje

Během používání technologických vod vznikají různé radioaktivní a tradiční průmyslové odpadní vody, jejichž množství je v době samostatného provozu 50 m3/h. Z toho množství radioaktivní vody je 10 m3/h, a množství tradiční odpadní vody 40 m3/h. Za provozních podmínek tato znečištění se odstraňují během specifických čistících procesů. Vznikající odpadní vody s podlimitní koncentrací znečišťujících látek se vlévají do Dunaje přes teplovodní kanál. Část znečišťujících látek může být v odpadní vodě přítomná i po čištění v prokazatelné koncentraci. Zároveň část znečištění v teplovodním kanále prochází další biologickou degradací, resp. společně s chladicími vodami odtéká ve značně zředěném stavu (1:0,0001) do Dunaje jako přijímacího prostředí. Během hodnocení výchozího stavu tento vliv JE Paks u ekologického stavu akvatických organizmů nebyl vykazatelný. Proto za běžného provozu celkově vypuštěné odpadní vody na strukturu akvatických organizmů Dunaje nebudou mít vykazatelný vliv. V průběhu běžného provozu je nutno usilovat o dosažení stále vyšší efektivity čištění, resp. je důležité provádět průběžné monitorování vypouštění.

Množství vypuštěné průmyslové odpadní vody v době společného provozu je cca. 90 m3/h, zatímco po čištění se jejich koncentrace nemění. Z toho plyne, že i na stav společného provozu platí hodnocení vztahující se na dobu provozu Paks II.

Vypouštění čištěné srážkové vody do Dunaje

Srážková voda, vznikající v areálu provozovny, se přes lapače oleje sbírá v severních a jižních pásových koridorech a z nich je dopravována do kanálu studené vody na severu a teplovodního kanálu na jihu. Podle studie výchozího stavu, vypouštění teplé vody do Dunaje z hlediska ropných derivátů nemělo vykazatelný vliv.

Poškození nádrží chemikálií, kalových čerpadel, nádrží motorového paliva dieselového generátoru, průsak odpadního oleje a jiných tekutých odpadů mimo závod

Umístění nádrží chemikálií, kalových čerpadel, použitého oleje a jiných tekutých odpadů je plánováno v uzavřené budově. V otevřeném prostoru se nachází nádrž motorového paliva dieselového generátoru. Z výsledků studie případného rozšíření znečišťujících látek z areálu provozovny do okolí plyne, že časy dosahu mezi areálem provozovny a Dunajem spadají do škály 10 až 20 let. V případě případného poškození nádrží chemikálií, skladu paliva dieselového generátora, nádrží použitého oleje a jiných tekutých odpadů, je možné okamžitým lokálním odstraněním nafty vytékající na povrch země zajistit, aby znečišťující látky se do Dunaje nemohly dostat. Proto se dá říci, že taková mimořádná událost na povrchové vody nemá ani přímý, ani nepřímý vykazatelný vliv.

Průsak průmyslové odpadní vody v nečištěném stavu

Porucha čistírny průmyslových odpadních vod samo o sobě neznamená bezprostředné vypouštění těchto nečištěných vod do Dunaje nebo jiné povrchové vody, neboť se tyto vody nejdříve dostávají přes odkaliště do teplovodního kanálu, a teprve poté do Dunaje. Definitivní čištění probíhá v odkalištích. Jejich poškození reálně nepůsobí znečištění povrchových vod, ale může působit znečištění podzemních vod. Chceme-li přiblížit vypouštění průmyslových odpadních vod do Dunaje v nečištěném stavu, můžeme říci následující: Při znečištění vypuštěná voda přes teplovodní kanál do Dunaje, pravděpodobně díky značnému ředění (1: 0,0003), ani v nečištěném stavu nevyvolá úhyn živočichů, vliv takového vypouštění je dle předpokladů subletální - u pohyblivých tvorů se dá vypozorovat dočasné vyhýbání. Nicméně z důvodu pomalého rozkladu vypuštěných toxických látek může mít v horizontu delší doby mít vliv na akvatické organizmy. Vezmeme-li v úvahu ředění vody, tento vliv dle odhadu odborníků nepřesáhne vzdálenost 50 km-t.

13.3 POSOUZENÍ VÝSTAVBY PAKS II Z HLEDISKA NÁRODNÍHO PLÁNU POVODÍ DUNAJE

Na základě Plánu povodí Dunaje (VKKI 2010) je stav ŽP v celém úseku Dunaje naší vlasti přiměřený, nedosahuje stavu dobrého. Dá se to vysvětlit kvalitativními, ale z větší části spíše hydromorfologickými příčinami, neboť chemický stav vody Dunaje je kvalifikován jako dobrý. Z hlediska fytoplanktonu a fytobentonu je hodnocení úseku Dunaje Szob-Baja a dále na jih dobré. Na základě hodnocení MZB a společenství ryb, žádný z vodních útvarů Dunaje nedosáhl stavu dobrého. Tady je prvořadý hlavně hydromorfologický vliv spojený s protipovodňovou ochranou, zajištění břehu a tvorbou koryta, neboť z hlediska ostatních prvků s ukazateli organického znečištění všechny úseky dostaly hodnocení dobrý. Podle hodnocení bentických bezobratlých, které se zakládá na studii přijaté ICPDR, Dunaj a většina jeho přítoků vykazují střední - kritické hodnoty znečištění. Na základě faktů Národního plánu povodí Dunaje se dá konstatovat, že dobrý ekologický stav maďarského úseku Dunaje může být dosažen jen výsledkem společného přispění zemí podél povodí. Ekologický stav přiměřený, který vzniká jako následek hydromorfologických zásahů a vypouštění znečišťujících látek, se dá o jednu

hodnotu zlepšit z hlediska zařazení jen investicemi značného rozsahu a velmi nákladnými. Dle záměrů ohledně ŽP, dobrého ekologického stavu vodního útvaru v úseku Dunaje Szob-Baja s ozn. HURWAEP444 by se mělo dosáhnout podle plánů do r. 2027 (VKKI 2010).

Výsledky hodnocení výchozího stavu v letech 2012-2013 podle kritérií RSV jako součást studie vlivu na ŽP dokazují, že kvalifikační hodnoty zkoumaných prvků (fyzikálně-chemické vlastnosti vody: stav dobrý, FP: stav dobrý, FB: stav přiměřený, MF: stav přiměřený, MZB: stav přiměřený, ryby: stav dobrý) byly odpovídající kritériím RSV a žádný z těchto prvků nevykazoval horší stav. Stav zkoumaného úseku Dunaje byl celkově přiměřený, což odpovídá kritériím NPP Dunaje.

Analýzy dle přesnější stupnice zároveň prokázaly, že tepelné zatížení působené teplou vodou vypouštěnou z areálu JE Paks má z hlediska ekologické struktury MZB a ryb vykazatelný vliv, a ten stejný vliv u FB se nedal vyloučit. Vliv, který se manifestuje v ukazatelích struktury společenstev je vykazatelný do změny teploty Δt=2,5°C. Změna teploty během provozu JE Paks se projevuje v délce 2 km v dotčeném úseku Dunaje na pravém břehu. Výsledky studií potvrdily, že míra vykázaného vlivu s ohledem na ekologický stav daného úseku Dunaje neznamená zhoršení kvalifikační známky zařazení.

V průběhu investiční stavby Paks II. nejvýznamnější vliv na ŽP znamená tepelné zatížení. Největší tepelné zatížení se dá očekávat v letech 2030-2032. V tomto období budou v provozu jak 4 bloky Jaderné elektrárny v Paksi, tak 2 bloky Paks II. Celková dotčená lokalita z hlediska tepelného zatížení z důvodu vypouštění v úseku dolního povodí Dunaje se rozprostírá v délce max. 11 km. Tento bod se nachází v úseku 1515,8. řkm Dunaje. Na základě toho se dá konstatovat, že s ohledem na tepelné zatížení nelze očekávat znečištění překračující státní hranice.

Na základě dříve popsaných kapitol, přímo dotčenou skupinou živočichů budou fytobentony, makrozoobentony a ryby. Jako nepřímo dotčená skupina se mohou objevit heterotrofní organizmy - makrozoobentony a ryby. Jako nejsilnější nepřímý vliv se ukazuje role teplé vody v rozšíření invazivních druhů. Vliv tepelného zatížení je v dotčené lokalitě dlouhodobý, silný a má velký význam. Z výsledků ekologických studií se dá vyvodit, že vliv tepelného zatížení v dotčeném úseku dolního povodí na základě kvalifikačního zařazení RSV ani u jedné skupiny biocenózy nebude znamenat zhoršení kvalifikační známky zařazení. Z hlediska celkového ekologického stavu platí rovněž tohle stanovisko.

Během samostatného provozu Paks II. (2037-2085) podle modelových výpočtů míra tepelného zatížení nebude dosahovat současné hodnoty vypouštění Jaderné elektrárny v Paksi. Rozsah dotčené lokality v úseku dolního povodí Dunaje z hlediska vypouštění bude ~1 km. To znamená i to, že od r. 2037 v úseku dolního povodí Dunaje se dá z hlediska vypouštění počítat s lepším ekologickým stavem, než je stav současný.

Na základě průzkumů se dá konstatovat, že cíle ohledně stavu ŽP daného vodního útvaru Dunaje, tedy dosažení dobrého ekologického stavu jeho dotčeného vodního útvaru, výstavba Paks II. neohrožuje, není třeba kvůli stavební investici změnit datum dosažení tohoto cíle.

14 GEOLOGICKÁ FORMACE A PODZEMNÍ VODA V MÍSTĚ A BEZPROSTŘEDNÍM OKOLÍ AREÁLU

Určení a charakteristika stavu geologické formace a podzemních vod v oblasti JE Paks sahá na vyznačenou oblast rozšíření a jejího úzkého okolí (3 km, po nejbližší zdroj pitné vody, obec Csámpa).

Charakteristika prostředí podzemních vod zahrnuje půdní vody, vodní zdroj studní jímajících vodu z břehové infiltrace a vrstevní vody, které se nacházejí v okruhu zkoumané oblasti. Horizontální rozsah zkoumané oblasti byl vymezen polohou pozorovací sítě podzemních vod pro více, než 220 studní nacházejících se i dnes v areálu jaderné elektrárny a jejím okolí, dále umístěním studní vodního díla obce Csámpa. Studie se týkaly, s ohledem na polohu zásobáren vrstevních vod, geologického prostředí sahajícího od povrchu vertikálně do 210 m hloubky.

V oblasti se vyskytují 2 druhy podzemních vod: vrstevní voda ve vrstvách panonského písku, která se nachází hluboko, pod nepropustnými vrstvami půdy, a nad ní, související půdní voda z geologického prostředí starší a mladší čtvrtohory.

V areálu provozovny se nachází výplň různé tloušťky a odlišných struktur, pod níž jsou následkem rozlévání dunajské vody naneseny vrstvy z jílu, písku a bahna ještě z doby pozdního holocénu. Jak se vzdalujeme od koryta Dunaje, původní geologický povrch pokrývá navátý písek z doby ranního holocénu. Srážková voda prosakuje vertikálně přes horní vrstvy k půdní vodě. Nízko položená niva je protkaná nánosem dřívějších meandrů (oddělené koryto řeky). Současné protipovodňové hráze vybudované ve výšce 96-97 mBf oblast uchrání, ale změny hladiny vody Dunaje, hlavně přes materiál kdysi odděleného koryta, aktivně ovlivňují hladinu půdní vody.

Nad nánosem horního a středního pleistocénu Dunaje se navrstvila terasa z ranního holocénu (6-8 m), jejíž materiál je jemný a středně jemný říční písek, místy oddělený vrstvou drobných oblázků. Povrch této terasy pokrývá navátý písek z dob pozdního holocénu. Hladinu půdní vody terasy Dunaj ovlivňuje jen málo, nebo nepatrně.

Údolí Dunaje ze SZ do výšky 160-180 mBf lemuje zvyšující se sprašový pás. Srážková voda padající na povrch sprašového pásu a prosakující se voda se nashromažďuje nad nepropustnými vrstvami půdy, a přes více porézní vrstvy odtéká směrem k erozní bázi (Dunaj). To je zásobárna půdní vody dunajského údolí. Nejspodnější vrstvu zásobárny půdní vody tvoří panonské sedimenty po celé oblasti, v nichž se střídají různé vodonosné a nepropustné vrstvy nejrůznějšího složení. Vertikální koeficient propustnosti horní vrstvy o 20-30 m tloušťky je 10^{-6}-10^{-7} m/s. Tloušťka horní panonské formace v této oblasti je cca. 500 m. Kvůli tlakovým poměrům vody ve vodonosných vrstvách půdní vody se přirozenou cestou nemohou dostat k vrstevním vodám.

Půdní voda v této oblasti tvoří souvislý systém, průměrná hladina půdní vody se táhne v jemnějších formacích (písek, jíl), v hloubce 8-10 m od povrchu země. Hladinu půdní vody určuje aktuální vodní hladina Dunaje.

V dobách vysoké vodní hladiny či záplav, řeka vytvoří zásoby ve vrstvách rezervoáru, půdní voda prosakující z pozadí opět nabude a dojde ke zvýšení její hladiny. Vliv kolísání vodní hladiny Dunaje přesahuje 8,5 m - dle údajů měřičů půdní vody se to projevuje především v pásu širokém 200-500 m podél řeky, tento vliv je však vykazatelný dokonce ještě ve vzdálenosti 1500 m od hrany břehu. Tento vliv je opožděný, v celém pásmu se projevuje pouze v dobách vytrvalých záplav, a hladina vody klesá v poměru vzdálenosti od břehu. Míra vlivu je v době krátkodobých povodňových vln zanedbatelná. Zvýšení hladiny půdní vody z důvodu záplav se projevuje 100-200 m od břehu cca. se dvoudenním zpožděním.

Vedle kanálu studené vody se max. hladiny půdní vody očekávají kolem 94 mBf. Ve vzdálenějších částech elektrárny od Dunaje mnoholeté průměrné sezonální kolísání hladiny vody je kolem 2 m. Rychlost proudění půdní vody není vyrovnaná, mění se v závislosti od zrnitostního složení zvodněné vrstvy.

Co se týká složení půdní vody, obsahuje hydrogenuhličitan vápenatý. Celkový průměrný obsah rozpuštěných látek vody je 300-400 mg/l, její pH mírně zásadité, celková průměrná tvrdost 15–25 nk°, charakteristická koncentrace chloridových iontů 20–30 mg/l, průměrný obsah sulfátových iontů 100–150 mg/l. Je na ní charakteristický vysoký obsah železa (0,5–1,0 mg/l) a manganu (0,3–0,8 mg/l) .

14.1 PŘEVLÁDAJÍCÍ PROCESY PROUDĚNÍ PODZEMNÍCH VOD V OKOLÍ AREÁLU

Půdní voda

Provedli jsme komplexní modelové průzkumy proudění půdní a vrstevní vody v užším okolí areálu JE Paks, dále související analýzu šíření nejmobilnějších radioaktivních izotopů a tritia (3H). Jelikož se elektrárna nachází na břehu Dunaje, hlavním faktorem pro tvorbu půdy a proudění vrstevní vody v okolí je samotný Dunaj a s ním úzce spojený kanál studené vody. Kromě těchto dvou hlavních faktorů má silný vliv rybník s názvem Kondor-tó a západní sprašový pás. Společné působení těchto faktorů určuje podmínky toku podzemních vod v daném období v okolí areálu.

Oblast se dá charakterizovat s níže uvedenými rychlostními polí:

- V blízkosti severní strany hlavní budovy a kanálu chladicí vody většinou vznikají podstatně větší rychlosti proudění půdní vody, než na jižní straně. Rozdíl může být řádově až 1-2 stupně zařazení.
- Na jihovýchodní straně se střetávají dvě zóny s opačným směrem proudění. Proto od vrtu O5 na sever se tvoří pomalu se pohybující zóna.
- V případě řady vrtů T (od řady vrtů O na východ) se tvoří proudění směru od rybníku Kondor-tó.

Na základě srovnání maximálních rychlostí se dá konstatovat, že se nejnižší rychlost tvoří v době střední hladiny vody Dunaje, $V_{min} = 7{,}7 \cdot 10^{-6}$ m/s. Nejvyšší rychlosti se tvoří při nejnižší vodní hladiny Dunaje, $V_{max} = 1{,}6 \cdot 10^{-5}$ m/s. Výše uvedené rychlostní hodnoty charakterizují oblasti podél Dunaje a kanálu chladicí vody, v blízkém okolí hlavní budovy je proudění půdní vody pomalejší. Znamená to vzdálenost 0,66 – 1,38 mm v blízkosti kanálu chladicí vody. Rozdíl hodnot rychlosti měřených v blízkosti hlavní budovy a kanálu chladicí vody může být řádově vyšší. Vzdálenost pohybu vody v okolí hlavní budovy za den, s ohledem na místo a čas se pohybuje v rozmezí 0,028 – 0,53 m. V nezavodněných zónách si můžeme všimnout také vertikální, oscilační pohyby. Jejich intenzita je o několik řádů menší, než rychlost v nasycené zóně.

K vyhodnocení vzájemného působení půdní vody a povrchových vod s ohledem na areál provozovny a jeho bezprostředního okolí jsme vypracovali hydrologický model ve vztahu k extrémním vodním hladinám Dunaje. Extrémní hodnoty jsme vyňali z datové řady hodnot třináctiletého období (2000-2013) vodočtu u Pakse a vodního objektu v blízkosti kanálu chladicí vody. Nejnižší hladina vody se ukázala dne 03. 12. 2011. U vodočtu v Paksi byla měřena hladina o 84,81

mBf, zatímco u kanálu chladicí vody 84,3 mBf. Nejvyšší hladina vody se ukázala dne 11. 06. 2013. U vodočtu v Paksi byla měřena hladina o 94,29 mBf, zatímco u kanálu chladicí vody 94,01 mBf.

V případě extrémně nízké vodní hladiny Dunaje procesy odpovídají procesům definovaným při nízké vodní hladině, tj. od rybníkové soustavy Halastavak směrem k Dunaji jsme pozorovali východní proudění, a směrem ke kanálu chladicí vody severozápadní proudění. Z areálu současné elektrárny se ukazuje severovýchodní, z areálu plánované elektrárny východní proudění, a půdní voda od západního sprašového pásu proudí východním směrem, tj. ke kanálu chladicí vody. To znamená, že v případě nízké vodní hladiny Dunaje se rybníková soustava chová jako zdroj, a kanál chladicí vody jako pohlcovač.

Ačkoli v případě extrémně vysoké vodní hladiny Dunaje procesy odpovídají procesům definovaným při vysoké vodní hladině, zpětné vzdouvání je o mnoho silnější. V jižní části Dunaje v blízkosti areálu jsme vypozorovali vzdutí západního směru, k rybníkové soustavě. Na východní straně kanálu chladicí vody vzniká jihovýchodní vzdutí, rovněž směrem k rybníkové soustavě Halastavak. Na jih od kanálu chladicí vody se proudy, směřující na západ a východ (od západního sprašového pásu) u obvodového záchytného kanálu spojí. Na západní straně kanálu chladicí vody (oblast rozšíření) jsme pozorovali severozápadní proudění, které se při setkání s jihovýchodním prouděním od západního sprašového pásu zmírní. V tomto případě zdrojovými články jsou Dunaj a kanál chladicí vody, zatímco rybníková soustava a obvodový záchytný kanál jsou pohlcovače.

Modelové rychlostní pole jsme spojili s takovými místy, u nichž jsme předpokládali, že dané místo, např. prostor pod bloky, technologické systémy nebo daný úsek potrubí může fungovat jako zdroj tritia. Při počítání tritiové čočky jsme se domnívali, že na vybraných místech, kde se tritium dostalo do země, se může tvořit vyšší koncentrace, než na místech bez zátěže. Model počítal další šíření množství tritia, které jsme na daných místech předpokládali a při spojení s měřenými údaji vpravili jako počáteční podmínku. Na tritiovou čočku danou jako počáteční podmínku, jsme přišli na základě simulace „steady state“, která předchází v čase měněnému (tranzientnímu) počítání, a řeší rovnice odpovídající časově ustálenému stavu. U počítání v souvislosti s tritiem jsme se zaměřili především na okolí hlavní budovy. Časy dosahu mezi hlavní budovou a této budově nejbližšími monitorovacími vrty je 1 - 6 měsíců, zatímco mezi hlavní budovou a Dunajem 12 - 20 let, podle vodní hladiny Dunaje. Tyto údaje, kromě modelového výpočtu, jsme validovali hodnotami $^3H/^3He$, vypočítanými z vysoce citlivého tritia a rozpuštěných izotopů helia.

Vrstevní vody

V okolí Pakse porózní vrstvy horního panonského geologického prostředí jímají vrstevní vody. Průměrné množství těchto vod je 1,0-1,5 l/s/km^2. Hloubka zvodněných vrstev se pohybuje mezi 60–229 m. Vodní hladiny studní v době jejich vzniku, v klidovém stavu se stabilizovaly nad úrovní daného terénu, můžeme tedy mluvit o studnách s pozitivním tlakem. Míra tlaku se pohybovala mezi +0,1 – +6,7 m. Měrné průtoky vody se pohybovaly mezi 5,2–87,7 l/minut/m, a teplota vytěžené vody mezi 14–23°C, dle hloubky zvodněných vrstev.

Na základě výše uvedeného, mělké vrstevní vody horního panonského geologického prostředí dle předpokladů tvoří několik, na sobě nezávislých, samostatných hydraulických systémů. Na základě tlakových poměrů komunikace je možná jedině od vrstevních vod směrem k půdním vodám.

Kvalita vrstevních vod závisí zejména od složení zvodněných vrstev. Základní typ složení vod bývá vápník-hořčík-vodík-karbonát, se zásaditým pH. Celkový obsah rozpuštěných látek většinou nedosahuje koncentrace 1000 mg/l. Vody z hlubších vrstev většinou obsahují více rozpuštěných solí. Obsah chloridového iontu (10–190 mg/l) roste v závislosti na hloubce. Voda je prakticky bez sulfátů. Z důvodu značného obsahu železa a manganu voda se musí upravovat.

JE Paks je pitnou vodou zásobena z vodního zdroje Csámpa-puszta. Podle současného stavu, těžební a monitorovací systém tvoří 4 vrty těžební a 3 rezervní studny. Celkový objem těžebních vrtů kolísá kolem 800 m^3/den, což ve fázi výstavby Paks II. , na základě předchozích výpočtů, se zvýší na cca. 1400-1500 m^3/den. Nárůst činí cca. 650 m^3/den. V uplynulých 10 letech (období mezi 2004 a 2013) míra čerpání ukazuje klesající tendenci, a v důsledku toho jak stabilizované, tak i provozní hladiny vody se zvýšily. Určili jsme směry proudění, vznikajícího v okolí těžebních vrtů, cesty vody v dosahu 50 let, a depresní kužely, vznikající pod vlivem zvýšeného čerpání. Podle hydrologického modelu vodního zdroje je vyloučeno, aby se půdní voda, nacházející pod JE Paks dostala do vodního zdroje Csámpa-puszta, je to totiž oblast s prouděním směrem nahoru, tlak tedy s hloubkou roste. Přítomnost případného komponentu čerstvé vody ve vrstevních vodách jsme jak u Csámpy, tak v případě vrtu v areálu elektrárny i pomocí vysoce přesných laboratorních kontrolních měření vyloučili.

14.2 DOPADY VÝSTAVBY A PROVOZU PAKS II. NA GEOLOGICKOU FORMACI A NA PODZEMNÍ VODY

V projektové fázi s ohledem na geologickou formaci není třeba počítat s prací velkého rozsahu, ani s důsledky, které z nich plynou. Dle předpokladů se budou provádět menší zemní práce jaké jsou kácení stromů a přeložky inženýrských sítí. V oblasti výstavby a také v obslužných částech se nachází několik monitorovacích vrtů, jejichž zrušení nebo přemístění je nutno zajistit.

Zemina vznikající z hloubení pracovních jam při zakládání nových objektů, jsou většinou kvalifikovány jako odpad, je však možné zajistit jejich umístění na staveništi. K úpravě humózních vrstev je nutno předem připravit projekt/plán odstranění humusu. Selektivně vytěžená humózní ornice se v areálu investiční stavby může odvézt na sklad a může být později využita k tvorbě parků. Další možností je, že po jejím odvezení ze staveniště se v oblasti s podobnými kvalitami půdy využije k posílení vrstvy ornice. Vliv přípravných prací je neutrální. Vytěžení humózní půdy během výstavby má jednorázové působení a jeho doba se dá dobře vymezit. Humózní půdy, které čekají na vytěžení, budou využívány, proto je vliv této činnosti pozitivní.

S vybudováním pracovních jam, svahů a přípravných cest se dostává do popředí i otázka prašnosti. Tento vliv působí jen do hloubky 20 cm. Průměrná směrodatná zrnitost zeminy vytěžené z pracovních jam se pohybuje mezi 0,1–0,3 mm, proto tyto půdy mají sklon k prašnosti. Prašnost zeminy se projevuje především v suchém letním období. V zimním půlroku, při nižších teplotách a vysoké vlhkosti, je tento jev zanedbatelný. Prašnost zeminy z hlediska kvality vzduchu je nepříznivý vliv, hlavně v užším okolí míst zemních prací; velikost dotčené lokality závisí od rozměrů pracovních jam. Jev prašnosti je dočasný, souvisí jen s otevřenými pracovními jamami - nepříznivý vliv se dá snížit zavlažováním a zajištěním štěrku na dopravních cestách.

Stabilitu pracovních jam vyhloubených pro základy, nad půdními vodami ohrožují především intenzivní srážky. Písčité půdy jsou velmi citlivé na erozi, a proto dostatečný stav pracovních jam se dá zajistit jen profesionálně řešeným odváděním srážkových vod (příkopy, šachty, stabilizace zeminy, štětové stěny).

Následkem hmotnosti instalovaných objektů se dá očekávat zvýšení zatížení vrstev. Následek stoupajícího zatížení vrstev je postupné hutnění, kompakce půd. Objem písčitých sedimentů s rovnoměrnou velikostí zrn již po jejich usazení, z důvodu jednoduché reorganizace zrn, se může snížit až o 20 %. Nejvíce se stlačují jemnozrnné sedimenty s obsahem organických látek, a nejméně úlomkovité sedimenty s hrubšími zrny (štěrkopísek). V oblasti výstavby se nacházejí všechny tyto útvary, ale zatěžující vliv se může týkat zejména písčitých sedimentů. Vliv pokládání základů z hlediska podloží můžeme považovat za neutrální, některé fyzikální vlastnosti půdy (např. hutnost, schopnost vést vodu) se dokonce mohou zlepšit. Zároveň nerovnoměrné poklesy půdy v důsledku hutnění mohou mít na konstrukci staveb nepříznivý vliv.

Odvodnění pracovní jámy vyhloubené za účelem tvorby základů během výstavby nové elektrárny ovlivní hladinu půdní vody, nebo-li se odvodněním odstraní velké množství půdní vody, která se vpustí do Dunaje. Na základě technických půdorysů jsme umístili budovy bloků, plánované s hlubinnými základy, které jsme ve stavu po výstavbě definovali jako neaktivní buňky (buňky vyřazené z proudění podzemních vod). Podle technických údajů hloubka základů výše uvedených budov se dá předpokládat v rozmezí 16-20 m. Při našem průzkumu konzervativním způsobem počítáme jednotně s hloubkou 20 m. Vytvoření základů nových bloků pravděpodobně nebude probíhat ve stejnou dobu, proto i v modelu jsme jejich vliv brali zvlášť (nejdříve 1. blok Paks II. , a poté 2. blok.

Pracovní jámu, která je v modelu považována jako neaktivní buňka, jsme obklopili drenážní sítí. Množství vody protékající přes drenážní síť, odpovídá množství vody, kterou je nutno při odvodnění odstranit. V praxi pravděpodobně bude potřeba umístit kolem pracovní jámy jakousi ochrannou zeď nebo štětovou stěnu, která bude bránit před zpětným přítokem, resp. plní úlohu fyzické stabilizace svahu. V modelu jsme pracovní jámu obklopili zdí, jejíž hloubka o několik metrů převyšuje 20 metrovou hloubku pracovní jámy.

Průměrná hodnota kolísání hladiny vody v jednom roce, měřeného v monitorovacích vrtech nacházejících po celém areálu, je o něco vyšší, než 3 m, zatímco průměrná hodnota kolísání hladiny vody v jednom roce, měřeného v monitorovacích vrtech umístěných v severní části areálu, na staveništi a v obslužných místech stavby, je o něco vyšší, než 4 m. K určení hranic dotčené lokality jsme vliv odvodnění pracovní jámy definovali průměrnou hodnotou kolísání hladiny vody v jednom roce, měřenou ve všech monitorovacích vrtech areálu.

V bezprostředním okolí severní strany nynější elektrárny se ukazují hodnoty „odsávání“ 3 až 3,5 m. To s velkou pravděpodobností nemůže působit u severní strany budovy statické problémy, neboť se půda během let pod tíhou budovy konsolidovala, resp. i v současné době na budovu působí alespoň takový vliv díky kolísání hladiny vody Dunaje. Během odvodnění základové jámy druhého bloku se dá pozorovat menší snížení hladiny vody, neboť půdorys objektů 2. bloku je menší. Dotčená lokalita nesahá až k severní hranici nynějších bloků, proto se nedá očekávat žádný jiný vliv v oblasti stávajících bloků. Je nutno však při zakládání prvního bloku mít zřetel na vliv odvodnění druhého bloku.

Depresní kužel, vznikající po odvodnění základových jam, si vodu „přitáhne“ ze svého okolí, co má za následek pohyb také nejpohyblivější znečišťující látky, tritia. Zóna tritia v základní poloze proudí směrem ke kanálu chladicí vody, tj. na sever a severo-východ. Pod vlivem odvodnění se zóna otáčí na sever.

Z hydrologického modelu areálu se dá vyvodit dva závěry, jednak, že odvodnění má velmi omezený vliv (dotčená lokalita s 10 m průměrem) za druhé, že jakákoliv znečišťující látka, která se dostává do půdní vody, jen nepřímou cestou (půdní voda→Dunaj) se může dostat do sousedních zemí. Vnik jakýchkoliv znečišťujících látek do půdní vody je za řádného provozu nepovolený. Dá se i obecně říci, že množství znečišťujících látek, které se dostanou do půdní vody třeba i v případě poruchy provozu, je pouze zlomek plánovaného vypouštění kapalných látek, proto to nebude mít vliv překračující státní hranice, resp. v rámci limitu poruch nebude měnit určující vlivy, které jinak působí na základě atmosférických poměrů.

Prezentace cest proudění a časů dosahu, vyvozených z upraveného hydrologického modelu areálu (doplněného o nové bloky, rozšíření kanálu teplé a chladicí vody, polohou jiných objektů, které mohou změnit nynější proudění) byla uskutečněná v souladu s charakteristickou nízkou, střední a vysokou hladinou vody Dunaje). Prohlížení modelů představují permanentní stav, což znamená, že vodní hladina Dunaje po celou periodu provozu je konstantní. Samostatný provoz Paks II. bude trvat od r. 2037 do r. 2090. Pravděpodobně se jednotlivé periody provozu budou překrývat. Vliv Paks II. na směr a rychlost proudění půdní vody se dá vypozorovat pouze v prostorách pod objekty s hlubinnými základy a v jejich bezprostředním okolí. Na boční straně objektů proudění nabere jiný směr, ale určující směr proudění i tak vede ke kanálu chladicí vody. V prostorách pod objekty se zvýší rychlost proudění, neboť mezi jílovitější vrstvou a základy voda proudí přes menší objem. Při nízké a střední vodní hladině Dunaje směry neodchýlí od výše uvedeného, změní se pouze rychlost, a to tak, že při nízké vodě vznikne největší rychlost ve směru ke kanálu chladicí vody. Zdůrazňujeme, že modely odráží pesimistické odhady a vztahují se na 53 let. Na Dunaji nikdy nevzniknou tak malé a velké vody, aby trvaly třeba až přes půl roku, neboť průtok vody a vodní hladina řeky se neustále mění.

Na základě cest proudění a předpokládaného umístění technologických systémů jsme učinili návrh na místa instalace sítě monitorovacích vrtů jakou součást monitorovacího systému půdní vody. Monitorovací vrty je nutno umístit tak, aby kdekoliv dojde nekontrolovanému průsaku do půdní vody nebo případně do nezavodněné zóny, monitorovací systém to dokázal detekovat s velkou jistotou, v co nejkratší době a co nejdřív před vléváním znečištěné vody do Dunaje. Při plánování vrtů jsme měli zřetel na to, aby vliv obou elektráren byl jednoznačně oddělitelný, a na to, že prvotně dotčená vrstva je zóna půdní vody nad nepropustnou vrstvou. Síť monitorových vrtů jsme zařadili do dvou skupin: na vrty s možností okamžitého provedení a na vrty v blízkosti blokových objektů, které je účelné vybudovat po dokončení základů a terénních úprav. U vrtů vrstevní vody je nutno brát zřetel na to, aby chyba při vrtání nebo drastické snížení tlaku vrstevní vody, dále ani jejich společné působení nemohlo vyvolat migraci případných znečišťujících látek do vodního zdroje. Jelikož tyto vrty ani ve fázi jejich stavby, ani ve fázi pozdějšího provozu neposkytují zásadnější informace navíc, vrty vrstevní vody doporučujeme stavět jen v omezeném počtu.

Jelikož v případě řádného provozu elektrárny, radionuklidy, vypouštěné ze dvou nových bloků, resp. ze čtyř starých a dvou nových bloků dohromady, zdaleka nezvyšují celkovou aktivitu alfa o koncentraci v míře 0,1 Bq/dm^{3}dunajské vody, a celkovou aktivitu beta o koncentraci v míře 1 Bq/dm3, jediný izotop s měřitelným vlivem bude tritium. Koncentraci aktivity tritia v případě malé vody dokážou zvýšit oba bloky maximum o 0,96 Bq/dm3, zatímco čtyři staré a dva nové bloky dohromady o 2,14 Bq/dm3. Chceme-li to shrnout, koncentrace aktivity tritia nynějších srážek je 0,5-2 Bq/dm^3, a hranice pro omezení pitné vody je 100 Bq/dm^3, nemá tedy významnější vliv ani na Dunaj, ani na vodní zdroje jímající vodu z břehové infiltrace.

14.3 PORUCHY A HAVÁRIE

Vzhledem k tomu, že se ve scénářích neočekává průnik radioaktivních znečišťujících látek do podzemní vody, znečištění podzemních vod je možné jen bezprostředně: Atmosféricky nebo vymíláním na povrch země a poté šířením v nenasyceném pásmu až do dosažení pásma nasycení. Tento proces nebude mít vliv na podzemní vody, a to díky velké sorpční schopnosti půdy, resp. díky dlouhému časovému úseku šíření, třeba v trvání několik set let (doba vsaku může spadat od několika let až do intervalu 10 let dokonce i v případě tritia). Zároveň je pravda i to, že po případném dosažení saturované zóny, díky rozhodujícím podmínkám proudění, konečným pohlcovačem spodní vody (a s ní migrujících látek) bude Dunaj. Jelikož však doba šíření mezi areálem a Dunajem, dokonce i v případě tritia proudícího s podzemní vodou, spadá do intervalu délky až 12-20 let, k řešení případných událostí a na zmírnění dopadů do přenesení vyloučených znečišťujících látek do řečiště Dunaje je k dispozici dostatečně dlouhá doba. Proto na vodní zdroje jímající vodu z břehové infiltrace tato událost nebude mít vliv.

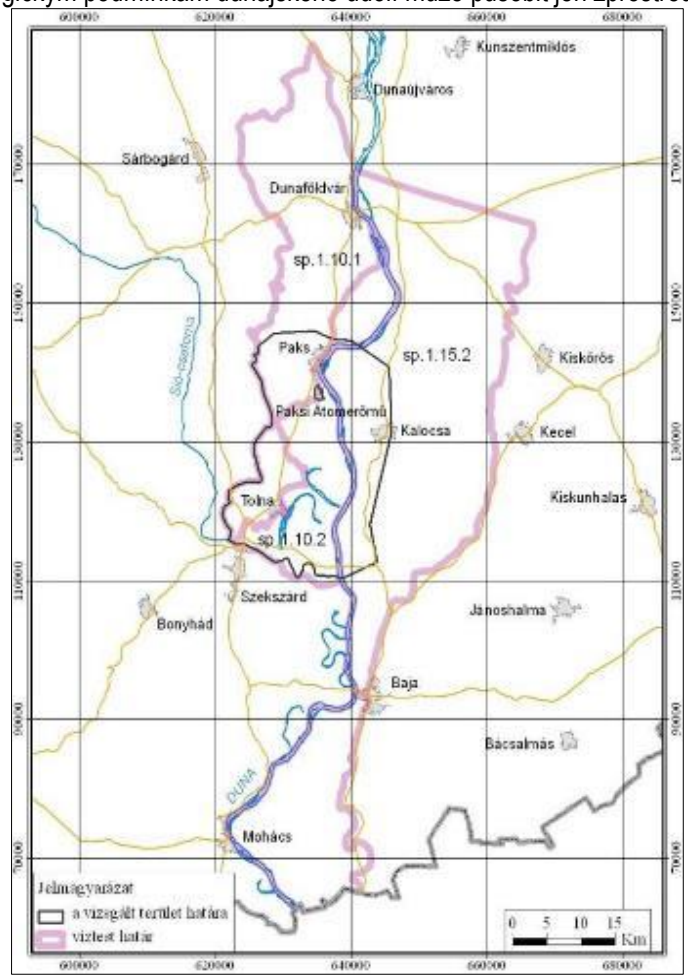
V plánované oblasti nových bloků za nejpravděpodobnějším zdrojem potencionálního znečištění můžeme označit skladování chemikálií a motorové nafty, dále transformátorové oleje.

Šíření znečišťujících látek s obsahem ropných látek určují 4 procesy, a to advektivní transport, disperze, sorpce a biodegradace. Zatímco poté, co se zastaví vsakování oleje, v pásmu vsakování zůstává pouze množství oleje, adsorbované na půdní zrna (tedy poměrně malé množství), v kapilárním pásmu dochází ke vzdutí množství volného oleje, jehož pohyb omezuje působení kapilárního tlaku. Zatímco v průsakovém pásmu se olej poměrně rychle pohybuje, v kapilárním pásmu může být zadrženo větší množství oleje i po dobu několika měsíců, dokonce i let. Největší rychlost šíření olejové kapky v geologické formaci se nachází v rozmezí max. 10^{-8} m/s. Areál elektrárny se nachází ve vzdálenosti cca. 1000 m od hrany břehu Dunaje, tj. migrující olejová kapka by doputovala do řečiště za cca. 3000 roků. Jelikož znečišťující látky s obsahem ropy jsou ve vodě málo rozpustné (20-80 mg/l), jejich transport bezprostředně podzemní vodou nebude rozhodující faktor, ačkoliv může k tomu dojít za 12 až 20 let. Doba biodegradace u ropných derivátů spadá do intervalu 1 až 2 roky (při zajištění dostatečného množství kyslíku), proto pro oddělení a odstranění olejové kapky, než by se dostala do řečiště Dunaje, zůstává dost času.

Chemikálie, které se užívají (skladují) ve velkém množství, jsou následující: Kyselina boritá (v pevné formě a rozhodně uvnitř kontejnmentu), hydrazin, amoniak, hydroxid-sodný, hydroxid draselný, kyselina chlorovodíková a kyselina dusičná. Čerpací stanice bude řešena tak, aby při odčerpání chemikálií nemohlo docházet k jejich průsaku či vytékání. Aby se při mimořádných událostech chemikálie nemohly dostat do životního prostředí, budou vybudovány odpovídající bazény, a proto v tomto případě se nemusí počítat se zátěží na půdu nebo podzemní vody.

15 GEOLOGICKÁ FORMACE A PODZEMNÍ VODA V ÚDOLÍ DUNAJE

Podle bodu 2. c) Přílohy č. 2 Nařízení vlády č. 219/2004 (ze dne 21. VII. 2004) o pravidlech ochrany kvality podpovrchových vod, ŽP JE Paks z hlediska stavu podpovrchových vod je považováno za citlivé prostředí. Vliv Paks II na podzemní vody mimo areál díky hydrogeologickým podmínkám dunajského údolí může působit jen zprostředkovaně, a to přes Dunaj.

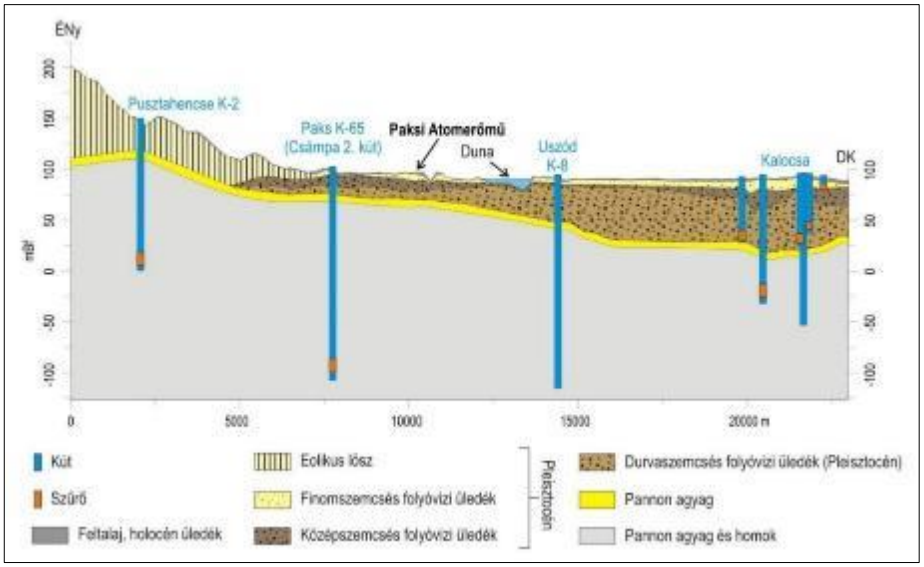


Jelmagyarázat	Vysvětlivky
a vizsgált terület határa	hranice zkoumané oblasti
Viztest határ	hranice říčního tělesa

Obr. 74: Vztah dotčených vodních útvarů a zkoumané oblasti

Vztah řeky Dunaje a systému podzemní vody je různorodý, řeka ovlivňuje podzemní vody různými způsoby a v různé míře, její vliv závisí od toku řečiště.

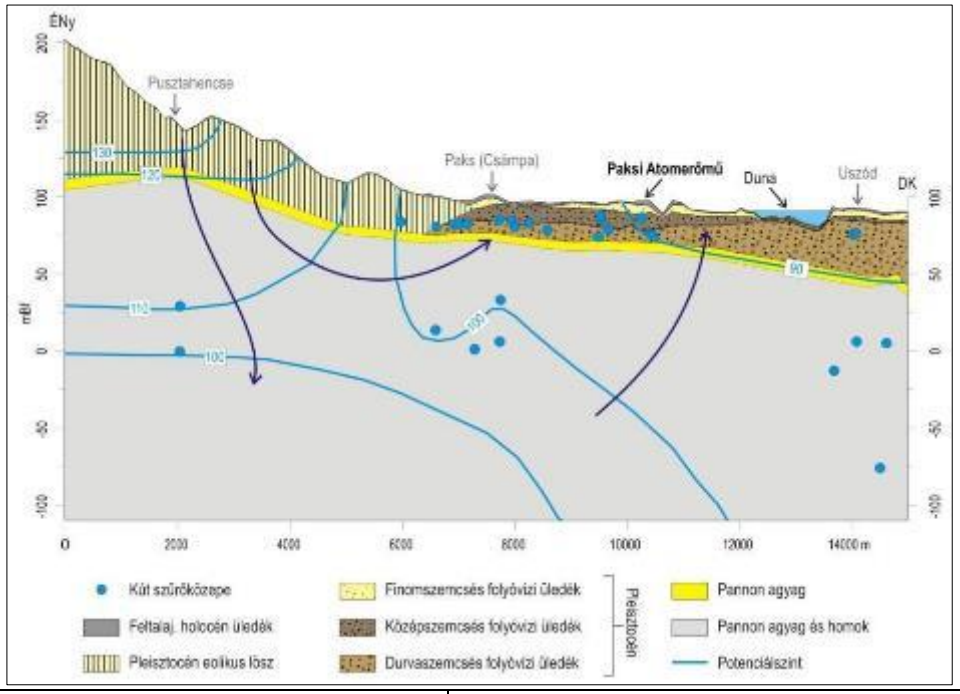
Podzemní vodu jímá aluviální, štěrkovité a pískovité pleistocenní, holocenní geologické prostředí. Obecný směr proudění kopíruje svahovitý ráz krajiny, směr proudění je na pravém břehu Dunaje SZ - JV, a na levém břehu V - Z. Nejvyšší hladiny podzemní vody můžeme najít ve sprašovém pásu, na Z od Pakse. Hydraulický gradient od obce Mezőföld se směrem k Dunaji značně snižuje.



Kút	Studna
Szürö	Filtr
Feltalaj, holocén üledék	Povrch půdy, holocen sedimenty
Eolikus lösz	Spraš
Finomszemcsés folyóvizi üledék	Jemnozrnný říční sediment
Középszemcsés folyóvizi üledék	Říční sediment se středně velkými zrny
Durvaszemcsés folyóvizi üledék (Pleisztocén)	Říční sediment hrubozrnný
Pannon agyag	Panonský jíl
Pannon agyag és homok	Panonský jíl a písek

Obr. 75: hydrogeologická vrstva se směřováním SZ-JV táhnoucí přes zkoumanou oblast

Za přirozených podmínek podzemní vody proudící z pozadí Dunaj odčerpává. Dunaj, ve srovnání s kolísáním hladiny podzemních vod, svými velmi rychlými změnami vodní hladiny reguluje hladinu podzemní vody, která se vyskytuje podél břehů. Za přirozených podmínek vsakování, šíření tlaku je jen zřídka spojené se skutečným vnikem do zvodněné vrstvy podzemní vody. Dunajská tlaková vlna většinou působí spíše zpětné vzdouvání podzemních vod, než aby je stlačila zpět do horninových vrstev.



Kút szűröközepe	Střed filtrace ve studně
Feltalaj, holocén üledék	Povrch půdy, sedimenty z dob holocénu
Pleisztocén eolikus lösz	Eolický spraš z dob pleistocénu
Finomszemcsés folyóvizi üledék	Jemnozrnný říční sediment
Középszemcsés folyóvizi üledék	Říční sediment se středně velkými zrny
Durvaszemcsés folyóvizi üledék	Říční sediment hrubozrnný
Pannon agyag	Panonský jíl
Pannon agyag és homok	Panonský jíl a písek
Potenciálszint	Potenciální profil

Obr. 76: Potenciální profil přes areál JE Paks

Na základě vyhodnocení časových řad vodní hladiny naměřených v monitorovacím systému, provozovaném Jadernou elektrárnou Paks a Ředitelstvími vodního hospodářství, dotčená lokalita Dunaje z hlediska hydrodynamiky se na pravém břehu táhne v případě největších povodňových vln ve vzdálenosti cca. 1 000 m od břehu, a na levém břehu ve vzdálenosti 1 200 m.

Dotčená lokalita Dunaje z hlediska hydrodynamiky se však neshoduje s rozsahem šíření znečišťujících látek z řečiště Dunaje. Ve většině roku z pozadí podzemní voda prosakuje k Dunaji; Dunaj z rezervoáru vodu odčerpává. Z Dunaje v přirozených podmínkách voda prosakuje do geologického prostředí rezervoáru půdní vody jen v případě strmých povodňových vln. Voda se pohybuje k pozadí jen do té doby, dokud vodní hladina Dunaje tento opačný systém proudění udržuje.

V úsecích, kde podél břehu je v provozu řada čerpacích studní, proudění od Dunaje se stane nepřetržitým.

Vodní zdroj jímající vodu z břehové infiltrace je ve zkoumané oblasti provozu jen jeden, na levém břehu Dunaje, je to vodní zdroj s názvem Foktő-Barákai (Kalocsa-Barákai), který zajišťuje zásobení města Kalocsa vodou. Do budoucna plánovaným vodní zdrojem, které zatím teoreticky disponuje stavebním povolením, je vodní zdroj „Gerjen Észak“, kde se plánuje vodárna pro město Szekszárd.

Úsek Dunaje pod JE Paks, díky své geologické struktuře, má k dispozici velké zásoby kvalitní vody z břehové infiltrace. Proto je stát zaopatřuje jako potenciální zdroj zásoby vody. Za účelem dlouhodobé ochrany těchto zásob byly určeny tzv. výhledově významné vodní zdroje, jejichž ochranné pásmo bylo stanoveno v Nařízení vlády č. 123/1997 (ze dne 18. 07.). Oblast vodních zdrojů je dle zákona zvláště citlivou lokalitou. U výhledově významných vodních zdrojů z břehové infiltrace ve zkoumané oblasti se dílčí poměr dunajské vody z celého potenciálně čerpaného množství vody odhaduje na cca. 50 %.

Dotčená lokalita Dunaje z hydrodynamického hlediska se neshoduje s pásmem vlivu, který řeka vyvíjí na podzemní vody v areálu Paks II. Výsledky modelování povrchové vody v areálu a v Dunaji svědčí o tom, že ani během provozu, ani v době poruch se v řece nešíří dál takové znečišťující látky, s jakými bychom měli počítat při studiích nepřímých vlivů.

Nepřímý vliv Paks II na spodní vody dunajského údolí se projevuje z důvodu tepelného působení řeky.

Teplotu podzemních vod podél břehů ovlivňuje teplota Dunaje, která se po ročních obdobích mění. Způsob a míra přenosu tepla mezi vodou v korytě Dunaje a vod proudících pod zemí probíhá dle aktuálních hydrologických a teplotních poměrů. Přírodní pochody mění tepelná zátěž vyvolávaná elektrárnou Paks II. Změny, probíhající v podzemních vodách v budoucnu, v prostoru a čase jsme zjišťovali pomocí numerického hydrodynamického modelování, včetně simulace přenosu tepla.

Na rozdíl od povrchových vod, legislativa neupravuje horní limitní hodnotu teploty podzemní vody, po jejíž dosažení může být útvar spodní vody kvalifikován jako voda stavu špatného, proto vliv Paks II vyhodnocujeme na základě způsobené teplotní změny (ΔT). Jako výchozí stav jsme stanovili stav bez působení provozu Paks II (2014). Stav jsme zjišťovali pro rok 2032 pro případ společného provozu JE Paks a Paks II a pro rok 2085 pro případ samostatného provozu Paks II (po ukončení provozu bloku jedna). Teplotní parametry Dunaje na tato období poskytly výsledky modelování povrchové vody Dunaje.

Při analýze vlivů jsme se kvůli větší bezpečnosti uchýlili ke konzervativnímu odhadu, tj. jsme zadali extrémní hydraulické případy (letní stav malé vody a povodňová vlna přicházející po letní malé vodě).

Závěrem jsme konstatovali, že nepřímý vliv Paks II ani v případě konzervativního předpokladu nevyvolá v systému spodních vod monotónní a trvalé zvýšení teploty vody. Ke zvýšení teploty podzemní vody o několik °C může dojít jen v letním období, v trvalé hydraulické situaci malé vody. Podle hydrodynamického modelování, v době největší zátěže, tj. společného provozu JE Paks a Paks II (2032) v okolí místa vyvedení teplé vody, ve vrstvách blízkých povrchu, který je nejvíce ovlivněn tokem živé vody Dunaje, i v nejhorším případě se dá předpokládat zvýšení teploty podzemní vody o pouhých 2,8 °C. Zároveň na hranici zkoumané oblasti, v linii kanálu Sió se dá předpokládat zvýšení teploty o pár desetin °C.

V případě samostatného provozu Paks II (2086) tyto hodnoty se sníží na hodnotu téměř stejnou jako tomu je v současném výchozím stavu. Zvýšení teploty v linii kanálu Sió již není patrné.

Ve vrstvách písčitých štěrků, které hrají významnou roli z hlediska míst čerpání vody, zvýšení teploty v podstatě zůstává pod téměř nevykazatelnou hodnotou 1 °C.

Na základě našich nynějších vědomostí, zvýšení teploty podzemní vody o několik mála ° C nepůsobí změnu v kvalitě vodních útvarů. Nedojde k tomu ani v přirozených systémech, ani ve vrstvách ovlivněných vodními objekty. Také nemá škodlivý vliv na výrobu vody vodními objekty.

16 HLUK A VIBRACE

16.1 HLUKOVÉ A VIBRAČNÍ ZÁTĚŽE - MĚŘENÍ VÝCHOZÍHO STAVU

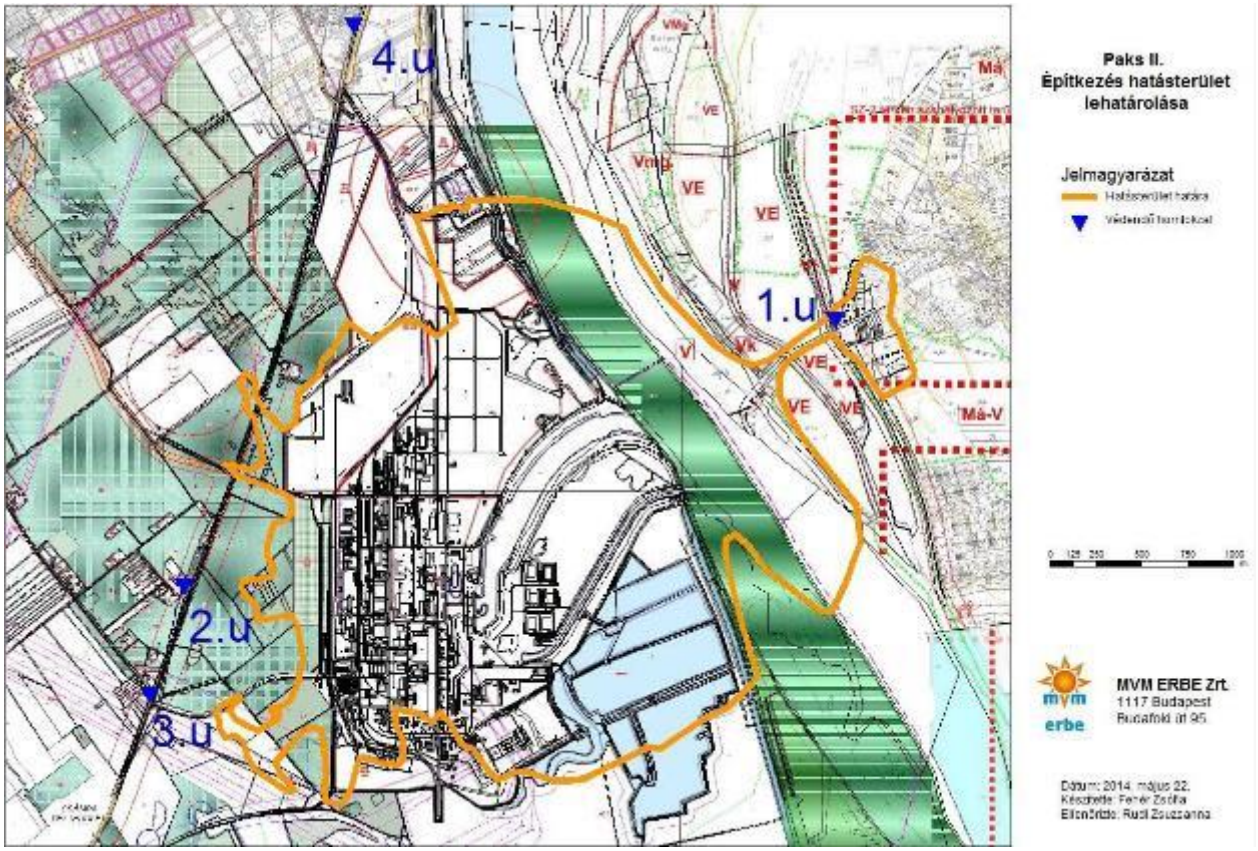
O hlukové zátěži z hlediska dopravy v okolí elektrárny se dá obecně říci, že emise hluku z dopravy veřejných komunikací s velkým provozem podél obydlených míst je velmi značná, a situaci obcí dotčených dopravou z hlediska hluku jednoznačně určuje rozptyl dopravy a její hustota. Obecné limity hlukové zátěže obydlených míst dotčených dopravou nebo umístěných v blízkosti hlučných komunikací ve více případech překračuje mezní limity na danou oblast platné hlukové zátěže. Doby nejsilnějšího provozu bývají kolem 5 hodiny ranní a v rozmezí 8-9 hodin a odpoledne mezi 15. 00-18. 00 hodinami, v mezidobí se na nejvíce místech provoz zmírňuje a na noční dobu se vesměs zastaví. Z toho plyne, že hlukové zátěže a překračování limitní hodnoty se vážou také těmto vrcholovým dobám. V okolí obytných domů na březích Dunaje, které jsou osvobozeny od úseků velkých komunikací, jsou obecné limity hlukové zátěže všude pod povolenou limitní hodnotou.

V souvislosti s výstavbou nového objektu s ohledem na všechny body měření se dá říci, že vibrace pocházející z vibračního zdroje, dále působené automobilní a železniční dopravou, indukovanou vibračními zdroji umístěnými na předpokládané dotčené lokalitě Paks II, vyvolala zvýšení vibrační zátěže. Po vyhodnocení všech dat měřených v průběhu zjištění základní limity vibrační zátěže se dá konstatovat, že zátěž, ve vztahu k dobám měření a vyhodnocení, ve všech ortogonálních směrech je nižší, než limitní hodnota, dále nejvyšší hodnota vibrační zátěže ve všech ortogonálních směrech je nižší, než prahová hodnota vibrace.

16.2 DOPAD VÝSTAVBY PAKS II A SOUVISEJÍCÍ POTENCIÁLNĚ DOTČENÁ LOKALITA

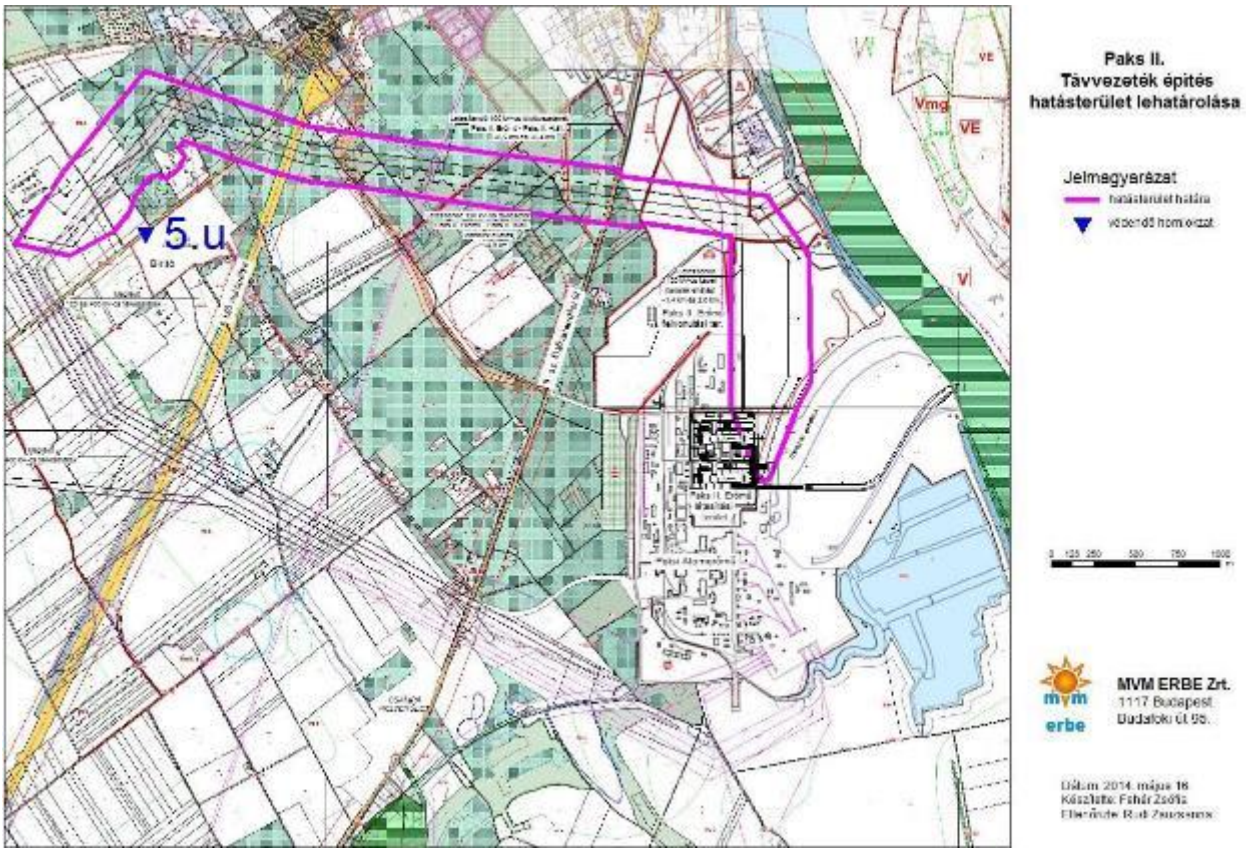
S ohledem na prostředí a na různé objekty, které mají být pod ochranou, limitní hodnoty hlukové zátěže ve všech fázích stavební činnosti, prováděné na území areálu nebo podél dálkových vedení, je možno dodržet. U bodů podél státní silnice M6, které mají být pod ochranou, limitní hodnoty hlukové zátěže, jak základní míra zátěže, tak o 0,6-0,8 dB zvýšená zátěž působená dopravou související s výstavbou Paks II, je možno dodržet. U bodů podél státní silnice 6, které mají být pod ochranou, výsledky výpočtů (a také měření výchozího stavu) za současného výchozího stavu ukazují překročení. Díky zvýšenému dopravnímu provozu plynoucímu z výstavby Paks II, dle předpokladů se hodnoty výchozího stavu o 0,8-2,1 dB zvýší. V případě přejezdu 1 ks nákladní železniční soupravy v době výstavby, u objektů, které mají být pod ochranou, je možno dodržet limitní hodnoty.

Celková dotčená lokalita výstavby, která proběhne v prostorách areálu, zahrnuje areál JE Paks, neobydlené okolní prostředí, dále Dunaj a obytné domy na západním okraji obce Dunaszentbenedek (obr. č. 77). Celková dotčená lokalita z hlediska výstavby dálkového vedení zahrnuje hospodářskou oblast v okruhu cca. 70 km od místa staveb, dále cca. 100-150 m, před hlukem nechráněné prostředí a 120-300 m ve směru k obci Biritó. (obr. č. 78) Hluková zátěž působená silniční dopravou se v době demontáže a výstavby bude pohybovat kolem 0,6-2,1 dB, takže dotčená lokalita s bezprostředním působením hluku, definovaná v nařízení, v době demontáže a výstavby je z hlediska silniční dopravy nerelevantní. Teoretická hranice potenciálně dotčené lokality v případě žádné z pozorovaných obcí nedosahuje oblasti či budovy, nacházejících se pod ochranou, takže vodní přeprava (která je minimální - 1 ks motorová loď pluje se 6 ks čluny denně) spojená výhradně s občasnou činností ohledně pokládání základů, nemá dotčenou lokalitu. V oblasti nebo u průčelí nacházejících se pod ochranou, z důvodu železniční dopravy v době výstavby (projíždí denně 1 ks nákladní soupravy) se potenciálně dotčená lokalita nestanovuje. Z důvodu výstavby Paks II se nedá předpokládat působení hluku překračující státní hranice.



Építkezés hatásterület lehatárolása	Ohraničení dotčené lokality
Jelmagyarázat	Vysvětlivky
Hatásterület határa	Hranice dotčené lokality
Védendö homlokzat	Chráněný štít

Obr. 77: Celková dotčená lokalita při výstavbě areálu

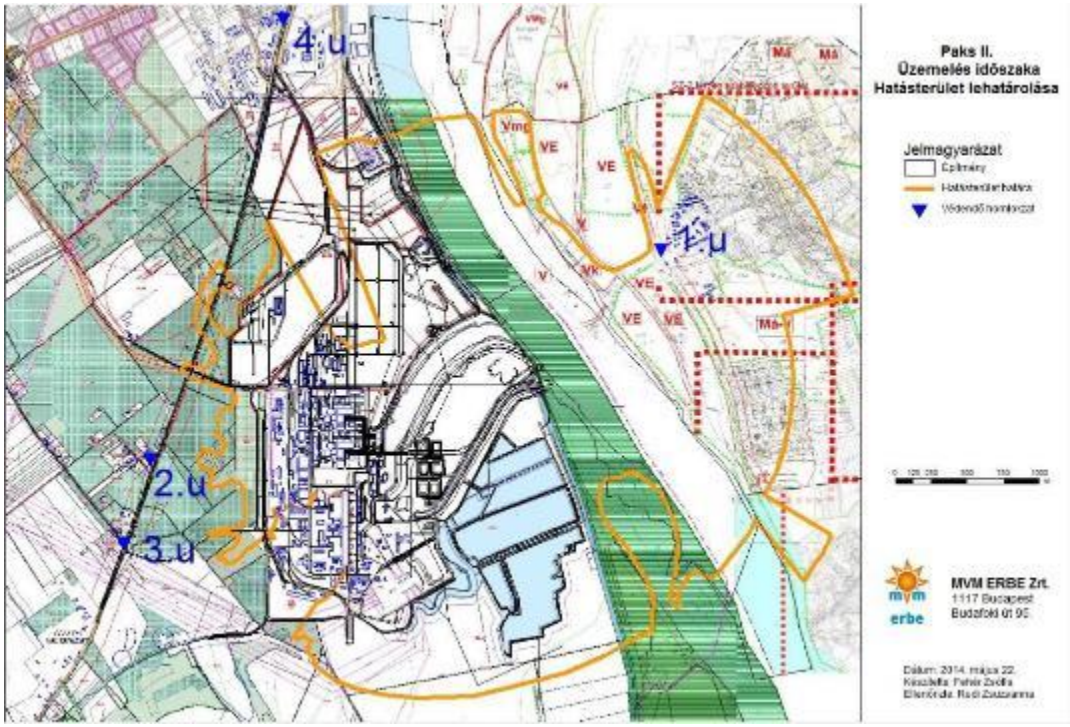


Távvezeték építés hatásterület lehatárolása	Ohraničení dotčené lokality
Jelmagyarázat	Vysvětlivky
Hatásterület határa	Hranice dotčené lokality
Védendö homlokzat	Chráněný štít

Obr. 78: Celková dotčená lokalita výstavby dálkového vedení

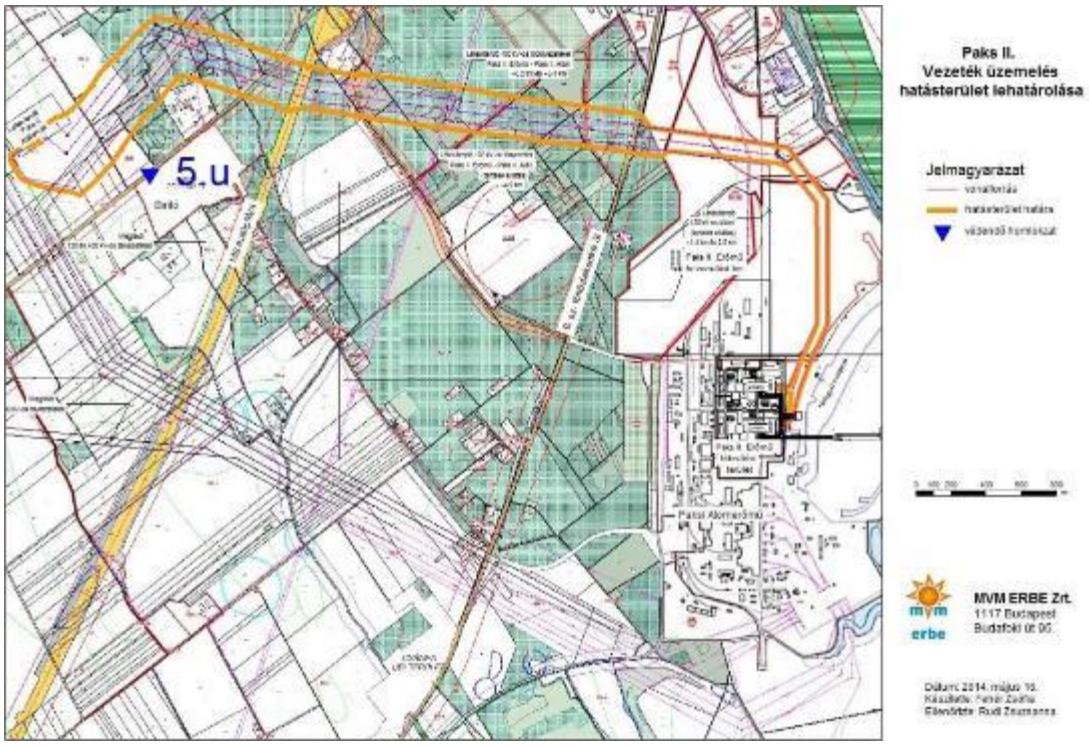
16.3 DOPAD PROVOZU PAKS II A SOUVISEJÍCÍ POTENCIÁLNĚ DOTČENÁ LOKALITA

Emise hluku elektrárny v obydlených částech, při učinění potřebných opatření pro snížení hluku, zůstává v rámci limitní hodnoty hlukové zátěže, která je platná pro danou lokalitu. Předpokládaná hodnota hlukové zátěže, působené provozem dálkových vedení, je v případě chráněného průčelí minimální. Zvýšení provozu, ke kterému dojde v době provozu Paks II, z hlediska hlukové zátěže nepřinese změnu, která by byla vnímatelná.



Üzemelés időszaka Hatásterület lehatárolása	Ohraničení dotčené lokality v době provozu
Jelmagyarázat	Vysvětlivky
Építmény	Stavební objekt
Hatásterület határa	Hranice dotčené lokality
Védendö homlokzat	Chráněný štít

Obr. 79. : Dotčená lokalita provozu



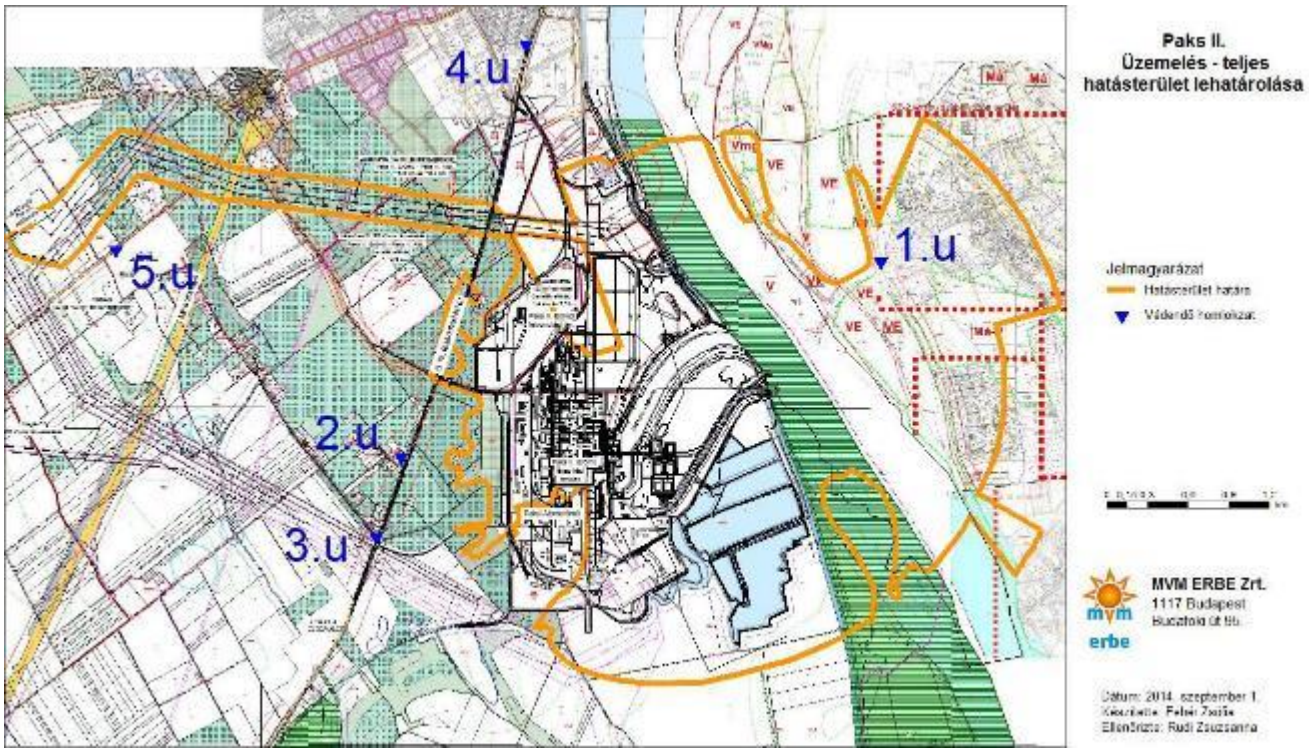
Vezeték üzemelés hatásterület lehatárolása	Ohraničení dotčené lokality provozu dálkového vedení
Jelmagyarázat	Vysvětlivky
Vonalforrás	Liniový zdroj
Hatásterület határa	Hranice dotčené lokality
Védendö homlokzat	Chráněný štít

Obr. 80: Dotčená lokalita v souvislosti s provozem dálkového vedení

Dotčená lokalita výstavby v souvislosti s provozem Paks II (bez dálkového vedení) zahrnuje areál JE Paks, neobydlené okolní prostředí, dále Dunaj, některé nemovitosti obce Dunaszentbenedek a zčásti SZ cíp obce Uszód (obr. č. 79). Dotčená lokalita v souvislosti s provozem dálkového vedení na hospodářském území zahrnuje oblasti bezprostředně pod elektrickým vedením, v nechráněných oblastech cca. 40-70 m od vedení, ve směru k obci Biritó do max. 80 m. (obr. č. 80) S ohledem na nepřímý vliv, působený hlukovou zátěží z důvodu zvýšení dopravy v době provozu elektrárny, se dotčená lokalita nestanovuje. Z důvodu provozu Paks II se nedá předpokládat působení hluku překračující státní hranice.

16.4 PROVOZ PAKS II A CELKOVÁ A SOUVISEJÍCÍ POTENCIÁLNĚ DOTČENÁ LOKALITA

Celková dotčená lokalita v souvislosti s provozem je souhrn území bezprostředních a nepřímých vlivů, kterou představuje obr. č. 81.

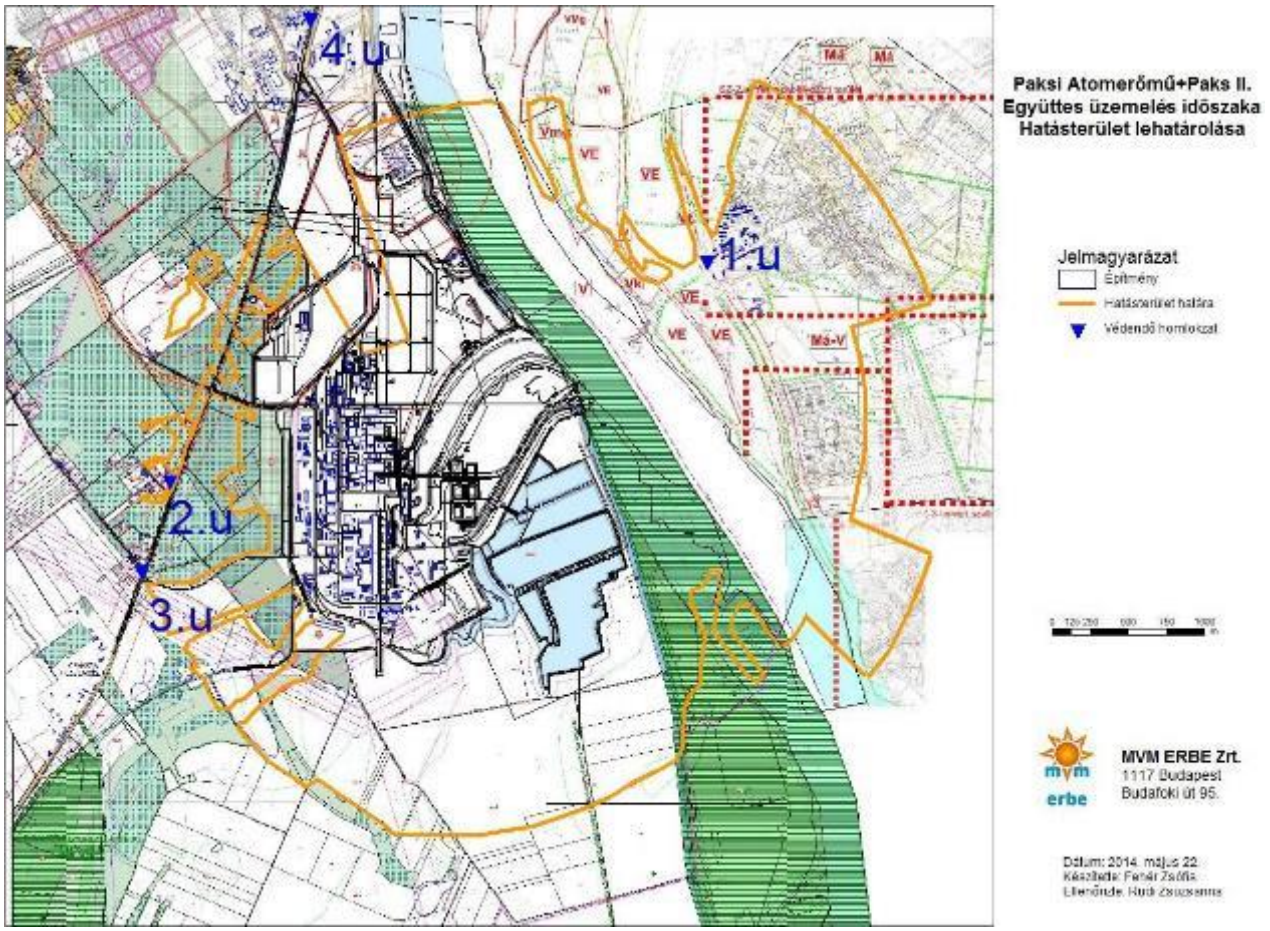


Üzemelés-teljes hatásterület lehatárolása	Ohraničení celkové dotčené lokality v době provozu
Jelmagyarázat	Vysvětlivky
Hatásterület határa	Hranice dotčené lokality
Védendö homlokzat	Chráněný štít

Obr. 81: Celková dotčená lokalita v souvislosti s provozem

16.4.1 DOPAD SPOLEČNÉHO PROVOZU PAKS II A JE PAKS A SOUVISEJÍCÍ POTENCIÁLNĚ DOTČENÁ LOKALITA

Předpokládaná míra hlukové zátěže plynoucí ze společného provozu Paks II a JE Paks, při učinění potřebných opatření pro snížení hluku, v případě chráněných průčelí zůstává v rámci limitní hodnoty hlukové zátěže, které jsou platné pro danou lokalitu. Celková dotčená lokalita v souvislosti s provozem JE Paks a Paks II (bez dálkového vedení) zahrnuje areál JE Paks, neobydlené okolní prostředí, dále Dunaj a některé nemovitosti obcí Dunaszentbenedek a Uszód. (obr. č. 82)



Együttes üzemelés időszaka Hatásterület lehatárolása	Ohraničení dotčené lokality za souběžného provozu
Jelmagyarázat	Vysvětlivky
Építmény	Stavební objekt
Hatásterület határa	Hranice dotčené lokality
Védendö homlokzat	Chráněný štít

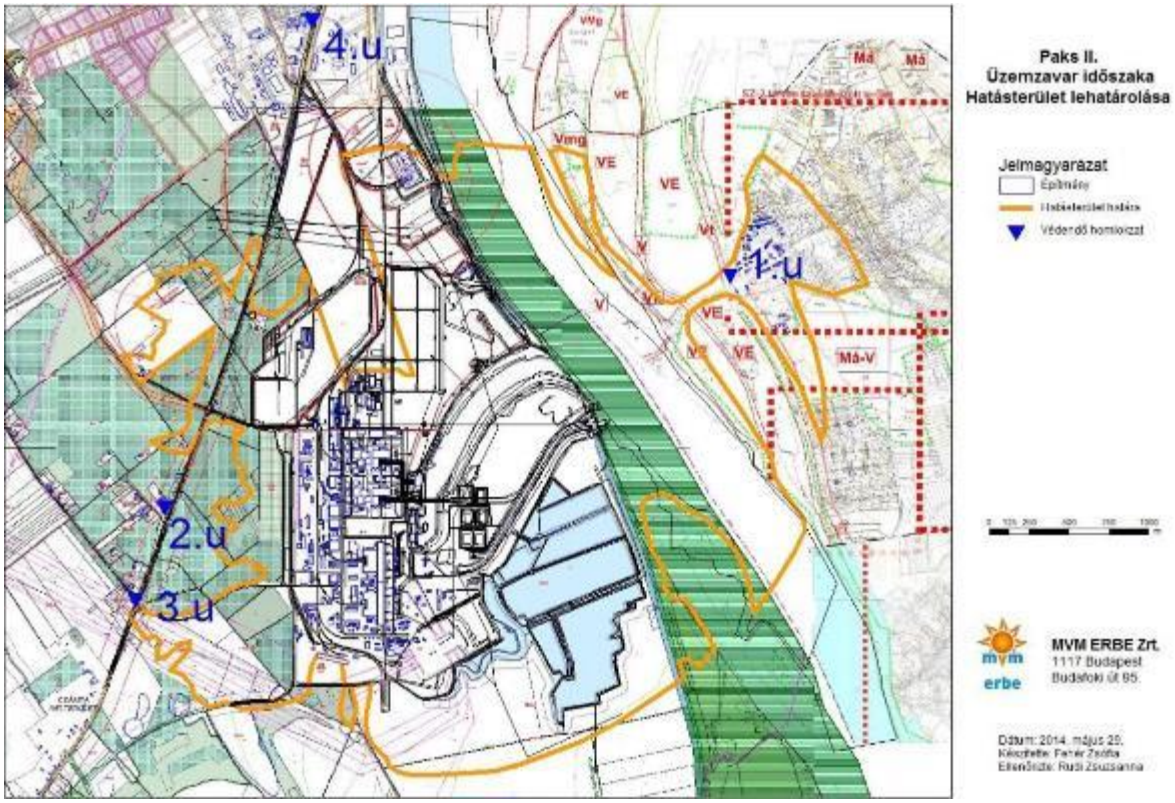
Obr. 82: Celková dotčená lokalita JE Paks a Paks II

Personál plánované elektrárny ve srovnání s personálem JE Paks je menšího počtu, a proto hluková zátěž plynoucí z dopravy při provozu nového areálu bude dle předpokladu nižší, což přinese zvýšení provozu a změnu v souvislosti s dotčenou lokalitou jen v nepatrné míře, která není měřitelná. Z důvodu samostatného provozu Paks II a společného provozu obou objektů se nedá předpokládat působení hluku překračující státní hranice.

16.4.2 DOPAD HAVÁRIÍ A SOUVISEJÍCÍ POTENCIÁLNĚ DOTČENÁ LOKALITA

Značná odchylka od řádného provozu z hlediska emise hluku při provozu může nastat v případě poruchy plynoucí z projektování, která se vyskytuje zřídkakdy. Tento případ bývá doprovázen výpadkem dodání externí elektrické energie. V takovém případě zásobení spotřebičů, potřebných pro bezpečné odstavení, je zajištěno zapnutím dieselových generátorů.

Emise hluku elektrárny v obydlených částech zůstává v rámci limitní hodnoty hlukové zátěže, která je platná pro danou lokalitu. Dotčená lokalita v souvislosti s poruchou Paks II zahrnuje areál JE Paks, neobydlené okolní prostředí, dále Dunaj a na některé nemovitosti obce Dunaszentbenedek. (obr. č. 83)



Üzemzavar időszaka Hatásterület lehatárolása	Ohraničení dotčené lokality v době poruchy
Jelmagyarázat	Vysvětlivky
Épitmény	Stavební objekt
Hatásterület határa	Hranice dotčené lokality
Védendö homlokzat	Chráněný štít

Obr. 83: Dotčená lokalita v souvislosti s poruchou Paks II

16.5 VLIV UKONČENÍ ČINNOSTI ELEKTRÁRNY A SOUVISEJÍCÍ POTENCIÁLNĚ DOTČENÁ LOKALITA

V průběhu úkonů v souvislosti s ukončením činnosti, prováděných v prostorách elektrárny, limitní hodnoty hlukové zátěže vztahující se na chráněnou oblast a chráněné objekty, budou dodržovány. Bezprostředně dotčená lokalita v době ukončení činnosti zahrnuje areál JE Paks, neobydlené okolní prostředí, dále Dunaj a obytné domy na západním okraji obce Dunaszentbenedek. V souvislosti s hlukovou zátěží z důvodu silniční dopravy se dotčená lokalita nestanovuje.

17 OVZDUŠÍ

17.1 STUDIE VÝCHOZÍHO STAVU

Za účelem zjištění výchozího stavu oblasti, jsme v letech 2012-2013 provedli měření výchozího stavu v okolním prostředí areálu. Na základě těchto měření jsme určili výchozí stav znečištění ovzduší této oblasti, a poté jsme stanovili max. limity možného zatížení.

Místa měření výchozí stavu znečištění ovzduší byla následující:

- v areálu 1 bod (místo měření ovzduší - dále jen: MmO - vyznačená oblast pro rozvoj elektrárny)
- vedle severní přístupové komunikace 1 bod (2. MmO - vedle severní přístupové komunikace)
- vedle jižní přístupové komunikace 1 bod (3. MmO - vedle jižní přístupové komunikace)
- v obci Paks-Csámpa, u obytných nemovitostí vedle hl. silnice č. 6,1 bod (4. LMp - Csámpa, Kis utca)
- na levém břehu Dunaje 1 bod (5. LMp - Dunaszentbenedek, 2/3 Gátőrház)

❖ ve městě Paks, v okolí ulice Kölesdi út, 1 bod (6. LMp - OVIT telep, Dankó Pista u. 1.)

U výběru míst měření jsme měli prvotní hledisko, aby místa měření se nacházela co nejblíže lokalit, vyznačených v technické příloze smlouvy, druhotné hledisko bylo, aby se dalo vyřešit dodání elektrické energie pro použité měřící přístroje a jejich majetková ochrana.

Umístění měřených bodů

Umístění vyznačených měřených bodů lze identifikovat na snímku Google Earth níže.

Obr. 84: Umístění měřených bodů v souvislosti se znečištěním ovzduší

Dle měření v době mezi 24. 01. 2012. a 28. 03. 2013, koncentrace NO_2, NO_x, SO_2, CO, PM_{10}, TSPM, sedavého prachu, O_3 byly nízké, hodnoty překročení max. limitu PM_{10} zůstávaly pod max. povolenými hodnotami.

Na základě výsledků měření se dá konstatovat, že kvalita ovzduší ŽP z hlediska látek znečišťujících ovzduší: SO_2, CO byla výborná, dále z hlediska NO_2, PM_{10} a O_3 dobrá.

Na základě vyhodnocení výsledků měření jsme stanovili max. hodnoty možné zátěže pro danou oblast, v souladu s Nařízením vlády bod 40, § 2, č. 306/2010 (ze dne 23. 12) o ochraně ovzduší.

Limit možné zátěže plyne z rozdílu maximální limitní hodnoty znečištění ovzduší a výchozí hodnoty zátěže ovzduší, dle níže uvedeného:

Látka znečišťující ovzduší	Výchozí hodnota zátěže ovzduší	Časový limit znečištění ovzduší	Limit možné zátěže
	(µg/m3)		
Oxid siřičitý (SO_2)	2	250	248
Oxid dusičitý (NO_2)	24	100	76
Oxidy dusíku (NO_x)	30	100	70
Kysličník uhelnatý (CO)	525	10 000	9 475
Rozptyl prachu (PM_{10})	27	50	23
Rozptyl prachu TSPM	35	200	165

Tabulka 52: Shrnutí měření výchozího stavu v roce 2012

17.2 PŘÍMÉ DOPADY VÝSTAVBY A PROVOZU PAKS II A SOUVISEJÍCÍ POTENCIÁLNĚ DOTČENÁ LOKALITA

Pro odhad rozptylu nikoliv radioaktivních znečišťujících látek v ovzduší, pro předpověď kvality ovzduší a stanovení potenciálně dotčených lokalit v souvislosti s výstavbou a provozem Paks II jsme použili Gaussův model.

K odhadům konzervativním jsme zohlednili charakteristické atmosférické údaje dané lokality, tedy *průměrné* a *specifické*.

Pomocí skutečné meteorologické databáze jsme pro celý rok provedli modelové simulace, s ohledem na údaje každou hodinu. Meteorologická data všech bodových měření poskytla zčásti 120 m vysoká meteorologická věž v areálu JE Paks. Z této věži máme k dispozici hodnoty směru větru a rychlosti větru. Ostatní meteorologické údaje, potřebné k simulaci (které dle měření pomocí věže nebyly k dispozici) jsme sestavili z output polí numerického modelu pro předpověď GFS (Global Forecasting System) (http: //www. emc. ncep. noaa. gov/GFS/doc. php). Output pole modulu GFS jsou dostupné v prostoru po 0,5 × 0,5 stupních a ve 3 hodinových časových intervalech.

K simulacím jsme použili meteorologická data roku 2011, neboť v tomto roce se vícekrát vyskytla z hlediska šíření a rozpouštění znečišťujících látek nepříznivá situace (např. dlouhodobé působení tzv. chladného vzduchového polštáře v listopadu 2011), proto naše výsledky považujeme za odhad.

K modelování jsme měli k dispozici údaje o emisích, vypouštěné z místa stavebních prací (body nebo oblasti), dále údaje v souvislosti s přepravou materiálu do areálu. Pro dobu terénních úprav a zakládání stavby jsme mohli vypočítat rovněž množství vytěžené zeminy.

Pro dobu provozu jsme počítali s údaji vyznačených bodových míst a s údaji emise produkovanými při přepravě.

Simulace šíření jsme provedli pro kysličník uhelnatý (CO) (CO), oxidy dusíku (NOx) (NO_x), uhlovodíky (C_xH_y) a na rozptyl prachu (PM10) (PM_{10}).

Během modelových simulací jsme určili na různá období a různé emise ty koncentrační pole, ta překročení limitních hodnot a dotčené lokality, které vznikly na jejich působení.

Limitní hodnoty, potřebné k měřením, jsme stanovili podle Vyhlášky Ministerstva pro místní rozvoj č. 4/2011 (ze dne 14. 1.) o limitních hodnotách zátěže ovzduší a limitních hodnotách emisí bodových zdrojů pevného umístění znečišťujících ovzduší. Limitní hodnoty, které jen zčásti odpovídaly vyhlášce, jsme určili konzervativní metodou. Proto, celkové množství oxidů dusíku (NO_x) jsme považovali za NO_2, neboť limitní hodnota je ve vyhlášce stanovena pro NO_2. Celkové množství uhlovodíků (C_xH_y) jsme považovali za benzen, neboť limitní hodnota je ve vyhlášce stanovena pouze pro benzen.

Dotčenou lokalitu z hlediska měřených látek znečišťujících ovzduší jsme stanovili v souladu s Nařízením vlády č. 306/2010 (ze dne 23. 12) o ochraně ovzduší.

17.3 PŘÍMÉ DOPADY VÝSTAVBY A SOUVISEJÍCÍ POTENCIÁLNĚ DOTČENÁ LOKALITA

Výstavba

Pro dobu výstavby jsme stanovili čtyři různé fáze, které jsou: *demontáž, úprava terénu, pokládání základů a stavba konstrukce.*

Dotčená lokalita u všech znečišťujících látek a ve všech fázích pracovní činnosti zůstává v případě výpočtů pomocí skutečné meteorologické databáze v rámci 500 m od zdrojových bodů.

Dotčená lokalita během výstavby u všech znečišťujících látek a ve všech fázích pracovní činnosti zůstává v případě výpočtů pomocí konzervativní meteorologické databáze v rámci 1 000 m od zdrojových bodů.

Lokalitu dotčenou znečištěním z dopravy jsme v případě NO_x stanovili jako prostor do vzdálenosti cca 100 m od silnice, v případě ostatních znečišťujících látek nelze dotčenou lokalitu prokázat. V době provozu nelze lokalitu dotčenou znečištěním z dopravy prokázat. Roční průměr znečištění v případě CO nepřekročí 0,1 % limitní hodnoty, dále v případě NO_x (NO_2) a C_xH_y (benzen) 10 % limitní hodnoty.

Za mimořádně nepříznivých meteorologických podmínek v době výstavby může dojít k překročení limitních hodnot z hlediska zdraví. Nejméně příznivé atmosférické podmínky bývají v zimním období, kdy stavební činnost může být pozastavená, resp. může být prováděná podle předpovědí počasí. Musíme dodat, že v podobných nepříznivých situacích (s chladným vzduchovým polštářem) se z hlediska zdraví dá v celé zemi vypozorovat překročení limitních hodnot.

Monitorovací systém v době výstavby

Obytný dům nejblíže polohovaný ke staveništi Paks II v obci Csámpa se nachází ve vzdálenosti 1 330 m, v obci Paks 2 960 m a Dunaszentbenedek 2 590 m. Z důvodu značných vzdáleností ani na těchto místech měření by nebylo potřeba ani odůvodněno zřízení monitorovacích stanic na znečištění ovzduší.

Však vzhledem k rozměrům stavby, na délku uskutečnění ~10 let, z hlediska bezpečnosti bude vhodné v okolí obytných prostorů, nacházejících se nejblíže k areálu výstavby, pozorovat hodnoty znečištění ovzduší.

Navrhované body měření jsou následující:

- v obci Paks-Csámpa, u obytných nemovitostí vedle hl. silnice č. 6
- na levém břehu Dunaje 1 bod
- Ve městě Paks, v okolí ulice Kölesdi út, 1 bod

Navrhovaný monitoring znečištění ovzduší je následující:

Průběžné měření koncentrace oxidu dusičitého (NO2), oxidů dusíku (NOX) a kysličníku uhelnatého (CO), integrované na průměrný čas, pomocí analyzátoru zabudovaného v mobilní měřící stanici.

Doba měření podle jednotlivých bodů měření: 14 dnů, v každém ročním období 2, celkem ročně 8x (8 x 14 dnů)

Frakce rozptylového prachu pod 10 µm (PM10), měření znečištění celkového množství rozptylového prachu (TSPM), při použití 24 hodinového doby expozice a úsekové aktívní měřící techniky.

Doba měření podle jednotlivých bodů měření: 14 dnů, v každém ročním období 2, celkem ročně 8x (8 x 14 dnů).

Průběžné měření koncentrace ozónu (O3), integrované na průměrný čas v délce 1 hodiny, pomocí analyzátoru zabudovaného v mobilní měřící stanici.

Doba měření podle jednotlivých bodů měření: 14 dnů, v každém ročním období 2, celkem ročně 8x (8 x 14 dnů).

Znečištění sedavého prachu - měření pasivní technikou.

Doba měření podle jednotlivých bodů měření: 30 dnů, v každém ročním období 1, celkem ročně 4x (4 x 30 dnů)

Souběžně s měřením znečištění ovzduší doporučujeme i průběžné registrování hodnot meteorologických parametrů (teplota, vlhkost, rychlost a směr větru) integrovaných do doby v délce 1 hodiny.

Měření může provádět akreditovaná laboratoř, pomocí úředně schválených přístrojů.

Je vhodné začínat s měřeními jeden rok před začátkem stavebních prací, neboť se tím zajistí zachycení výchozího stavu znečištění lokality jako bod ke srovnání. V programu měření doporučujeme po celou dobu stavebních prací pokračovat, neboť se tím zajistí zachycení a dokumentování aktuálních stavů.

Provoz

Pro dobu provozu jsme počítali s údaji vyznačených bodových míst a s údaji emise produkovanými při přepravě. Napájení bezpečnostních systémů v době poruchy zajišťují 4 dieselové generátory u každého bloku, výkon jednotlivých generátorů ~7,5 MW_e, dodaná palivová teplota po jednotkách 18,75 MWth. Během případného nouzového odstavení kterýkoliv z dieselových generátorů je schopen zajistit potřebné napájení. Dieselové generátory dle předpokladu, za normálních provozních podmínek budou fungovat jen v testovacím nebo zkušebním režimu. Pevně dané bodové zdroje znečištění ovzduší jsou komíny dieselových generátorů. Na základě doby a množství znečišťujících látek u žádné látky se nedá předpokládat překročení limitních hodnot.

	CO	**NO_x**	**C_xH_y**
max. konc. (µg/m3) :	107,2	15,3	3,8
překročení limitní hodnoty	není	není	není
dotčená lokalita	není		

Tabulka 53: Dopady zkušebního provozu dieselových generátorů

Ohledně vlivů dodavatelské činnosti v době provozu se dá konstatovat, že ani v případě metody pomocí skutečných hodnot, ani při kalkulaci konzervativními meteorologickými parametry, nedochází k překročení limitních hodnot, atmosferické koncentrace jsou velmi nízké.

Dopad společného provozu Paks II a JE Paks

Výchozí hodnota zátěže z hlediska znečištění ovzduší okolního prostředí měřená v letech 2012-2013 zahrnuje i vliv emisí nikoli radioaktivního charakteru, vypouštěných JE Paks. Připočteme-li výsledkům měření výchozího stavu výsledky modelování vlivu samostatného provozu Paks II, vyjde hodnota vlivu společného provozu obou elektráren.

Látka znečišťující ovzduší	Výchozí hodnota zátěže ovzduší	Paks II - časové intervaly zkušebního provozu dieselových generátorů	Dopad společného provozu Paks II a JE Paks	Limitní hodnota znečištění ovzduší časová
	(µg/m3)			
Oxidy dusíku (NOx)	30	15	45	100
Kysličník uhelnatý (CO)	525	107	632	10 000

Tabulka 54: Bezprostřední vliv společného provozu Paks II a JE Paks

Výsledky ukazují, že vliv emisí nikoli radioaktivního charakteru ani v případě samostatného provozu jaderné elektrárny, ani v případě společného provozu Paks II a JE Paks významně nemění stávající podmínky znečištění ovzduší, a s ohledem na obydlené oblasti, bude kvalifikován jako *snesitelný-neutrální.*

17.4 SHRNUTÍ

Na základě podrobných výsledků modelování se dá konstatovat, že vliv výstavby se dotýká areálu a jeho bezprostřední okolí, dokonce i v případě konzervativních meteorologických podmínek.

Nedá se předpokládat ani v souvislosti s výstavbou a provozem Paks II, ani se společným provozem Paks II a JE Paks působení znečištění ovzduší nikoli radioaktivními emisemi, které by překračovalo státní hranice.

18 BIOCENÓZA

18.1 VEGETACE A FLORISTICKÉ POMĚRY OKOLNÍHO PROSTŘEDÍ ELEKTRÁRNY

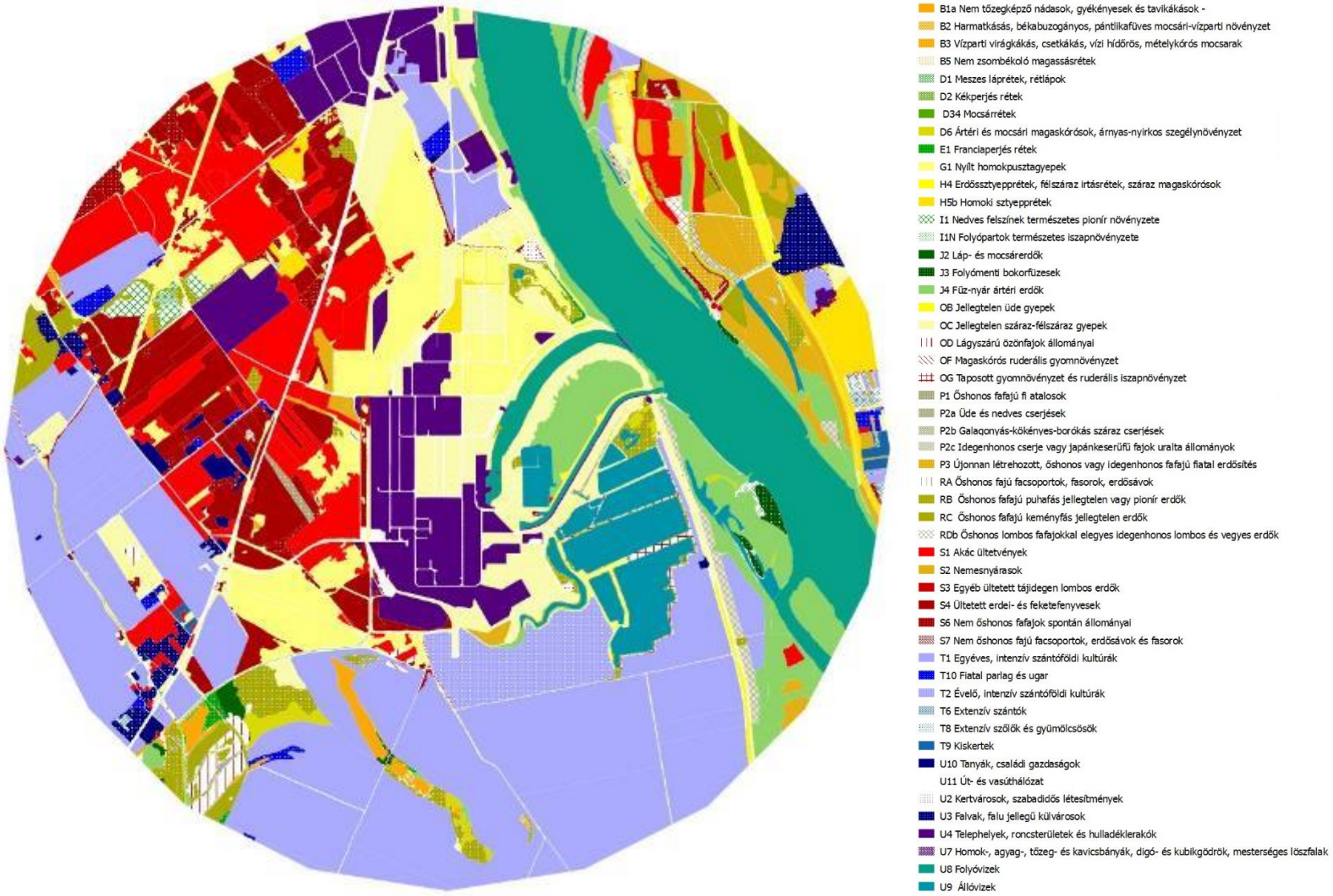
3 km-ový okruh Jaderné elektrárny Paks je z hlediska struktury krajiny velmi různorodý. Významný je v něm poměr vysazených listnatých a jehličnatých lesů, a také agrárních oblastí. Větší oblast zaobírají různé vodní plochy a stále ohroženější, cenné písečné stepy a kromě toho zastavěné plochy velké rozlohy. Je obecně typická degradace lokality, snížení nebo mizení vzácných travnatých ostrůvků. Je rozhodující výskyt nepůvodních druhů rostlin a značné šíření invazních druhů. Cenná a větší souvislá přirozená lokalita je v této oblasti Dunaje a jeho pobřeží a lužní les u obce Dunaszentgyörgy.

Ekologické ukazatelé svědčí o tom, že v uplynulých více, než 10 letech v charakteru flóry nenastala významnější změna. V lokalitě ve zkoumané oblasti převládají druhy ruderálních skupin, ale je tu značný podíl také odolných rostlin. To vše dokládá, že tato lokalita setrvává pod silným antropogenním vlivem.

V oblasti plánované elektrárny se nachází nespecifické suché a polosuché travní porosty. Travní porosty jsou výlučně sečené s mnoha druhy plevele, a ačkoli se nacházejí částečně na písku, scházejí z nich druhy písečných stepních rostlin. V porostech jsou častá i čerstvá narušení.

Obr. 85: Degradovaný travní porost s kamennou dlažbou v lokalitě dotčené výstavbou

Nejtypičtější rostlinná společenství v obslužné části areálu jsou nespecifické suché a polosuché travní porosty, písečné stepní louky, nespecifické nebo pionýrské lesy s původními druhy měkkých stromů a otevřené písečné stepní trávy. V okolí kanálu chladicí a teplé vody se na neasfaltovaných částech nacházejí sečené travní porosty nebo suché traviny rostoucí na druhotném povrchu. Ostrov mezi kanály pokrývá lužní les se skladbou vrba-topol.



B1a	Nem tőzegképző nádasok, gyékényesek és tavikákások	Rákosí, orobinec a skřípinec, bez tvorby rašeliny
B2	Harmatkásás, békabuzogányos, pántlikafüves mocsári-vízparti növényzet	Mokřadní společenství rostlin vč. sblochanu, zevaru, chrastice
B3	Vízparti virágkákás, csetkákás, vízi hídőrös, mételykórós mocsarak	Bažiny se šmelem okoličnatým, bahničkou, žabníkem a haluchou
B5	Nem zsombékoló magassásrétek	Ostřicovité louky neprorostlé sítím
D1	Meszes láprétek, rétlápok	Vápenaté vlhké louky
D2	Kékperjés rétek	Louky bezkolencové
D34	Mocsárrétek	Bažinaté louky

D6	Ártéri és mocsári magaskórósok, árnyas-nyirkos szegélynövényzet	Vysoké býlí, zaplavované a bažinaté, stinné a vlhké lemy
E1	Franciaperjés rétek	Louky s ovsíkem vyvýšeným
G1	Nyílt homokpusztagyepek	Otevřené trávníky písčin
H4	Erdőssztyepprétek, félszáraz irtásrétek, száraz magaskórósok	Stepní louky a luční stepi v zóně lesostepi, polosuché a suché paseky
H5b	Homoki sztyepprétek	Stepní louky písčin
I1	Nedves felszínek természetes pionír növényzete	Přirozené pionýrské nálety vlhkých povrchů
I1N	Folyópartok természetes iszapnövényzete	Přirozené bažinaté rostliny břehů vodních toků
J2	Láp- és mocsárerdők	Lužní a mokřadní lesy
J3	Folyómenti bokorfüzesek	Vrbové křoviny podél řek
J4	Fűz-nyár ártéri erdők	Vrbové a topolové lesy záplavových oblastí
OB	Jellegtelen üde gyepek	Nevýrazné vlhké trávníky
OC	Jellegtelen száraz-félszáraz gyepek	Nevýrazné suché či polosuché trávníky
OD	Lágyszárú özönfajok állományai	Společenství nedřevnatějících invazních druhů
OF	Magaskórós ruderális iszapnövényzet	Ruderální bažinaté rostliny
OG	Taposott gyomnövényzet és ruderális iszapnövényzet	Plevelné rostliny a ruderální bažinaté rostliny
P1	Őshonos fafajú fiatalosok	Mladé lesy s původními druhy
P2a	Üde és nedves cserjések	Vlhká zamokřená křoviska
P2b	Galagonyás-kökényes-borókás száraz cserjések	Suchá křoviska ve složení jalovce, trnky a hlohu
P2c	Idegenhonos cserje vagy japánkeserűfű fajok uralta állományok	Společenství cizokrajných křovin nebo opletky
P3	Újonnan létrehozott, őshonos vagy idegenhonos fafajú fiatal erdősítés	Nové zalesnění původními nebo cizokrajnými druhy
RA	Őshonos fajú facsoprtok	Skupiny stromů z původních druhů
RB	Őshonos fafajú puhafás jellegtelen vagy pionír erdők	Měkká dřevina nebo pionýrské nálety původních druhů stromů
RC	Őshonos fafajú keményfás jellegtelen erdők	Nevýrazné lesy s tvrdou dřevinou původních druhů stromů
RDb	Őshonos lombos fafajokkal elegyes idegenhonos lombos és vegyes erdők	Cizokrajné listnaté a smíšené lesy s původními listnatými druhy
S1	Akác ültetvények	Vysazený akát
S2	Nemesnyárasok	Topolovité lesy
S3	Egyéb ültetett tájidegen lombos erdők	Ostatní nepůvodní vysázené listnaté lesy
S4	Ültetett erdei és feketefenyvesek	Borovicové vysázené lesy
S6	Nem őshonos fafajok spontán állományai	Spontánní společenství nepůvodních druhů dřevin
S7	Nem őshonos fajú facsoportok, erdősávok és fasorok	Skupiny stromů, větrolamy a stromořadí nepůvodních druhů
T1	Egyéves, intenzív szántóföldi kultúrák	Jednoleté, intenzivní polní plodiny
T6	Extenzív szántók	Extenzivní zemědělské půdy
T8	Extenzív szőlők és gyümölcsösök	Extenzivní vinohrady a ovocné zahrady
T9	Kiskertek	Drobné zahrádky
U10	Tanyák, családi gazdaságok	Samoty a rodinná hospodářství
U11	Út- és vasúthálózat	Silniční a železniční sít
U2	Kertvárosok, szabadidős létesítmények	Zahradní města, objekty pro volný čas
U3	Falvak, falu jellegű külvárosok	Vesnice, předměstí charakteru vesnice
U4	Telephelyek, roncsterületek és hulladéklerakók	Provozovny, skládky železa a shromaždiště odpadů
U7	Homok-, agyag-, tőzeg- és kavicsbányák, digó- és kubukgödrök, mesterséges löszfalak	Pískovny, ložiska pro těžbu jílu a rašeliny, štěrkoviště, tůňky, umělé sprašové stěny
U8	Folyóvizek	Vodní toky
U9	Állóvizek	Stojaté vody

Obr. 86: Vegetační mapa okruhu 3 km Jaderné elektrárny Paks

18.2 ÚZEMÍ ZAŘAZENÁ DO SOUSTAVY NATURY 2000 V OKRUHU 10 KM OD ELEKTRÁRNY

Lokality Natury 2000 v okruhu 10 km od Jaderné elektrárny Paks:

Úsek Dunaje Tolnai-Duna (HUDD20023) : v okruhu 10 km

Oblast s lužním lesem u obce Dunaszentgyörgy (HUDD20072) : 328,03 ha

Lokalita se světlicemi v Paksi (HUDD20071) : 91,16 ha

Louky u Tengelice (HUDD20070) : 466,35 ha

Syslí pole v Paksi (HUDD20069) : 352,14 ha

Sprašové stepní travinné porosty Közép-mezőföld (HUDD20020) : Jihovýchodní některé lokality 10 ha v okruhu 10 km

Paks II se bezprostředně dotýká lokalitu Natury 2000, a to úsek Dunaje s názvem Tolnai-Duna. Úzké pobřežní pásmo, které je dotčené plánovaným rekuperačním objektem, je smíšený lužní les, silně ovlivněný vodním tokem a degradovaný travní porost ve straně náspu, která z hlediska ochrany přírody je bezcenná. V lokalitě Natury 2000 se nenachází chráněný a indikační druh rostlin. Zápoj lužního lesa se skladbou vrba-topol z velké části tvoří černý topol a vrba bílá. V křoviskách se hromadně vyskytuje ostružiník ježiník a netvařec křovitý. V bezprostředně dotčeném úseku stavby v travnatém porostu kromě invazního zlatobýlu obrovského dominují téměř výhradně druhy závislé na dusíku v půdě.

Obr. 87: Lužní les vrba-topol na ostrově mezi kanály

18.3 DOPAD PAKS II NA FLÓRU

18.3.1 D OPAD VÝSTAVBY A SOUVISEJÍCÍ POTENCIÁLNĚ DOTČENÁ LOKALITA

Dopady na flóru

V místě staveniště v důsledku terénních úprav nespecifické suché a polosuché travní porosty zmizí. Tato stanoviště jsou zaplevelená, degradovaná a narušená, jejich přirozený charakter sotva přesahuje kategorii 1, tj. nejnižší kategorii. Biomonitoringem zde nebyly zjištěny chráněné druhy. V oblastech, které jsou bezprostředně dotčeny výstavbou, a které jsou zařazeny do kategorie „Šrotovny, skládky a skládky odpadů“, se z hlediska ochrany přírody nic cenného nevyskytuje.

Využití lokality mezi kanálem chladicí vody a teplovodním kanálem, dále výstavby rekuperační elektrárny vč. souvisejícího stavebního objektu na břehu Dunaje, je spojeno s částečným vytěžením stávajícího lužního lesa se skladbou vrba-topol. Přirozený charakter lesa je dobrý, je to společenství s rychlou dynamikou a v případě neměnných podmínek vodního toku, s příznivou prognózou regenerační schopnosti.

Důležitější rostlinná společenství, dotčená v době výstavby dálkového vedení: jednoleté, užitkové polní kultury, nespecifické suché a polosuché travní porosty, letorosty nepůvodních druhů stromů, akátové plantáže, vysazená společenství borovice černé a borovice lesní, dále zaplevelené a degradované otevřené písečné travní porosty. Vyznačení míst stožárů probíhalo s ohledem na požadavky ochrany přírody, proto při stavbě stožárů se nepočítá se zničením z hlediska ochrany cenných společenstev rostlin.

Poškození biotopů

V obslužné části staveniště Paks II a v pásmu výstavby dálkového vedení, dané biotopy díky hutnění půdy se stanou méně příznivými, během tavební činnosti je třeba počítat ušlapáním a částečným poškozením rostlin. Také vodní hospodaření zhutněné půdy je horší, rostliny se hůř vypořádají např. se suchem.

Obr. 88: Kavylová travní porost uvnitř areálu JE Paks

Důležitější dotyčná stanoviště

Obslužná část staveniště: nespecifické suché a polosuché písečné stepní trávy, písečné stepní louky, nespecifické nebo pionýrské lesy s původními druhy měkkých stromů, letorosty nepůvodních druhů stromů, louky s ovsíkem vyvýšeným.

Linie dálkového vedení: jednoleté, intenzivní polní kultury, nespecifické suché a polosuché travní porosty, letorosty nepůvodních druhů stromů, akátové plantáže, vysazená společenství borovice černé a borovice lesní, otevřené písečné stepní trávy, nespecifické nebo pionýrské lesy s původními druhy měkkých stromů, vysazené skupiny nepůvodních druhů stromů, ochranné pásy a stromořadí, dále zaplevelené a degradované otevřené písečné travní porosty, síť silnic a železnic.

Z hlediska ochrany přírody jsou cennější oblasti otevřené písečné stepní trávy a písečné stepní louky. Travní porosty jsou různě degradované, a to určuje jejich regenerační schopnost. Jejich přirozenější části se dobře regenerují, obzvlášť, pokud se v blízkosti nachází zdroj propagula, remízek lesa (s původními druhy stromů). Více degradované travní porosty se regenerují obtížněji nebo obtížně. Vedle ušlapávání dalším nepříznivým faktorem je sucho a šíření invazních druhů.

Chráněné druhy v blízkosti stavby

Potenciálně dotčené druhy v biotopech otevřených písečných stepních trav a písečné stepní louky.

V areálu elektrárny: kavyl pernatý *(Stipa pennata),* kavyl písečný *(Stipa borysthenica),* chrpa písečná

(Centaurea arenaria), silenka dněperská *(Silene borysthenica)*

V linii dálkového vedení: chrpa písečná *(Centaurea arenaria),* velbloudník lesklý *(Corispermum nitidum),* kavyl pernatý *(Stipa pennata),* kavyl písečný *(Stipa borysthenica),* hvozdík pozdní *(Dianthus serotinus),* silenka dněperská *(Silene borysthenica)*

Obr. 89: Hvozdík pozdní (Dianthus serotinus)

Stavbou bezprostředně dotčená lokalita, zkoumaná z hlediska rostlinných společenství a chráněných druhů rostlin zahrnuje všechny obslužní části stavby, všechny staveniště (vč. ostrovu a břehu Dunaje), dále stavební pásmo podél linie dálkového vedení. Nepřímo dotčená lokalita z hlediska procesů, působících na vegetaci, zahrnuje všechny obslužní části stavby, všechny staveniště a jeho bezprostřední okolí (vč. ostrovu a břehu Dunaje), několik set metrový okruh jaderné elektrárny (max. 500 m, v Z a J směru cca. 300 m), dále stavební pásmo podél linie dálkového vedení a na jeho okolí v okruhu dalších max. 100 m. Výstavba Paks II. z botanického hlediska nemá vliv překračující státní hranice.

18.3.2 DOPAD PROVOZU A SOUVISEJÍCÍ POTENCIÁLNĚ DOTČENÁ LOKALITA

V období provozu, v hustě zastavěných oblastech elektrárny se předpokládá vysazení travních porostů v prostředí parku a vytvoření druhotných degradovaných travních porostů. V obslužné části staveniště, na regenerovaných půdách po ukončení stavby, dále v oplocených částech, kde se usilovalo o zachování původní lokality, přirozená vegetace se může nerušeně vyvíjet a poskytovat úkryt pro chráněné rostliny. V době provozu dálkového vedení spojeného s objektem, v bezpečnostní zóně vedení dojde ke stanovení daných omezení ve způsobu obdělávání. Vliv elektrárny z hlediska kolísání vodní hladiny a změny teploty na pobřežní rostlinstvo nebude mít vykazatelný vliv. Nepřímé způsobení elektrárny, např. vliv sedání látek znečišťujících ovzduší je z botanického hlediska zanedbatelné.

Lokalita bezprostředně dotčená provozem z hlediska rostlinných společenství a chráněných druhů rostlin, zahrnuje celou oblast Paks II (vč. obslužnou část staveniště), bezpečnostní zónu dálkového vedení, dále okolní prostředí rekuperační elektrárny a sní spojeného stavebního objektu. Lokalita nepřímo dotčená provozem z hlediska rostlinných společenství a chráněných druhů rostlin, se prakticky shoduje s lokalitou bezprostředně dotčenou, resp. oblast, odpovídající lokalitě dotčené znečišťováním ovzduší může být také potenciálně dotčená. Provoz z botanického hlediska nemá vliv překračující státní hranice.

18.3.2.1 Dopad havárií a související potenciálně dotčená lokalita

V areálu lokálně vznikající poruchy či nehody se lokalit s cennou rostlinnou pokrývkou nedotýkají. V rámci havárií, které jsou spojeny únikem jiných, než radioaktivních látek jsou požáry takové, které znamenají v poměru rozsahu dotčené lokality poškození či likvidací rostlin. Havárie ve vztahu vod a vodních systémů spojených s Dunajem, mohou poškodit rostliny a jejich společenství, vyskytujících se v pobřežním pásmu Dunaje. Jednorázový únik jiných, než radioaktivních látek v případě havárie z botanického hlediska nemá vliv překračující státní hranice.

18.3.3 DOPAD UKONČENÍ ČINNOSTI A SOUVISEJÍCÍ POTENCIÁLNĚ DOTČENÁ LOKALITA

V místech demontáže je nutno počítat s nepříznivým vlivem na rostliny a biotopy, které se během provozu elektrárny zregenerovaly, dále na rostliny může sedat prach nebo se do ovzduší mohou dostávat znečišťujících látky pracovních strojů. Poškození stanovišť spojené s demontáží je potenciální příčinou šíření invazivních druhů. Míra rekultivace určí, v jakém rozsahu se fauna v lokalitě znovu rozšíří. Celkově však areál elektrárny je dost malý k tomu, aby jeho opuštění způsobilo značnou změnu ŽP. Pásmo linie dálkového vedení je silně náchylné na plevel a uchycení invazivních druhů, které znamenají pro původní písečné biotopy největší hrozbu. V případě opuštění elektrárny výše uvedené negativní vlivy pominou.

18.4 DOPAD PAKS II NA FAUNU

18.4.1 D OPAD VÝSTAVBY A SOUVISEJÍCÍ POTENCIÁLNĚ DOTČENÁ LOKALITA

Výstavba Paks II má povícero bezprostřední působení na faunu. 37 % makroskopických bezobratlých druhů zkoumaného úseku Dunaje je invazní druh. Ke chráněným druhům patří 3 druhy bahnivkovitých, 4 druhy mlžů, 2 druhy vážek a 1 druh jepicovitých. Jako významný druh je označený velevrub tupý *(Unio crassus),* který je indikačním druhem Natury 2000 oblasti Tolnai-Duna, a který si užívá celostátní ochrany. Jeho výskyt je povícero dokládán, ale o početnosti a dynamice populace v dotčené lokalitě známe jen velmi málo. Proto by bylo důležité v budoucnu pomocí cíleného monitoringu sledovat vývoj populace velevrubu tupého v tomto úseku. Klínatka žlutonohá *(Gomphus flavipes)* je indikačním druhem spodních úseků větších řek, a také v rámci Natury 2000. Jeho výskyt se ve všech zemích Evropy snižuje, ale ve zkoumané oblasti si žije jako stabilní populace. Z jepicovitých se objevila jepice podenka *(Ephoron virgo),* která je rovněž chráněný druh.

Práce, prováděné během rozšíření kanálů chladicí a teplé vody v mnoha směrech se dotýkají kvality vody a vodních organizmů, pravděpodobně včetně výše uvedených druhů, ale jen dočasně. Pod vlivem stavby kanálů chladicí a teplé vody ryby pravděpodobně opustí tuto lokalitu, ale po ukončení prací se mohou vrátit. Výstavba nového teplovodního kanálu pro ryby může vytvořit novější, příznivé a pestré podmínky pro život.

Před zahájením prací doporučujeme provedení podrobnějšího výzkumu fauny pobřežních úseků Dunaje, které budou ovlivněny pracemi technického charakteru, a během provozu jejich monitorování. (Dodáváme, že nové umístění teplovodního kanálu vyvolá úhyn méně vodních druhů a stanovišť, včetně obojživelníků, než v případě kanálu, plánovaného dříve u ostrovů Uszódi.)

Výstavba Paks II z důvodu využití nových míst bude mít vliv na společenství hmyzu, které se silně vážou na rostlinstvo lokality, jako na rovnokřídlé, jednotlivé motýly a členovci. Z řad rovnokřídlých jsou zvlášť dotčené chráněné druhy jako saranče uherská *(Acrida ungarica),* saranče barbarská *(Calliptamus barbarus)* a po celé zemi velmi vzácný druh sarančete, *Omocestus minutus*. Musíme poznamenat, že dva chráněné druhy sarančat v naší zemi nepatří mezi ohrožené. Na Velké nížině např. se vyskytují velmi hojně. S ohledem na motýly, oblast stavebních prací a rozšíření kanálů chladicí a teplé vody je již před zásahem velmi chudý na výskyt druhů. Kromě několika jedinců ohniváčka černočárného *(Lycaena dispar)* se v těchto lokalitách chráněné druhy nenachází, ale početnost zmíněného druhu stavební práce určitě neohrozí. Proto ohledně motýlů není potřeba na staveništi nějak zvlášť zasahovat. Populace chráněných druhů s výskytem na ostrově, bělopásek hrachorový *(Neptis sappho),*

babočka paví oko *(Nymphalis io),* babočka bílé C *(N. c-album),* babočka admirál *(Vanessa atalanta),* stužkonoska modrá *(Catocala fraxini),* a zvlášť chráněný batolec podunajský *(Apatura metis)* nejsou ohrožené. Poté co jejich rušení bude ukončeno, z okolních lokalit se rychle vrátí. Během těžení úrodné půdy je potřeba počítat s narušením půdní fauny a živočichů žijících na povrchu země, se zvýšeným provozem a ušlapáváním. V lokalitě se vyskytují dva chráněné druhy, střevlík zrnitý *(Carabus granulatus)* na ostrově a slíďák balkánský *(Geolycosa vultuosa)* v obslužné části staveniště. Žádný z nich není vzácný, všude se u nás vyskytují na ještě pro ně vhodnějších místech. Úbytek potravy ve formě hmyzu poškozuje potravní zdroj netopýrů.

Pokud na některých ostrůvcích během stavby v sousedství dotčených stanovišť se rostlinstvo ponechá, tam některé druhy mohou tuto dobu více-méně přečkat, resp. pionýrská vegetace, která na místě odstraněných rostlin vznikne, může sloužit pro některé druhy vhodným dočasným stanovištěm, ačkoliv rozmnožení invazních rostlin to může negativně ovlivnit. Pokud celá obslužná část bude jako biotop dotčená, populace zdejších, zmíněných druhů pravděpodobně se přesune na podobné stanoviště nacházejících se v blízkosti jejich dosavadních lokalit.

Z důvodu prací v souvislosti s budováním stožárů dálkového vedení, rostlinstvo bude vytěžena na rozsáhlém území. Také odstranění orné půdy a lesnatých porostů bude mít na flóru významný vliv. V linii dálkového vedení nových bloků, na ostrůvcích narušených písečných stepí se pravděpodobně vyskytují i chráněná saranče uherská *(Acrida ungarica),*

saranče barbarská *(Calliptamus barbarus)* a v naší zemi vzácná *Omocestus minutus*. Jejich stanoviště se při stavbě zmizí tak, jak zanikne i biotop zde žijících druhů, a to: pestrokřídlec podražcový *(Zerynthia polyxena),* babočka paví oko *(Nymphalis io),* babočka bílé C *(N. c-album),* babočka admirál *(Vanessa atalanta),* perleťovec červený *(Argynnis pandora),* přástevník kostivalový *(Euplagia quadripunctaria),* kukléřka radyková *(Cucullia balsamitae)* a kukléřka stříbřitá *(Cucullia argentea).*

Obr. 90: Přástevník kostivalový (Euplagia quadripunctaria)

Při vyznačení míst stožárů dálkového vedení bylo pohlíženo na cennější ostrůvky písečné stepní trávy, aby s ohledem na rovnokřídlé, motýly a členovci žijící na povrchu země, minimalizovali škody související s umístěním stožárů. Je nutno upozornit na to, že v pásmu pod silnoproudými elektrickými sloupy, v případě správného spravování, mohou vzniknout i v delším horizontu vhodné, dokonce i cenné stanoviště charakteru písečné stepi. Toto uspořádání podél linie vedení umožní rozšíření travnatých oblastí, a to na úkor nepůvodních druhů. Dá se očekávat, že na místo vytěžených akátových a jehličnatých porostů, které jsou velmi chudé na rozmanitost druhů, budou opět travní porosty, na nichž se chráněné druhy rovnokřídlých a motýlů opět usadí.

V oblasti JE Paks se vyskytuje poměrně hodně druhů obojživelníků, plazů a ptáků, neboť v části areálu (např. obslužná část, ostrov) od jeho vzniku docházelo k poměrně malému množství zásahů. Zemní práce (hlavně, pokud se budou provádět v době klidu, od listopadu do března) se obojživelníků a plazů bude dotýkat. Během terénních úprav započatých v době jejich aktivní fáze, část jedinců ještě může opustit lokalitu, může se uchýlit na krajích oblasti, kde snad najdou pro svůj život prostor. Pracovní stroje mohou živočichy přejet. Po zatmění se obojživelníci stáhnou na hřejivý beton, kde jsou ještě více ohrozeni, neboť práce budou pokračovat v areálu elektrárny i v noci.

Výstavba Paks II se dotýká potravních a hnízdících míst některých ptačích druhů, kteří se vyskytují a hnízdí v dané oblasti. Staveniště a jeho obslužná část, dále tamější ostrov je nyní výbornou potravní lokalitou několika ptačích druhů sociálního významu (např. čáp černý *(Ciconia nigra),* linduška úhorní *(Anthus campestris),* lelek lesní *(Caprimulgus europaeus),* datel černý *(Dryocopus martius),* který zde pravděpodobně i vyvádí mláďata a ťuhýk obecný *(Lanisu collurio).*

Obr. 91: Bělořit šedý (Oenanthe oenanthea) na území staveb

Zvýšená hluková zátěž bude mít vliv na níže uvedené ptačí druhy sociálního významu, které na dotčených místech hnízdí a přijímají potravu: moták pochop *(Circus aeruginosus),* datel černý *(Dryocopus martius),* strakapout střední *(Dendrocopos medius),* skřivan lesní *(Lullula arborea),* lejsek bělokrký *(Ficedula albicollis),* lelek lesní *(Caprimulgus europaeus),* ťuhýk obecný *(Lanius collurio),* čáp černý *(Ciconia nigra),* linduška úhorní *(Anthus campestris),* orel mořský *(Haliaeetus albicilla).* Všechen odpad, který vzniká během staveb, je pro tamnější ptačí druhy ohrožující, což může vézt až k jejich úhynu (ptáci závisející na vodě nebo ptáci s mohutnějším tělem se mohou zamotat do balícího materiálu, nebo drobný odpad se jim může dostat do trávicího ústrojí ptáků, atd.).

Výstavba dálkového vedení bloků bude mít vliv na druhy ptáků, kteří v oblasti pod stožárovými základy a liniemi vedení a v jejich bezprostředním nebo i větším okruhu hnízdí či si tam nacházejí potravu, nejspíš to platí na dravci *(Falconiformes),* na pěvci *(Passeriformes),* na ptáky hrabaví *(Galliformes)* a na sovy *(Strigiformes).*

Stavba elektrických systémů se bezprostředně bude týkat níže uvedených druhů ptáků sociálního významu: luňák červený *(Milvus milvus),* luňák hnědý *(Milvus migrans),* moták pochop *(Circus aeruginosus).* Je nutno kromě toho počítat i s vlivem na myš panonskou.

Není potřeba počítat s tím, že nepřímé vlivy u vodní fauny a motýlů se budou oddělovat od přirozené fluktuace. V souvislosti s měnící se strukturou flóry, může vzniknout o něco méně cennější rovnokřídlá fauna, která se pak může rozšířit i na nerušené lokality. Změna společenství členovců, spojená se změnou flóry, může být pro obojživelníky a plazy nepříznivá, neboť může vyvolat zúžení jejich potravních zdrojů. Ve společenstvích členovců, žijících na povrchu země se mohou objevit a rozšířit také druhy invazivní nebo synantropní (vážící se na člověka). Dále, snižování počtu populací, které se izolují, může vézt k jejich lokálnímu mizení nebo jejich genetické proměně. Izolace (fragmentace) populací je potenciální riziko jak pro obojživelníky a plazy, tak i do jisté míry pro pěvce nebo pro ptáky, kteří v oblasti hnízdí a vyvádí. Fragmentace biotopů bude mít vliv na níže uvedené ptačí druhy sociálního významu, které na dotčených místech hnízdí: datel černý *(Dryocopus martius),* skřivan lesní *(Lullula arborea),* lejsek bělokrký *(Ficedula albicollis),* lelek lesní *(Caprimulgus europaeus),* ťuhýk obecný *(Lanius collurio),* linduška úhorní *(Anthus campestris),* chřástal polní *(Crex crex).*

Většina druhů obojživelníků a plazů pod vlivem hlukové a prachové zátěže a znečišťování ovzduší si zajisté budou hledat útočiště ve vzdálenějších lokalitách. Rozptylový prach usedá na rostlinách, které bezprostředně ovlivňují jejich vývoj a nepřímo ovlivňují také ptáky, kteří tam žijí a hledají potravu. Zvýšení hlukové zátěže může znamenat problém u žab, neboť vyvolává zmatek v orientaci samiček, které se vydávají na cestu za samečky, směrem k jejich volajícímu hlasu, a to působí na jejich úspěšnost v rozmnožování. Cennější ptáci, kteří se hluku vyhýbají (čáp černý *(Ciconia nigra),* linduška úhorní *(Anthus campestris),* orel mořský *(Haliaeetus albicilla)* alelek lesní *(Caprimulgus europaeus),* mohou opustit svá stanoviště a jejich místo převezmou jiné, méně cennější druhy, které jsou vůči hluku tolerantnější. Pod vlivem dálkového vedení nových bloků může dojít k poruchám v embryonálním vývoji obojživelníků. Noční umělé světlo ovlivňuje orientaci žab, čolků a mloků, a také má vliv na jejich strategii při získávání potravy, na jejich rozmnožování, růst a vývoj.

Výše uvedené bezprostřední a nepřímé vlivy se budou týkat celého areálu JE Paks a Paks II, včetně linie nového dálkového vedení a okolního prostředí v okruhu sto až dvěsta metrů, dopravních cest, úseku Dunaje pod výpustí teplovodních kanálů a také tamnější fauny.

Stavební práce dle předpokladů nebudou mít vliv z hlediska fauny na ŽP překračující státní hranice. Takový vliv neočekáváme ani při provozu JE Paks nebo Paks II, ale ani při společném a normálním provozu obou objektů.

Na základě dosavadních zjištění se dá předpokládat, že zásahy, které se budou týkat Dunaje, budou mít vliv na cennou vodní faunu MZB. Jejich sčítání a zajištění dalších údajů doporučujeme provézt rozhodně ještě před zahájením stavby. Konkrétní návrhy z hlediska ŽP je možno učinit až v závislosti výsledků potřebných zjištění.

Obr. 92: Mušle a schránky šneků na nábřeží Dunaje

Obecně se dá říci, že během provádění prací v souvislosti s korytem Dunaje, pokud možno, je nutné tuto činnost, která ruší přirozené prostředí, omezit na co nejmenší oblast. Ohledně ryb během výstavby Paks II není potřeba učinit zvláštní opatření ohledně ŽP, neboť většina ryb bagrování koryta týkajícího se hrany břehu, apod. má možnost se vyhnout nebo opustit lokalitu.

Na ostrůvcích přirozených biotopů, které na staveništi a v jeho okolí zůstávají nedotčené, v zájmu zachování cenných druhů rovnokřídlých je potřeba udržovat pro jejich populace příznivé podmínky nebo jejich podmínky zlepšovat. Znamená to především zlepšování stavu biotopů v okolí Homokpuszta v blízkosti JE Paks, zastavit ubývání lokality, případně zvyšovat její rozlohy, včetně omezování šíření klejichy hedvábné a akátu.

Při stavbě dálkového vedení bloků negativní vliv stožárů a elektrického vedení vůči ptákům se dá eliminovat jejich vhodným odizolováním, aby se snížil u ptáků počet úrazů elektrickým proudem. Rekonstrukce písečné vegetace a s ní spojené fauny v pásmu pod dálkovým vedením je reálný úkol obnovení stanoviště, který vyžaduje komplexní řešení v rámci ochrany přírody. Považujeme za vhodné zasetí lokality semeny okolních rostlin, i tak podpořit rehabilitaci krajiny. Tyto zásahy urychlí navrácení chráněných a cenných druhů hmyzu. Cestou rekultivace se zvýší počet a rozloha vhodných míst ke hnízdění-vyvádění a získávání potravy pro ptáky.

Doporučujeme pochytat odborným způsobem z oblasti stavby co nejvíce jedinců obojživelníků, plazů a netopýrů a přemístit je na blízké nerušené místo. Jelikož všechny druhy obojživelníků a plazů jsou chráněny, je nutno dbát na to, aby se zemní práce neprováděly v době zimní hibernace, nýbrž od jara do podzimu, kdy aktivně se pohybující jedinci mohli případně utéci z místa. Práce je nutno vézt od prostředku oblasti směrem k jejím okrajům, dále dbát na to, aby nevznikly žádné stojaté vody, a hluk by se měl snížit především v době jarního rozmnožování obojživelníků a ptáků. Vhodná doba pracovní činnosti z hlediska ptáků je zčásti v rozporu s dobou, která je vhodná pro obojživelníky a plazy. U ptáků příznivé období je od podzimu do jara, zatímco u obojživelníků a plazů od jara do podzimu. Tento problém je z hlediska odborného, ekologického a posouzení rizik neřešitelný. To už spadá do oblasti řízení rizik

Obr. 93: Bohatý ptačí svět v okolí elektrárny

Odpad, který z hlediska ptáků znamená velké riziko (konzumace, technický vliv), je nutno vhodným způsobem skladovat, čímž se jejich negativní působení sníží.

S ohledem na každý živočišný druh je důležité, aby se co nejvíce zelené plochy ponechalo během stavebních prací. Dle možností je nutno předcházet fragmentaci biotopů a jejich oddělování od sebe. Je nutno umožnit, aby jednotlivá stanoviště mohla mít mezi sebou spojení (ekologické koridory). Na straně od Dunaje vedle náspu, oddělením oblasti s původním povrchem terénu dá se zajistit pro rostlinné a živočišné druhy možnost přežití, což je důležité hlavně z hlediska chráněných druhů.

Zvlášť důležité je průběžné biologické monitorování lokality. Dosud prováděné průzkumy znamenají odpovídající a korektní zjištění výchozího stavu (base-line), která poskytnou spolehlivý základ pro monitoring. Monitoring umožňuje v dalším období vnímat a korigovat případné problémy.

18.4.2 DOPAD PROVOZU A SOUVISEJÍCÍ POTENCIÁLNĚ DOTČENÁ LOKALITA

Ze součinitelů vlivu řádného provozu vlivy vyvedení oteplené chladicí vody do Dunaje z hlediska makroskopických bezobratlých žijících ve vodě v blízkosti dunajského pobřeží, mají prvořadý význam. Provoz JE Paks po dobu několika desetiletí potvrzuje, že limitní hodnoty teploty vody bylo možno dodržet i v případě, že periody nejvyšší teploty a nejnižší hladiny vody vycházely zároveň. Vliv pásu tepelného znečištění se dotýká celého úseku řeky pod elektrárnou (prvotní čerpání, odbourávání, kyslíkové hospodářství), ale vyšší teploty předpovídané na pravém břehu úseku zajisté budou mít značný vliv na makroskopická společenství bezobratlých pásma na druhém břehu. Z důvodu nespolehlivosti modelů teplotních změn, předpovídané teploty vody Dunaje jsou v každém případě alarmující, ale jejich budoucí vliv na společenství makroskopických bezobratlých žijících v pobřežním pásmu, se dá posoudit jen v obecném měřítku. Nedá se dost dobře předpovědět vliv tepelné zátěže, působící navíc ve srovnání s nynějším stavem, který zajisté budeme moci jen stěží oddělit od procesů probíhajících následkem teplotních změn vody spojených se změnou klimatu. Zatímco však prvně zmíněné oteplení se projeví jen lokálně, v úseku pod výpustí, ve vzdálenosti cca. 1000 m v pásmu sahajícím ke střední linii Dunaje, to druhé může zásadně, ale netušeným způsobem změnit strukturu biocenózy Dunaje a procesy uvnitř jednotlivých společenstev. S ohledem na vážky dá se předpokládat, že jejich kukly se objeví v úseku vzdálenějším od vlivu oteplené vody.

Obr. 94: Klínatka žlutonohá (Gomphus flavipes)

Během provozu Paks II v souvislosti s rybami je nutno mít ohled především na vliv dvou faktorů. První je, že se zvýší průtok vody, a proto se v dané oblasti změní hydrologické poměry a morfologické poměry koryta a tím i využití stanoviště rybami. Druhý faktor je zvýšení teploty vody, což může ovlivnit populační dynamiku a procesy látkové výměny ryb. Předpokládané hydrologické a morfologické změny pro ryby nejsou rizikové. Přítomnost další výpusti vytvoří pestré podmínky pro jejich stanoviště, což, podobně ke stávající výpusti, může dokonce vézt k lokálnímu zvýšení množství ryb. Provoz Paks II může lokálně ovlivnit prostorové uspořádání ryb, ale na dynamiku populací pravděpodobně nebude mít značný vliv.

Po ukončení stavebních prací na blocích Paks II bude následovat urovnání terénu. Znamená to, že postupně budou opět vznikat stávajícímu podobné nerušené biotopy s vesměs suchými travinami. Na těchto lokalitách budou moci dřívější společenství rovnokřídlých a členovců žijících na povrchu země, z okolních ostrůvků se postupně opět zabydlet. Mohou zde pak vzniknout cenná společenství a setrvat na lokalitě po celou dobu provozu.

Nemůžeme však počítat s usídlením chráněných druhů motýlů. To stejné platí pro otevřené oblasti s travnatými porosty, které se budou tvořit podél dálkového vedení. K tomu však je potřeba dlouhodobě, po několika desetiletí nerušené prostředí. Na ostrově nelze očekávat, že ve vztahu k situaci fauny motýlů z hlediska ochrany na tomto místě nastane značná změna. Syslí pole u obce Paks a stanoviště fauny lužního lesa u obce Dunaszentgyörgy, ani tamější druhy motýlů v souvislosti s normálním provozem nebudou dotčena.

Na obojživelníky a plazy provoz Paks II dle předpokladů nebude mít bezprostředně škodlivý vliv. Dá se naopak očekávat navrácení některých druhů. To je významný faktor, neboť všechny druhy obojživelníků a plazů jsou chráněné.

Obr. 95: Ještěrka zelená (Lacerta viridis) dobře snáší rušení antropogenního charakteru

Ohledně ptáků je pravděpodobné, že se opět objeví druhy, které se zde nyní vyskytují. Díky tomu, že se jedná o lokalitu poměrně málo rušenou, volí zde stanoviště řada chráněných a zvláště chráněných druhů ptáků (především kvůli potravě). Dálková elektrická vedení a zvýšený počet stožárů po dobu jejich provozu je považováno za stálý zdroj nebezpečí; stožáry však budou mít i pozitivní vliv, a to především pro dravce, kteří si je rádi využívají jako místo pozorování.

Kromě vlivu zvýšení tepelné zátěže Dunaje z důvodu výstavby Paks II, je nutno počítat i se změnami teplot následkem globálního oteplování; bylo by potřeba jejich společné působení v budoucnu monitorovat. Výsledky našich dosavadních studií naznačují, že globální změny mohou snížit schopnost stávajících struktur vodních společenstev se přizpůsobovat. Je nutno brát v potaz, že o vlivu teplotních změn na MZB máme jen sporadické znalosti. Na základě našich dosavadních znalostí se obecně dá říci, že zvýšení teploty vod nejvíce ovlivní živočichy, kteří po celou dobu jejich života nebo po danou dobu vývoje jsou vázáni k jednomu místu (sesilní organizmy), tj. druhy s úzkou ekologickou valencí, milující chladnější

vody. Podobný značný vliv se dá očekávat u méně mobilních, pomalu se pohybujících druhů (např. měkkýši). Nejméně zranitelné jsou druhy mobilní, se širokou ekologickou valencí. Následkem prognostikovaného společného vlivu změny klimatu a vypouštění oteplené vody, výskyt i dosud objevených invazivních druhů, milujících teplejší vody a migrujících k Dunaji od jihu, jak s ohledem na počet jedinců, tak i na počet druhů, pravděpodobně bude narůstat. Globálně může narůstat produkce celého systému (bakterie, řasy, apod.), a to přes potravní síť a koloběh živin ovlivní fungování celého systému.

Vliv látek, znečišťujících ovzduší během normálního provozu elektrárny a nepatrně zvýšené hladiny hluku na společenství motýlů nebude vykazatelný. Přítomnost člověka, rušení a zvýšený provoz, v oblastech, kterých se výstavba bezprostředně nedotýká, podporuje příchod a šíření živočišných druhů žijících na povrchu země a setrvávajících pod antropogenním vlivem. Znečišťující látky se mohou ze vzduchu usadit v organizmu některých méně pohyblivých druhů, žijících podél hlavních silničních komunikacích. V průběhu činnosti Paks II vzroste provoz jak osobní, tak i nákladní, což bude doprovázeno hlukem, prachem a znečišťováním ovzduší. Většina druhů obojživelníků a plazů se takovým biotopům vyhýbají. Trasa nových vedení u nově postavených bloků časem může podpořit usazení ještěrek.

Vliv provozu Paks II na makroskopické bezobratlý (včetně odděleně zkoumaných vážek) se dá v malé míře očekávat u místa čerpání chladicí vody a vypouštění vody oteplené, dále v úseku Dunaje pod tím. Vypouštění oteplené chladicí vody dle předpokladů může jen lokálně (v délce cca. 1 km) ovlivnit strukturu populace ryb.

Lokalita, z hlediska rovnokřídlých, motýlů, členovců žijících na povrchu země a ptáků, běžným provozem bezprostředně dotčená se bude nacházet v celém areálu elektrárny (vč. obslužné části) a v bezpečnostním pásmu dálkového vedení. Pro obojživelníky a plazy provozní areál Paks II bude prvořadý.

S ohledem na faunu neočekáváme vliv překračující státní hranice.

18.4.2.1 Dopad poruch a havárií a související potenciálně dotčená lokalita

Poruchy mohou být velmi různorodé, proto je jejich vliv na faunu odlišný. Nemůžeme je zde v úplném rozsahu projít, vyzvedneme jen ty nejpravděpodobnější případy. Zvýšená teplota v důsledku poruchy v prostředí vodních ekosystémů bude působit snížení populací vázaných na jedno místo a migraci mobilních druhů. To může mít za následek snížení počtu a zničení populací (velevrub tupý *(Unio crassus),* klínatka žlutonohá *(Gomphus flavipes),* jepice podenka *(Ephoron virgo)*). Vzhledem k tomu, že pro okolní prostředí jsou typické suchá stanoviště, rozsáhlé požáry tato místa ohrožují ve zvýšené míře. Pokud v okolí elektrárny vznikne požár, tam žijící terestrické populace fauny mohou být poškozeny, případně může hrozit vyhynutí jejich společenstev žijících v okolí elektrárny. To zvlášť platí na výsadby jehličnanů podél trasy dálkového vedení. U dálkového vedení také elektrické výboje mohou znamenat riziko požáru. Většina plynných sloučenin, které se uvolňují v důsledku požárů (např. izolační látky), je jedovatá, ale i jejich zbytky přenášené na povrch (také látky v popílku) mohou být jedovaté. Ropné deriváty, které se vylévají na půdu, působí udušení živočichů žijících v půdě. Odpadní voda obsahující nebezpečné chemikálie, v závislosti na jejich složení, může vyvolat uhynutí nebo snížení životaschopnosti. Všechny tyto vlivy budou záviset od aktuální koncentrace látek.

18.4.3 DOPAD UKONČENÍ ČINNOSTI A SOUVISEJÍCÍ POTENCIÁLNĚ DOTČENÁ LOKALITA

V souvislosti s ukončením činnosti v Jaderné elektrárně Paks II lze činit jen velmi hrubé ekologické odhady. V současnosti jsou k dispozici jen velmi omezené informace. Vliv ukončení činnosti bude z velké části záviset na jeho technologii.

Největší vliv bude mít úplná demontáž elektrárny a navazujících objektů (dálkového vedení, apod.). Je třeba v tomto případě, co se týká rozsahu a charakteru prací, počítat s podobnými vlivy jak to bylo u výstavby elektrárny. Pokud technologie odstavení vyžaduje větší obslužnou oblast, tam prováděné práce dle předpokladů poškodí dané biotopy. Tyto škody bude možné během pozdějších rehabilitačních prací podobně k pracím výstavby odstranit, pokud daná stanoviště přivedou do původního nebo původnímu blízkého stavu. Technologické podmínky těchto prací však nejsou v současné době známé, proto k tomu nemůžeme přispět zásadními předpoklady.

19 ODPAD NIKOLIV RADIOAKTIVNÍ

19.1 DRUHY A MNOŽSTVÍ ODPADŮ

Během výstavby, provozu a odstavení Paks II budou vznikat následující skupiny odpadu - přirozeně po jednotlivých fázích a v odlišném poměru

- odpad vznikající při výstavbě a demontáži (inertní),
- průmyslový odpad nikoliv nebezpečný,
- nebezpečný odpad,
- komunální odpad.

Výstavba Paks II

V důsledku pracovních postupů výstavby (stavba bloků jaderné elektrárny, instalace systému chladicí vody kondenzátoru, stavba úseku dálkového vedení v rámci areálu) vznikne odpad především v souvislosti s výstavbou a demontáží (inertní), což bude spojeno u každého bloku s pětiletým obdobím stavby.

Největšího množství odpadu se dosáhne při vytěžení pracovní jámy, a ve srovnání s tím odpad stavebních konstrukcí a pomocných materiálů bude tvořit menší podíl.

Pracovní postupy při výstavbě Paks II	Množství	
	[m3]	[t]
Stavba bloků jaderné elektrárny	820 000	1 476 000
Instalace systému chladicí vody kondenzátoru	570 000	1 026 000
Síť dálkového vedení		
instalace úseku v rámci areálu	150	270
instalace úseku mimo areál	650	1170
celkem:	1 390 800*	2 503 440*

Poznámka:
* Množství vytěžené zeminy zahrnuje i množství, které se během stavby vrátí zpět.

Tabulka 55: Předpokládané množství zeminy, vytěžené na staveništi během výstavby Paks II

Provoz Paks II

Během provozu jaderné elektrárny ve srovnání s její výstavbou, vnikne menší množství nikoliv radioaktivního odpadu. Množství odpadů, vznikajících v průběhu provozu, uvádíme v tabulce níže. Kromě toho odpad vznikne také při jednorázových stavebních pracích v souvislosti s údržbou a rekonstrukcemi, které se vesměs nedají plánovat, a proto s ohledem na odpad plynoucí z těchto prací jsme odhad množství neprovedli.

Odpad vznikající při provozu Paks II	**Množství [t/rok]:**
odpad nikoliv nebezpečný	800
nebezpečný odpad	100

Tabulka 56: Předpokládané množství odpadu vznikajícího při provozu Paks II

Společný provoz Paks II a JE Paks

Během společného provozu dvou jaderných elektráren množství odpadů vznikající v průběhu společného provozu se sečítají. Intenzita sumarizovaných množství se bude každoročně měnit, jednak z důvodu kolísání vzniku ročního odpadu, za druhé v důsledku zahájení provozu bloků Paks II, resp. odstavení bloků JE Paks v různou dobu, dále z důvodu odlišných délek kampaně. Nejintenzivnější období z hlediska vzniku odpadů bude 2030-2032, kdy všechny bloky obou jaderných elektráren budou v provozu - předpokládaná množství zobrazuje tabulka č. 57.

	Odpad nikoliv nebezpečný [t/év]	Nebezpečný odpad [t/rok]
JJE Paks	1434	276
Paks II	800	100
celkem:	~2240	~380

Tabulka 57: Předpokládaná množství odpadů, vznikajících při společném provozu Paks II a JE Paks

Odstavení Paks II

V době odstavení elektrárny bude vznikat odpad vesměs spojený s demontáží; dle předpokladu ve velkém množství. V průběhu bourání budov vznikne přibližně 400 000–500 000 tun neaktívního betonového odpadu.

19.2 SHROMAŽĎOVÁNÍ, USKLADNĚNÍ, VYUŽITÍ A LIKVIDACE ODPADŮ

V areálu Paks II shromažďování odpadů je nutno ve všech životních fázích jaderné elektrárny uskutečňovat s vyloučením znečištění životního prostředí. Je nutno v co největší míře usilovat o selektivní shromažďování odpadů podle druhů. Na pracovištích je nutno zajistit dostatečné množství nádob na sběr odpadů v dostatečné kvalitě. Je nutno vyznačit na pracovišti sběrná místa a provozní shromaždiště průmyslových a nebezpečných odpadů, dle právních předpisů. Je nutno v co největší míře zajistit využití odpadů, aby co nejméně odpadů se likvidovalo na skládkách.

Část zeminy vytěžené během výstavby se během stavby opět navrátí zpět. Pro umístění zbývajícího množství zeminy jsou následující možnosti:

- úprava terénu v rámci areálu,
- využití za účelem terénních úprav mimo areál,
- odvoz na skládku, kde se použije k úpravám terénu.

Pokud vytěženou zeminu nelze za účelem pozdějšího využití okamžitě odvézt, je nutno na daném pracovišti vyznačit dočasné shromaždiště.

Vývoz odpadů z areálu za účelem opětného využití nebo likvidace, je možno uskutečnit do objektů následujících typů:

- selektivní sběr komunálních, průmyslových a stavebních odpadů - recyklační organizace a objekty zpracovávání odpadů,
- směsný komunální odpad - skládka komunálního odpadu města Paks,
- stavební odpad - v areálu nebo mimo areál, skládka neaktivního, případně komunálního odpadu, závody pro zpracovávání stavebního odpadu,
- termická recyklace nebezpečných odpadů – spalovny nebezpečných odpadů,
- likvidace nebezpečných odpadů shromažďováním – skládka nebezpečných odpadů.

Odvoz, recyklaci nebo likvidaci různých odpadů je nutno vždy svěřit organizaci, která disponuje povolením podle aktuálních právních předpisů.

19.3 VLIVY A DOTČENÉ LOKALITY

19.3.1 PŘÍMÉ VLIVY

S ohledem na kteroukoliv fázi životnosti Paks II se dá říci, že bezprostřední vlivy elektrárny se mohou projevit na místech, kterých se bude týkat sběr a shromažďování odpadů v rámci areálu jaderné elektrárny, dále v případě vysypání nebo vytečení odpadů během jejich manipulace v rámci areálu. Součinitel vlivu může vyvolat změnu ve stavu geologická formace, a nebude mít vliv na stav povrchových a podzemních vod.

Bezprostřední vliv provozu Paks II a společného provozu Paks II a JE Paks z hlediska vzniku nikoliv radioaktivních odpadů bude přiměřený.

Vlivy výstavby Paks II budou intenzivnější z důvodu velkého množství stavebních odpadů, zejména co se týká vytěžené zeminy na staveništi, dále i proto, že vliv na ŽP potrvá v případě každého bloku po dobu 5 let, ale i v tomto případě **však bezprostřední vliv tohoto období z hlediska vzniku nikoliv radioaktivního odpadu zůstává snesitelný.**

19.3.2 NEPŘÍMÉ VLIVY

Vývoz odpadů z areálu Paks II za účelem recyklace nebo likvidace ve všech fázích životnosti elektrárny bude kvalifikován jako nepřímý vliv, v okolí přepravních tras (silniční úsek mezi severní bránou elektrárny a areálu skládky komunálního odpadu města Paks, dále hlavní silnice č. 6 a daný úsek dálnice M6) bude tedy působit jako součinitel vlivu. Přeprava

odpadů může ovlivnit geologická formaci v důsledku znečišťujícího vlivu odpadů, které se případně po cestě sypou ne zem, také podél silničních komunikací mohou vznikat vlivy na kvalitu ovzduší, dále veškerá činnost jaderné elektrárny související se silniční dopravou bude zvyšovat hlukovou zátěž.

Oblast nepřímého vlivu vzniku nikoliv radioaktivního odpadu ve všech fázích životnosti Paks II podél tras silniční přepravy odpadů zůstává v pásmu max. 50-100 km.

19.3.3 VLIVY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ, PŘEKRAČUJÍCÍ STÁTNÍ HRANICE

Vlivy na ŽP vzniku nikoliv radioaktivního odpadu po dobu životnosti Paks II zůstávají lokální a nedá se očekávat vliv překračující státní hranice.

20 NAKLÁDÁNÍ S RADIOAKTIVNÍMI ODPADY A VYHOŘELÝMI KAZETY A JEJICH UMÍSTĚNÍ

Sběr, skladování, transport a nakládání s radioaktivními odpady, také nakládání s vyhořelými palivovými kazety, jejich přechodné nebo finální uložení obsahují bez výjimky takové technologické kroky, během kterých prvořadé hledisko je ochrana před radioaktivním zářením, které zasáhne prvky okolního prostředí, případně také osoby pobývající se v areálu nebo mimo areál, resp. udržení vzniklých vlivů na co možná nejnižší míře.

Vyhořelé palivové kazety dle platného právního prostředí se oddělují od radioaktivního odpadu, totiž ty první obsahují štěpný materiál, který se dá použít k dalšímu zužitkování, resp. k výrobě nového jaderného paliva. Na základě předcházejících i nakládání s vyhořelými palivovými kazetami se liší od tradičně pojatých postupů nakládání s radioaktivními odpady.

20.1 DEFINICE RADIOAKTIVNÍCH ODPADŮ

Definice radioaktivních odpadů se děje zásadně dle bodu 15. § 2 Atv. (atomový zákon) : „radioaktivní odpad: k dalšímu zpracování neurčený takový radioaktivní materiál, se kterým dle charakteristik radiační ochrany nelze nakládat jako s obyčejným odpadem".

Jejich kvalifikaci, seskupení lze provést z vícero hledisek, ne základě kterých lze pokračovat v jejich sběru a v nakládání s nimi. Taková možnost seskupení je místo vzniku, skupenství nebo i koncentrace aktivity.

Dle místa vzniku oddělujeme odpady vzniklé během údržby za normálního provozu, charakteristicky odpady vzniklé během úklidových a dekontaminačních prací ve vztahu k primárnímu okruhu, odpady vzniklé během výměny aktivovaných součástek a zařízení, dále plánované nebo neplánované průsaky chladicího média primárního okruhu.

Dle skupenství mluvíme o radioaktivním odpadu pevného nebo kapalného skupenství. Sběr pevných radioaktivních odpadů je v zásadě podstatně jednodušší, než sběr kapalných odpadů, z důvodu přesného ohraničení. Sběr kapalných radioaktivních odpadů většinou již na místě vzniku vyžaduje speciální technologické řešení.

Jelikož z prostoru výstavby lze transportovat jen pevné palivo, zpevňování kapalných odpadů vyžaduje další technologické kroky.

Oddělení dle koncentrace aktivit znamená v případě radioaktivních odpadu, že sběr, skladování, transport a nakládání s ním se může uskutečnit za vhodné biologické a fyzikální ochrany, míra, která odpovídá charakteristice koncentrace aktivity daného odpadu a/nebo odpadovému balíku. Zařazení do tříd se děje na základě tzv. odpadového indexu, který se vypočítá pomocí součtu podílu z koncentrace aktivit (AK_i) radioaktivních izotopů a koncentrace aktivit limitů ($MEAK_i$). Ke skladování **nízkoaktivních odpadů není zapotřebí stínění** z důvodu radiační ochrany, je dostačující jejich oddělení na vyznačenou skladovací plochu s omezeným přístupem. Projektování skladovacích prostředků pro **středněaktivní** odpady probíhá na základě úvah radiační ochrany, ale–na rozdíl od vysoce aktivních odpadů–**není potřeba počítat s teplem, které se vyvíjí v odpadu.** Nízko a středně aktivní odpady má smysl rozlišit dle poločasu rozpadu v nich obsažených izotopů: v **odpadech** s **krátkou životností poločas rozpadu** rozhodujících **izotopů nepřekročí 30 let.**

20.2 CHARAKTERISTIKY VYHOŘELÝCH PALIVOVÝCH KAZET

Dle bodu 14. § 2 Atv. (atomový zákon) : „vyhořelé palivo: v atomovém reaktoru ozářené a z reaktoru natrvalo odstraněné jaderné palivo, které z důvodu jeho možného opětovného znovuzpracování mimo atomový reaktor se nepovažuje za odpad, nebo pokud se považuje za radioaktivní odpad, tak musí být postaráno o jeho trvalé uložení".

Stav v jaderných elektrárnách používaného paliva se charakterizuje mírou vyhoření, která udává, kolik energie se získá z paliva, které obsahuje uran (nebo uran a plutonium) jednotkové hmotnosti, za doby jeho pobytu v reaktoru.

Z hlediska trvalého uložení vyhořelých palivových článků, resp. jejich recyklace/opětovného zužitkování je stejně podstatná hmotnost a aktivita vyhořelého palivového článku, výroba tepla z rozpadů, taktéž radiotoxicita, která je charakteristická pro biologické poškození.

Z důvodu řetězové reakce, která probíhá v palivových kazetách, i po vyzvednutí ze zóny lze změřit významnou aktivitu a z ní vyvíjející se teplo. **Výroba tepla** ve vyhořelých palivových článcích klesá souběžně s aktivitou. Po deseti letech uložení – strávených v bazénu vyhořelého paliva–teplota vyvíjející se ve vyhořelé kazetě je pouze deset tisícina toho výkonu, kterou kazeta v reaktoru během normálního provozu vyrobila a pět setin toho zbytkového tepla, se kterou kazeta disponovala bezprostředně po odstaveníreaktoru.

Radiotoxicita vyhořelého paliva ukazuje to, jaké škodlivé účinky na zdraví by mohly mít v něm obsažené radioaktivní izotopy, když se dostanou do lidského organizmu. Radiotoxicita vyhořelého paliva na začátku více než deset tisíckrát převyšuje radiotoxicitu přírodního uranu, který byl použitý k výrobě. Hodnotu, která je charakteristická pro přírodní uran, dosáhne vyhořelé palivo až po více než stotisíc let.

Výkon bloků jaderné elektrárny a typ použitého paliva zásadně stanovuje množství vyhořelého paliva, které vzniká během provozu reaktoru. Všeobecně čím větší výkon má blok jaderné elektrárny, tím víc vyhořelého paliva vzniká.

Zpracováním vyhořelého paliva a výrobou paliva jako vedlejší produkt zpracování vzniká již dále nezužitkovatelný, charakteristicky vysoce aktivní radioaktivní odpad.

Když budeme počítat s palivem UO_2 a s provozní dobou 60 let, dle údajů dodavatele vzniká cca 3135 kusů vyhořelých kazet, z nichž palivo, co vyhoří, je cca 1674t na každý blok. (Tabulka č. 58).

Reaktor	Tepelný výkon (MW)	Vyhoření kazety (MWd/kgU)	Koeficient využití (%)	Hmotnost vyhořelého paliva (t)
VVER-1200	3 200	47,5	90	1 674

Tabulka 58: Množství vyhořelého paliva, které vzniklo v průběhu celkové provozní doby na každý blok

K přechodnému skladování vyhořelého paliva, které bude vyvezeno z bazénu skladování, a k dalšímu nakládání s ním dojde až po několika letech zahájení provozu nových bloků. O odvod zbytkového tepla je nutné se postarat i po skladování v bazénu skladování, ale k tomu může být vhodné i např. odvod tepla uskutečněný vzduchem resp. přirozenou cirkulací.

20.3 VŠEOBECNÉ PŘEDPISY PRO RADIOAKTIVNÍ ODPADY

Nevyhnutelnými vedlejšími produkty výroby elektrické energie z jaderných zdrojů jsou radioaktivní odpady a musí být zajištěno nakládání s nimi a jejich přechodné a konečné uložení. Radioaktivní odpady jsou veškeré látky, které vznikají v průběhu nějaké plánované jaderné činnosti a na jejich další zpracování již není požadavek nebo způsob, ale koncentrace v nich obsažených radioizotopů překračuje limity, které se považují za bezpečné pro výpusti nebo pro umísťování (deponace) do životního prostředí.

Sběr, evidence, nakládání, kvalifikace, balení, transport, přechodné a trvalé uložení radioaktivních odpadů lze uskutečnit na základě rozšířených a podrobných předpisů nařízení vlády 118/2011. (VII. 11.) o bezpečnostních požadavcích na jaderná zařízení a s nimi související úřední činnosti dále na základě jiných tuzemských právních předpisů a mezinárodních doporučení z hlediska původce odpadů, když se podíváme na životní cyklus radioaktivního odpadu, základní pilíře strategie nakládání z odpady znamenají možnosti plánování (množstevní a kvalitativní), vzniku (a selektivního sběru), úpravy, kondicionování, evidence prvního umístění, transportu a uložení.

Mezi úseky vzniku a úpravy/kondicionování jeden z nejdůležitějších kroků co možná nejpřesnější identifikace odpadu, kvalifikace odpadových balíků, jejich opatření štítky v zájmu zabezpečení jejich do sledovatelnosti. Aplikovatelné technologie zpracovatelnosti a kondicionování ovlivňují požadavky uložišť pro převzetí odpadu resp. jejich možnost umístění.

20.3.1 PEVNÉ NÍZKO A STŘEDĚ AKTIVNÍ RADIOAKTIVNÍ ODPADY

Pevné odpady, které vznikají v kontrolovaném pásmu nové jaderné elektrárny, jsou již **selektivně sbírány** na místě vzniku. Rozdělení odpadů se děje na základě jejich radiologických parametrů, ale berou se do úvahy i ostatní způsoby nakládání s odpady.

Potencionálně neaktivní odpady po **radiologické kvalifikaci se uvolní**, a další nakládání s nimi se děje jako s normálními odpady.

Ta část odpadů s nízkou aktivitou, u kterých obsah izotopů v nich obsažených na základě **radiologické kvalifikace**, dosáhne v dohledné době limity pro uvolnění, se dostanou do **odděleného přechodné uskladnění**, cílem kterého je pozdější uvolnění po rozpadu radioizotopů.

Lisovatelné odpady se **zkompaktňují** a tím se snižuje objem odpadů připravených k trvalému umístění. Zkompaktněné odpady dle potřeby **po přechodném uskladnění** se dostanou ke **kondicionování** za účelem vytvoření odpadového balíku, které se dají umístit do Státního uložiště radioaktivních odpadů (NemzetiRadioaktívhulladék-tárolóban) (NRHT). Kondicionované odpady se dostanou k trvalému uskladnění do NRHT.

20.3.2 PEVNÉ ODPADY S VYSOKOU AKTIVITOU

Vysokoaktivní pevné odpady, které vznikají v průběhu údržbářských prací, se dávají **do balíku**. Dojde i na **snížení objemu** vysokoaktivních odpadů pokud vlastnosti odpadu to umožní.

Přechodné umístění vysokoaktivních odpadových balíků se děje k tomu účelu dočasně vytvořených uložišť do demontáže bloků nebo do zahájení provozu uložiště vysokoaktivních odpadů.

Po přechodném umístění vysokoaktivní radioaktivní odpady se dostanou **ke konečnému ulože**ní do geologického uložiště, které vzniká v Maďarsku

20.3.3 KAPALNÉ RADIOAKTIVNÍ ODPADY

Výpusti s obsahem kyseliny borité, odvzdušnění, organizované úniky se shromažďují, upravují a znovu zpracovávají samostatně. Tím se **minimalizuje obsah kyseliny borité do vod sběrných kanálů,** následkem čehož je snížení objemu kapalných radioaktivních odpadů.

Regenerační a uvolňovací roztoky ionexů, které pochází z čistících zařízení odparek, voda ze speciální prádelny, sprchové vody ze šaten primárního okruhu, v závislosti na jejich obsahu aktivity buď bez úpravy, nebo po vyčištění selektivními sorbenty jsou **vypuštěny** z kontrolovaného pásma.

Radioaktivní vody sběrných kanálů jsou **kondicionované** (zpevněné) po **snížení objemu** takovým způsobem, aby výsledný produkt splnil kritéria pro trvalé uložení.

Kondenzáty, které vznikají během snížení objemu radioaktivních vod sběrných kanálů, se znovu zužitkují nebo jako nadbytečná voda se vypustí do životního prostředí.

Kondicionované odpady se dostanou ke **konečnému uložení** do NRHT.

20.4 VŠEOBECNÉ PŘEDPISY PRO PALIVOVÉ KAZETY

Do tohoto tematického okruhu patří úplný dozor a potřebné kroky s nakládáním do areálu dodávaných čerstvých palivových kazet a z reaktoru vyvezených vyhořelých palivových kazet

Čerstvé palivo nevyžaduje mimo fyzické ochrany další mimořádné opatření (radiační ochrana), nemá dopady na zdravotní stav z hlediska ionizujícího záření.

Nakládání s vyhořelými palivovými kazetami je podstatně složitější úkol, příslušné právní předpisy a mezinárodní doporučení požadují přísný soulad činností složitých technologických úkolů a úkolů radiační ochrany

Vyhořelé palivové kazety po vyvezení z reaktoru se dostanou do **bazénu skladování**, kde je zajištěno **chlazení**, dokud zbytkový tepelný výkon neklesne na hodnotu, která je vhodná pro přechodné suché uskladnění palivového souboru.

Po uskladnění v bazénu skladování vyhořelé palivové souboru se dostanou na přechodné uskladnění. Pro tento účel jsou v současnosti dvě možnosti:

- použité palivové kazety se transportují na území Ruské federace pro dočasné technologické uskladnění nebo za účelem technologického uskladnění a reprocesingu. Použité palivové kazety nebo v případě reprocesingu jaderný odpad se bude uskladňovat na území Ruské federace po stejnou dobu, kterou předepisuje dohoda (smlouva) uvedená v prvním odstavci kapitoly 7 o zacházení s jaderným palivem 20 leta potom ho transportují zpět do Maďarska
- tuzemské přechodné uskladnění vyhořelých palivových kazet.

V KHT pro přechodné uskladnění vyhořelých palivových kazet bereme do úvahy i několik desítek let možné **přechodné uskladnění v tuzemsku**, v areálu bloků nebo v jejich bezprostřední blízkosti. Přechodné uskladnění trvá tak dlouho, dokud nebude zajištěno, jejich bezprostřední trvalé uložení.

Po přechodném uskladnění počítáme s **bezprostředním trvalým uložením vyhořelých palivových kazet v tuzemsku**.

20.5 PŘEDPOKLÁDANÝ VLIV STAVEBNÍCH PRACÍ

Přímý vliv, který pochází ze vzniku, sběru, úpravy, zneškodnění radioaktivních odpadů nelze během výstavby. První palivová vsázka bude dodána jeden rok před dokončením výstavby

Během výstavby nelze očekávat přímý vliv na životní prostředí z hlediska radioaktivních odpadů, takže nelze počítat ani se **vznikem nepřímých vlivů**.

Emise radioaktivních izotopů z radioaktivního odpadu nelze očekávat během výstavby, takže její přímý vliv resp. pojem potencionálně ovlivněné lokality nejsou relevantní, **nepřímý vliv nelze očekávat** (příslušný faktor vlivu neexistuje).

Nelze stanovit potencionálně ovlivněnou lokalitu vlivu na životní prostředí, která překročí státní hranice a vzniká ze sběru, úpravy, uskladnění radioaktivních odpadů, **z nedostatku vyvolávajících důvodů**.

20.6 PŘEDPOKLÁDANÝ VLIV PROVOZU

20.6.1 RADIOAKTIVNÍ ODPADY

Očekávatelné vlivy provozu jaderné elektrárny ohledně radioaktivních odpadů určuje jejich očekávatelné množství a kvalita.

Již během projektování plánovaného typu bloku byla věnována zvýšená pozornost, aby vůči dřívějším technologickým řešením vznikalo menší množství radioaktivního odpadu během provozu. Z důvodu vytvoření systémů primárního okruhu a větší koncentrace technologie množství nízko a středně aktivních odpadů bude podstatně menší, než c o v současné době vzniká na blocích Jaderné elektrárny Paks.

Systémy Paks II. byly projektovány tak, aby radioaktivní odpad, který vzniká během provozní doby, byly schopny zpracovat tak, aby limit pevných, kapalných a plynných výpustí byl co možná nejnižší, jakého lze dosáhnout. Během projektování byly vzaty v úvahu do teď shromážděné zkušenosti.

Úprava a přechodné uskladnění radioaktivních odpadů se děje v pomocné budově vedle kontejmentu dle charakteristik skupenství a koncentrace aktivit. Pro uskladnění selektivně sbíraných a předem upravených nízko a středně aktivních odpadů bude možnost po dobu 10 let uvnitř areálu. Přechodné uskladnění vysokoaktivního odpadu v areálu je vyřešitelné po dobu provozu, takže výběr trvalého uložiště a vybudování úložné kapacity se musí realizovat do konce doby provozu.

Pevné a zpevněné, nízko a středně aktivní odpady po jejich přechodném skladování v areálu se dostanou do NRHT, do hlubinného uložiště, transportem po veřejných komunikacích.

Množstevní rozložení nízko, středně a vysokoaktivních pevných odpadů, které vzniknou během provozu na výkonu budoucích bloků reaktorů Paks II. je odhadováno na rok a na jeden blok dle tabulky č. 59.

Odpad	Množství odpadu [m^3/rok]	Po úpravě množství odpadu (zpevnění, rozdělení na menší kusy, atd.) [m^3/rok]	Počet jednotek pro uskladnění/ úpravu
Nízkoaktivní pevný	70	28	140 sudů
Středněaktivní pevný	11	4	20 sudů
Vysoceaktivní pevný	0,5	-	5 kapsle
Velkorozměrový, nelze zpracovat (vznikl během údržby/opravy)	5	-	-
Zacementovaný koncentrát	25	20	100 sudů
Zacementovaný ionex	10	8	40 sudů
Zacementovaný kal	0,6	0,5	3 sudy

Tabulka 59: Odhadované roční množství vznikajících radioaktivních pevných odpadů na jeden blok[40]

Při odhadování množství odpadů, který bude trvale uložen byl vzat do úvahy i vliv aplikace technologie pro nakládání s odpady a kondicionování, které mají být vystavěné zároveň s novými bloky.

20.6.2 VYHOŘELÉ PALIVOVÉ KAZETY

Na základě známých údajů bloků lze odhadnout množství vyhořelého paliva, které vznikne za celou dobu provozu. Když budeme počítat s palivem UO_2 a s provozní dobou 60 let dle uvedených údajů vzniká v jednom reaktoru 1 674 t vyhořelého paliva, tzn. na dva bloky 3348t.

Vyhořelé palivové kazety v prvním kroku se dostanou do bazénu skladování, který se nachází uvnitř kontejmentu.

Pro přechodné umístění palivových kazet, které byly vyvezené z bazénu skladování, dle dostupných popisů literatury a technologických postupů je nabízeno vícero řešení. Když vezmeme do úvahy možnosti areálu v Paksi, pozitiva a negativa realizace různých technologií, nejpříznivější je vytvoření uvnitř areálu povrchového suchého kontejnerového dočasného skladování. Vytýčení uložiště v rámci areálu je výhodnější i z hlediska fyzické ochrany, společenské přijatelnosti, transportních a logistických úkolů a monitorovacího systému, který se má stejně vybudovat v souvislosti s novými bloky. Dle informací, které máme k dispozici, by mohlo být výhodné vhodně pokrytá plocha velikosti cca. 75×100m, pro přechodné uskladnění vyhořelých palivových kazet na několik desítek let, které vznikají za celou dobu provozu.

Obr. 96: Suché kontejnerové uskladnění ve vertikální poloze[42]

Obr. 97: Plnění suchého uskladnění v horizontální poloze[43]

Obr. 98: Charakteristické uspořádání v případě suchého kontejnerového uskladnění[44]

20.6.3 OČEKÁVATELNÉ VLIVY A PROVOZEM POTENCIÁLNĚ DOTČENÁ LOKALITA

Radioaktivní odpady

Sběr a nakládání s nízko a středně radioaktivními odpady se bude odehrávat v Pomocné budově. Potenciálně dotčená lokalita **přímých** radiologických **vlivů,** které budou případně vycházet z v budoucnu používaných technologických kroků a které zatěžují okolní prvky nad limit, **se omezuje** na provozovnu elektrárny, a v rámci ní **na území haly pro skladování a úpravu**.

Trasa přepravy kondicionovaného odpadu do NRHT má délku 64 km. Z té probíhá 49km po dálnici M6, po tomto úseku není nutné počítat s radiační zátěží osob stojících na kraji silnice, jelikož po stranách dálnice je zakázán pěší provoz, dále osoba pohybující se na území odpočívadel a čerpacích stanic, které tvoří součást dálnice, může být jen v takové vzdálenosti od osy dopravního pruhu, kde radiologický vliv nákladu je už zanedbatelný. Na prvním úseku přepravní trasy, od silnice stávajícího severního vjezdu Jaderné elektrárny Paks po dálnici M6, obsahuje územní plán města Paks naváděcí úsek silnice, který probíhá od křižovatky severního vchodu a hlavní silnice číslo 6 až po dálniční výjezd M6 Paks Dél (Jih) a nedotkne se obytné oblasti.

Lze zjistit, že roční radiační zátěž obyvatelstva, i konzervativním odhadem, je řádově pod úrovní limitní dávky (určeno státem), resp. limitní dávky určené elektrárnou, takže **přeprava na konečné úložiště se dá považovat za okraj přepravní trasy, resp. silnice, za hranici potenciálně dotčené lokality,** za předpokladu, že při projíždění přepravního vozidla pobývá na kraji silnice vždy stejná osoba.

Během technického vytvoření a odhadované životnosti obalového souboru, který umožní přepravu na úložiště, nemůže uniknout radioaktivní obsah v něm umístěného odpadu, proto **teritorium přímých vlivů bude stejné, podle očekávání, jako hranice provozovny skladovací haly.**

Případné radiační zátěže skladovacího způsobu radioaktivního odpadu s vysokou aktivitou v rámci provozovny ve vztahu k okolním prvkům se omezuje na území provozovny, resp. dovnitř dotčené lokality, která se rovná 500 m-ové hranici bezpečnostního pásma, které ještě není úředně zaevidované.

Potenciálně dotčená lokalita nepřímých vlivů radioaktivního odpadu s vysokou aktivitou **závisí na technologii úpravy a skladování jmenovaných odpadů.** Po jejich vzniku je účelné zajistit skladování v provozovně, dokud nepoklesne poměr izotopů s kratším poločasem rozpadu a s tím zároveň i vznik tepla. Potom následuje přeprava a uložení na konečné úložiště. V současnosti obzvláště zkoumané Bodai Aleurolit Formáció (BAF) může sloužit jako konečné úložiště uvnitř státních hranic. Přímé a nepřímé vlivy, které případně vyplývají z objektu takového charakteru, zásadně záleží na fungování, provozování realizovaných inženýrských parametrů dle předpisů. Hlubinné úložiště i několik desetitisíc let bezpečně zadrží radioaktivní izotopy. Charakteristická technologie uložení, odpadní balíky opatřené stanovenou technickou ochranou, komory sloužící k uložení, odděluje tlustá voděodolná vrstva betonu od přírodního kamení, potom následuje konečné utěsnění kontejnery naplněných komor, resp. jejich uzavření betonovou vrstvou. Z dat monitorovacího systému, instalovaného do skladovací komory před jejím naplněním a uzavřením, se dá odvodit případný únik, který by mohl být přímým působením na bezprostřední okolí hlubinného úložiště, ale pravděpodobnost tohoto je prakticky zanedbatelná.

Při nakládání s radioaktivními odpady během normálního chodu provozu, v případě dodržení příslušných přísných předpisů a popisů procesů, vlivy na prostředí, které vznikají při nakládání s radioaktivními odpady různých kategorii aktivit, nemohou dosáhnout, resp. překročit státní hranici. Výše uvedené platí i pro vyhořelé palivové kazety.

Vyhořelé kazety

Po přechodném uložení kazet na provozovně po dobu několika desítek let, se kazety (ve skladovacích kontejnerech), bez další manipulace přepraví buď do objektu pro přepracování (reprocesing), nebo do konečného úložiště, jelikož povrchové skladovací kontejnery poskytují dostatečnou ochranu i během transportních činnosti.

Radiační zátěž na prostředí kontejnerů na povrchové ploše uložiště nepřekročí hodnotu dávkového limitu ani na hranici potenciálně dotčené lokality rovnající se hranici bezpečnostního pásma.

V případě přepravy do objektu přepracování se bere za základ úsek železnice po státní hranici. Pokud vycházíme ze stávající sítě železničních tras se při plánování trasy bere do úvahy to, aby souprava zasáhla co nejméně obytných území, dále zajištěním jízdy s bezpodmínečnou předností a také i se započtením plánované zastávky, bude i doba pobytu minimální.

Stanovení nepřímo dotčené lokality závisí i na způsobu úpravy po přechodném skladování. Pokud kazety budou podrobené reprocesingu nebo zužitkování, tzn. , že se z nich za účelem další výroby energie využije vhodný štěpný materiál, potom je nutné vzít do úvahy přepravní trasu od přechodného úložiště do objektu reprocesingu a okolní prostředí budovy, kde dojde k zužitkování. Ale v průběhu zpracování se velká část radioizotopů, které se nacházejí v kazetě, promění na vysoce aktivní odpad, který se v provozu určenému k přepracování vhodně kondicionuje (obvykle se zaleje do skla). Tento vysoce aktivní odpad (vycházejíc z aktuálního právního prostředí) se vrátí do jaderné elektrárny, odkud se po trase uvedené pro vysoce aktivní odpady dostane do plánovaného hlubinného místa pro uložení.

20.6.4 VLIV SPOLEČNÉHO PROVOZU PAKS II. A JADERNÉ ELEKTRÁRNY PAKS A JIMI POTENCIÁLNĚ DOTČENÁ LOKALITA

Během společného provozu uplyne reaktorům Paks II. první desetiletí jejich provozní doby, umístění v provozovně a přechodné uložení během této doby vzniklého radioaktivního odpadu a vyhořelého jaderného paliva bude vyřešeno bezprostředně vedle kontejmentu v pomocné budově primárního okruhu a v bazénu skladování vyhořelého paliva, tj. vyvezení radioaktivního odpadu z provozovny, resp. manipulace s vyhořelou palivovou kazetou mimo kontejnment, v případě Paks II. nelze očekávat. A pokud bude transport radioaktivního odpadu z důvodu jeho konečného uložení, tak ve srovnání s transportem z Jaderné elektrárny Paks lze očekávat jen malé množství. Ohledně radioaktivních odpadů a vyhořelých palivových článků se budou očekávatelné vlivy během společného provozu výhradně odrážet na bloky Jaderné elektrárny Paks z důvodu vlivu odpadů takového charakteru na okolní prostředí, které vznikají na konci provozní doby bloku a během potřebných technologických zákroků.

Společný bod společného provozu je transport radioaktivního odpadu z provozovny po veřejné komunikaci a transport vyhořelého paliva po železnici. Během společného provozu lze očekávat transport nízko a středně aktivního odpadu do

místa uložení NRHT- z postupně odstavených bloků Jaderné elektrárny Paks a během přípravy 20 letého ochranného uložení po výše uvedené trase, a s očekávatelným radiačním působením. Z odstavených bloků Jaderné elektrárny Paks vyvezené vyhořelé palivové kazety se dostanou do KKÁT. Přesný harmonogram transportu kazet z KKÁT, které již dosáhly 50 ti let skladování, není v současné době známý, ale je účelné v zájmu vyhnutí se aditivním účinkům sladit termíny transportu odpadu dvou provozoven a taktéž i transportní trasy.

Z území Paks II. – dle současných představ – nelze očekávat transport nízko a středně aktivního odpadu za společného provozu, ani vysoko aktivního odpadu, vzhledem k několika desetiletí trvajícímu přechodnému uložení na provozovně.

Potenciálně dotčená lokalita vyskladnění radioaktivního odpadu z normálního provozu dvou provozoven, dále nakládání s odpady a přechodné místa uložení, se dá považovat za stejné jako hranice bezpečnostního pásma.

Vliv na okolní prostředí společného provozu Jaderné elektrárny Paks a Paks II. , překračující státní hranice, lze v případě normálního provozu vyloučit.

20.6.5 VLIVY UDÁLOSTÍ PATŘÍCÍCH DO ZÁKLADU PROJEKTOVÁNÍ

Sběr a úprava úplného okruhu těch typů radioaktivních odpadů, které vznikají během provozních událostí, které patří do základů projektování, ale jsou odlišné od normálního provozního stavu, je řešitelné v pomocné budově primárního okruhu, takže potenciálně dotčená lokalita přímého vlivu těchto odpadů na okolní prostředí bude uvnitř hranic bezpečnostního pásma provozovny, proto není zdůvodněna analýza nepřímých vlivů na prostředí dále přesahujících státní hranice.

20.7 OČEKÁVATELNÉ VLIVY VYVEDENÍ Z PROVOZU

Nezávisle na současně platnou variantu okamžitého vyvedení z provozu Paks II. , konečné odstavení jaderné elektrárny a provedení s tím souvisejících technologických kroků, vyžaduje roky. Demontážní činností vyvolávají obdobné vlivy jako u stavby s tím rozdílem, že ve srovnání se stavbou vzniká značné množství nízko a středně aktivních radioaktivních odpadů a nakládání s těmito odpady se musí realizovat v rámci provozovny. Umístění tak velkého množství odpadu vyžaduje značně rozsáhlou důlní činnost a manipulaci s materiálem, ale lze očekávat, že těmito vlivy potenciálně dotčená lokalita, zůstane uvnitř státní hranice.

21 RADIOAKTIVITA OKOLNÍHO PROSTŘEDÍ - RADIAČNÍ ZÁTĚŽ OBYVATELSTVA ŽIJÍCÍHO V OKOLÍ PROVOZOVNY

21.1 RADIOAKTIVITA PROSTŘEDÍ V OKRUHU 30 KM OD JADERNÉ ELEKTRÁRNY

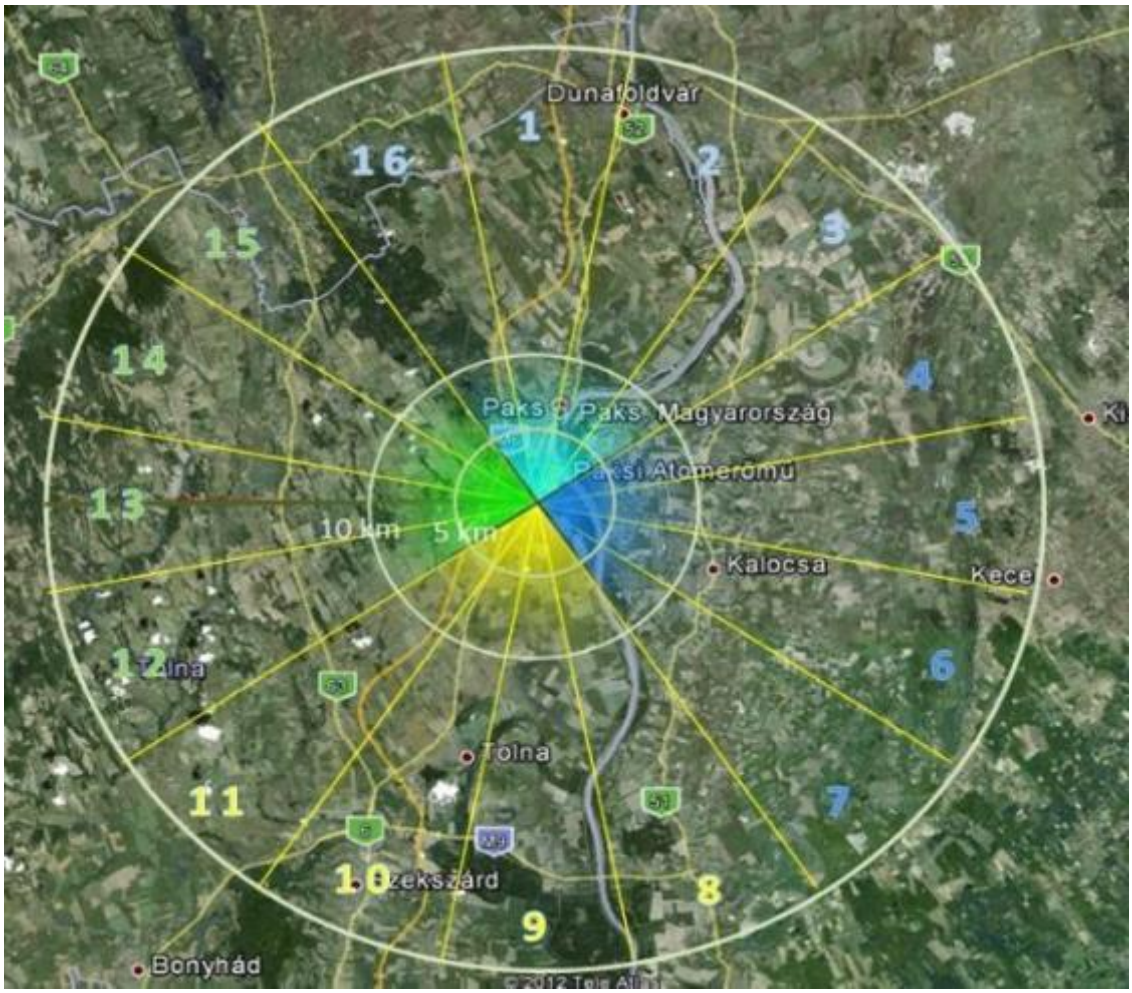
Kontrola okolního prostředí Jaderné elektrárny Paks s měřením radioaktivity různých vzorků okolního prostředí už probíhá od roku 1978, kdy začal průzkum základní úrovně (nulová úroveň) až po průběžná provozní měření. Měření prováděly, resp. provádí i v současnosti Jaderná elektrárna Paks, úřady a další instituce.

Pro charakteristiku radioaktivity okolního prostředí Jaderné elektrárny Paks jsme použili výsledky měření koncentrace aktivity následujících prvků okolního prostředí:

- dávkový příkon radiace okolního prostředí,
- in-situ gama-spektrometrická měření,
- vzorky z ovzduší, půdy a trávy,
- vzorky povrchové vody,
- vzorky kalů
- vzorky ryb,
- vzorky půdní vody
- vzorky mléka.

K vyhodnocení jsme vzali jako podklady roční hlášení Úřední kontrolní systém radiační ochrany prostředí (Hatósági Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer) (HAKSER) a Provozní kontrolní systém radiační ochrany prostředí (Üzemi Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer) (ÜKSER) z let 2001-2011. Výsledky měření okolního prostředí, které jsme

měli k dispozici z let 2001-2011, jsme rozdělili do skupin dle jejich teritoriálního umístění. Dle předběžných průzkumů okolního prostředí elektrárny jsme rozdělili do 3 vzdáleností (menší než 5 km; mezi 5-10 km; mezi 10-30 km) ve 4 směrech (Sever, Jih, Východ, Západ)



Obr. 99: Rozdělení sektorových skupin v okruhu 30 km od elektrárny

V případě vzorků vody a bahna z Dunaje jsme použili rozdělení řeky na úseky nad Paksem a pod Paksem.

Pohyb a vázání se radioaktivních látek v prvcích okolního prostředí je výsledkem složitých procesů, tak např. rostlinný příjem radioizotopů ovlivňuje mnoho faktorů, z nichž podstatnější jsou následující: struktura půdy, hutnost půdy, mechanické složení, hloubka kořenů rostlin, poměr rostlinných částí pod zemí a nad zemí, délka vegetačního období, povětrnostní a meteorologické podmínky.

Vzájemné působení prvků okolního prostředí dle doporučení NAU lze nejjednodušeji popsat tzv. maticemi vzájemného působení. Skrze vzájemné působení je možný i popis pohybu radioaktivních látek, které se dostaly do prostředí. Přirozená místa k životu a k úrodě a jejich hlavní vzájemné působení, přes které se radioaktivní kontaminace šíří dál, se mohou dostat z jednoho místa na druhé. V úhlopříčce matice vzájemného působení se nalézají hlavní prvky okolního prostředí a buňky vedle nich jsou vzájemné působení mezi nimi. Vzájemné působení se rozumí shodně ve směru hodinových ručiček mezi diagonálními prvky.

Následující tabulka ukazuje přirozená místa k životu a k produkci úrody a jejich hlavní vzájemné působení, přes které se radioaktivní kontaminace šíří dál, a mohou se dostat z jednoho místa na druhé.

	1	2	3	4
1	Lesy	Vítr (aerosol, odpařování) Půdní voda, povrchová voda (odtok) Půda (promíchání půdy) Využívání popela (hnojení) Využívání hnoje zvířat (hnojení) Organické produkty rozkladu Využití produktů ze dřeva	Vítr (aerosol, odpařování) Půdní voda, povrchová voda (odtok) Půda (promíchání půdy) Usazování popela (spalování) Organické produkty rozkladu Výživa zvířat	Vítr (aerosol, odpařování) Půdní voda, povrchová voda (odtok) Půda (promíchání půdy) Usazování popela (spalování)
2	Vítr (aerosol, odpařování) Usazování popela (spalování)	Úrodná půda	Vítr (aerosol, odpařování) Půdní voda, povrchová voda (odtok) Půda (promíchání půdy) Usazování popela (spalování) Organické produkty rozkladu Výživa zvířat	Vítr (aerosol, odpařování) Půdní voda, povrchová voda (odtok) Půda (promíchání půdy) Usazování popela (spalování) Organické produkty rozkladu
3	Vítr (aerosol, odpařování) Usazování popela (spalování) Domácí zvířata, hnůj zvířat	Vítr (aerosol, odpařování) Usazování popela (spalování) Využívání hnoje zvířat	Zatravněná plocha	Vítr (aerosol, odpařování) Půdní voda, povrchová voda (odtok) Půda (promíchání půdy) Usazování popela (spalování) Organické produkty rozkladu
4	Vítr (aerosol, odpařování, postřik) Voda (napájení zvířat) Záplava	Vítr (aerosol, odpařování, postřik) Půdní voda (přítok) Sediment (vytěžená) Voda (napájení zvířat) Zalévání Záplava	Vítr (aerosol, odpařování, postřik) Půdní voda (přítok) Sediment (vytěžená) Voda (napájení zvířat) Zalévání Záplava	Řeka, jezero

Tabulka 60: Hlavní vzájemné působení mezi přírodními místy pro život a pro úrodu

VÝSLEDKY MĚŘENÍ PRVKŮ OKOLNÍHO PROSTŘEDÍ – DATA OD HAKSER

Úvodem je důležité poznamenat, že globální kontaminující prvky, jako jsou ^{134}Cs, ^{137}Cs, ^{90}Sr s velkou pravděpodobností pocházejí z nukleárních výzkumů nebo z černobylské katastrofy, a je těžké oddělit i tritium (^{3}H) a radioaktivní izotop uhlíku (^{14}C), zda jsou kosmogenního původu, nebo jsou globálními kontaminujícími prvky, nebo pocházejí z provozu Jaderné elektrárny Paks.

Z dat měření koncentrace aktivit **aerosolů** jen pro prostorové rozptýlení ^{137}Cs a ^{131}I se získala data vhodná k vyhodnocení (pro případ >10 km). ^{131}I se vyskytuje 11-krát ve vzdálenosti větší než 10 km, která může být případně z nemocničního používání, resp. data z roku 2011 mohou pocházet z vypuštění Izotóp Intézet Kft. (nebo z Fukušimy). I časová radioaktivita **vzorků půdy** (tabulka č. 61) ukazuje, že radioaktivní látky globálního původu spíš najdeme v okolním prostředí elektrárny, dále i to, že průměrné hodnoty zůstávají pod celostátním průměrem:

Nuklid	Rok	Průměr [Bq/kg]	Min [Bq/kg]	Max[Bq/kg]	Kus	Celostátní průměr [Bq/kg]	Referenční úroveň [Bq/kg]
^{134}Cs	2001-2011	-	0,26	2,6	5	-	**-**
^{137}Cs	2001-2011	9,7	0,5	52	516	17	**9,7**
^{90}Sr	2001-2011	1,8	0,18	56	183	2,3	**1,8**

Tabulka 61: Souhrnné údaje koncentrace aktivity půdy

Vzhledem k prostorovému rozptylu i v případě koncentrace aktivity půdy se vyskytují převážně radioaktivní látky globálního původu v okolním prostředí Jaderné elektrárny Paks. U prostorového rozptylu koncentrace aktivity trávy a krmiva nacházíme podobné charakteristiky s radioaktivitou půdy, s výjimkou, že se tady vyskytuje i tritium. I rozptyl koncentrace aktivity vodních vzorků úseku Dunaje nad Paksem na kilometr řeky ukazuje to, že i před bodem výpustě kapalných látek Jaderné elektrárny Paks nacházíme v řece radioaktivní látky. Tyto tři charakteristické radioaktivní látky globálního původu (^{137}Cs, ^{90}Sr, ^{3}H) jsou i v čase postupně vykazatelné. Ve vodních vzorcích úseku Dunaje za Jadernou elektrárnou Paks nacházíme téměř stejné koncentrace aktivity, jako před bodem výpustě, někde je hodnota měřená před bodem výpustě vyšší, než je hodnota měřená za Paksem. V úseku Dunaje před Jadernou elektrárnou Paks je v sedimentu časově rovnoměrný výskyt ^{137}Cs. V sedimentu úseku Dunaje za bodem výpustě se i časově rovnoměrně vyskytují radionuklidy ^{137}Cs a ^{90}Sr, které nejsou oproti hodnotám před elektrárnou o moc vyšší. Prostorový rozptyl koncentrace aktivity vodních vzorků stojatých vod se neliší od hodnot koncentrace aktivity jiných tuzemských stojatých vod. Časovou změnu měřitelných vzorků stojatých vod lze sledovat spíše pro ^{90}Sr, hodnota ^{3}H zůstává pod státním průměrem (3H: 4,3 Bq/dm3). Časový rozptyl koncentrace aktivity sedimentu stojatých vod je měřitelný nejvíce pro ^{137}Cs. Pro prostorový rozptyl koncentrace aktivity **vodních živočichů stojatých vod** je jen několik vyhodnotitelných dat, v nich koncentrace aktivity ^{137}Cs byla v průměru 0,22 Bq/kg. To nepřekračuje celostátní průměr (0,42 Bq/kg).

Pro prostorový rozptyl koncentrace aktivity v kravském mléce jen pro ^{137}Cs a ^{90}Sr radionuklidy byla vyhodnotitelná data.

Časový rozptyl koncentrace aktivity **kravského mléka** byl rovnoměrný, patří do velkosti řádu celostátního průměru.

Nuklid	Rok	Průměr [Bq/kg]	Min [Bq/kg]	Max[Bq/kg]	Kus	Celostátní průměr [Bq/kg]	Referenční úroveň [Bq/kg]
^{137}Cs	2001-2011	0,040	0,020	0,073	37	0,055	**0,040**
^{90}Sr	2001-2011	0,092	0,024	0,93	47	0,066	**0,092**

Tabulka 62: Souhrnné údaje koncentrace aktivity kravského mléka

Prostorový rozptyl **dávkového příkonu** (měřeno TLD) ukazuje, že v okolním prostředí Jaderné elektrárny Paks patří hodnoty spíš mezi dolní rozsah tuzemských měřených hodnot (průměr: 78 nSv/h).

VÝSLEDKY MĚŘENÍ PRVKŮ OKOLNÍHO PROSTŘEDÍ – DATA OD ÜKSER

Měření ÜKSER spadají prvořadě do okolí měřicích stanic typu „A“ (A1-A9) a kontrolních měřících stanic, resp. na provozovnu a její bezprostřední blízkost. Stanice typu „A” jsou umístěny blíž k Jaderné elektrárny Paks, takže tady lze s větší pravděpodobností měřit radionuklidy, které pocházejí z výpustě jaderné elektrárny. Tady jsme vzali v úvahu jen umělé radionuklidy.

Údaje **vzorků ovzduší** na základě provozních měření ukazují, že lze prokázat jen několik, pro jadernou elektrárnu typicky charakteristických, radionuklidů (^{54}Mn, ^{58}Co, ^{60}Co) ve sledovaném období mezi lety 2001-2011. Hodnoty koncentrace aktivit stanic typu A a kontrolních stanic typu B pro ^{137}Cs, ^{14}C ^{3}H jsou podobná. Na základě měření vzorků **spadu, půdy a trávy** jedině radionuklid ^{60}Co byl charakteristický pro Jadernou elektrárnu Paks, nuklidy ^{137}Cs a ^{90}Sr jsou zároveň i radioaktivní izotopy globálního původu. Radionuklid ^{131}I vzorků ovzduší a spadu může pocházet z havárie jaderné elektrárny ve Fukušimě a z výpusti společnosti Izotóp Intézet Kft. Ve vzorcích kalů a půdy, které byly nabrané přímo v okolním prostředí provozovny, výskyt jaderno-elektrárenských radionuklidů (^{54}Mn, ^{58}Co, ^{60}Co, ^{110m}Ag, ^{106}Ru, ^{144}Ce) je výsledkem soutoku, takže naakumulování, ale jednoznačně ukazuje na původ ve výpusti jaderné elektrárny. Mimo těchto shromažďovacích míst nelze jednoznačně prokázat jaderno-elektrárenské radionuklidy v jiných prvcích okolního prostředí.

Hodnoty dávkového příkonu taktéž obsazují spodní rozsah v tuzemsku měřených hodnot

Stanice	Průměr dávkového příkonu [nSv/h]	Roky
A1	65,5	2001-2011
A2	66,6	2001-2011
A3	73,3	2001-2011
A4	77,0	2001-2011
A5	73,8	2001-2011
A6	68,7	2001-2011
A7	63,8	2001-2011
A8	82,2	2001-2011
A9	66,4	2001-2011
B24	82,1	2001-2011
Referenční úroveň dle HAKSER	78	2001-2011

Tabulka 63: Průměrné hodnoty dávkových příkonů

Radiologické výsledky půdní vody

Na území provozovny Jaderné elektrárny Paks a jeho okolním prostředí se zřizovaly na více místech studny pro odběr vzorků, aby se dala změřit aktivita ^{3}Ha jiných radioaktivních izotopů v půdní vodě. Ve vzorcích, které byly odebrány z míst uvnitř provozovny, lze prokázat tritium s velkými výkyvy. Průměr hodnot se mění mezi 2 a 2326 Bq/dm^3 v závislosti na ročním období, stavu hladiny vody a rychlosti proudění. Mohou se odvodit tyto závěry obecného charakteru:

- Proudění tritia má směr převážně Sever-Severovýchod v blízkém okolí hlavní budovy Jaderné elektrárny Paks. Směr šíření zátěže v případě vysokého stavu hladiny vody Dunaje se otáčí do směru Sever-Severozápad a šíření zátěže se zastaví, resp. jeho plocha se rozšíří i do směru Západ
- Mimo tritia bylo prokazatelné jen malé množství ^{14}C, jiný radionuklid umělého původu nelze prokázat ve studních pro půdní vodu.
- Výsledky měření ukazují, že koncentrace aktivit tritia postupně klesají.

Výskyt tritia (^{3}H) a radioaktivního izotopu uhlíku (^{14}C) vyplývá především z globálního původu. K dispozici je bohužel omezená databáze měření pro pokrytí celého státu, ale část hodnot, které se objevily v okolním prostředí jaderné elektrárny, lze s pravděpodobností připsat jaderné elektrárně. Jejich výskyt ve vodách pod povrchem v provozovně má určitě původ v jaderné elektrárně, ale rozšíření zátěže se omezuje jen na provozovnu.

Sledování/průzkum výskytu radioizotopů v okolním prostředí jaderné elektrárny z roku 2012

Pro charakteristiku současného stavu (koncentrace radioizotopů) na 5 testovacích místech jsme prováděli následující měření: in-situ gama-spektrometrický (50 měření), dávkový příkon gamy (50 měření), měření koncentrace aktivity půdy (měřeni 50 vzorků), měření koncentrace aktivity trávy, ostřice a kůry stromů (měření 50 vzorků). Zkoušky byly provedeny na potenciálních místech seskupení, které byly identifikované na morfologickém základě, během založení podkladů pro ochranu životního prostředí pro dřívější prodloužení provozní doby Jaderné elektrárny Paks.

Obr. 100: Družicový snímek z programu stanovených odběrných míst vzorků

Byly stanoveny koncentrace radionuklidů z půdních a rostlinných vzorků, které byly odebrány ve dvou úsecích vegetace (jaro-léto a pozdní léto-podzim) z vyznačených míst měření.

Ve všeobecnosti lze stanovit, že celková koncentrace beta-aktivit měřená ze vzorků půdy a rostlin, u většiny vzorků v 80–95 % pocházela z obsahu ^{40}K vzorků, takže obě hodnoty ukazovaly dobré přiblížení k sobě. Celková koncentrace beta-aktivit vzorků půd odebraných okruhu 30 km od Jaderné elektrárny Paks byla 612 Bq/kg. Změřené hodnoty se pohybovaly v rozmezí 410–788 Bq/kg. Celková průměrná koncentrace beta-aktivit vzorků rostlin byla na jaře 706 Bq/kg, na podzim 604 Bq/kg. Naměřené hodnoty se pohybovaly v širším rozsahu mezi 226–1236 Bq/kg. Je vidět, že změna dle ročního období, popsaného v případě izotopu ^{40}K, se objevila přirozeně i v případě těchto hodnot.

V odebrané půdě z okolního prostředí Jaderné elektrárny Paks jsme měřili koncentrace aktivit ^{90}Sr a ^{137}Cs (v průměru 1,0 Bq/kg, resp 16,1 Bq/kg), na III. zkušebním místě (v průměru 0,4 Bq/kg, resp. 7 Bq/kg). Ve vzorcích kalu s porovnáním s výsledky půdy, co se týká koncentrace jak ^{90}Sr, tak i izotopů ^{137}Cs, jsme naměřili nižší hodnoty. Ve vzorcích kalu byla koncentrace aktivit ^{90}Sr v průměru 0,30 Bq/kg a průměrná koncentrace aktivit ^{137}Cs byla 5,9 Bq/kg. Pro porovnání, průměr koncentrace aktivit ^{90}Sr měřená v balatonském bahně bylo 0,92 Bq/kg a izotopu ^{137}Cs bylo 45 Bq/kg v průměru. V bahně jezera Velencei-tó byla průměrná koncentrace aktivit ^{90}Sr 4,39 Bq/kg, průměrná koncentrace ^{137}Cs byla 31Bq/kg.

Koncentrace ^{90}Sr v rostlinných vzorcích z odběrného místa IV. byla 1,5 Bq/kg. Z výsledků všech rostlinných vzorků vytvořená průměrná koncentrace aktivit ^{137}Cs byla 0,44 Bq/kg a průměr koncentrace aktivit ^{90}Sr byla 1,06 Bq/kg.

Shrnutí údajů o radioaktivitě okolního prostředí

Na základě dat ÜKSER a HAKSER, pro jadernou elektrárnu charakteristické radionuklidy se objevily ve vyhodnotitelném rozsahu jen v několika případech v průběhu kontrolních měření okolního prostředí ve vzorcích ovzduší-, fallout-, kalu/bahna a půdy, a především obsahovaly radionuklidy ^{54}Mn, ^{60}Co, ^{58}Co, ^{110m}Ag. Výskyt radioaktivních nuklidů jódu se projevil v takovém případě, jako byla provozní porucha v roce 2003, havárie ve Fukušimě, resp. výpusť společnosti Izotóp Intézet Kft. V místech dál od elektrárny výskyt radiojódu může být způsoben i vypuštěním během lékařského ošetření. Vedle zpracování dat měření z roků 2001-2011 na zkušebních místech v okolním prostředí Jaderné elektrárny Paks byla provedena in-situ gama-spektrometrická měření a měření dávkového příkonu gama záření v roce 2012, dále byly odebrány i vzorky půdy a rostlin. Laboratorní měření taktéž prokázala jen radionuklidy ^{90}Sr a^{137}Cs v různých vzorcích z okolního prostředí. Jenom na jediném místě (v blízkosti Jaderné elektrárny Paks) jsme dokázali prokázat v půdě radionuklid ^{60}Co. Obdobně, jako měření prováděné v letech 1990 na těchto místech (které byly vyznačené jako akumulační/shromažďovací body dle morfologických úvah a směru větru), jen v několika případech byly schopny prokázat radionuklid, jmenovitě ^{110m}Ag.

Na základě toho lze říct, že působení normálních výpustí jaderné elektrárny na okolní prostředí, chování radionuklidů v okolním prostředí, nelze sledovat měřením a jejich pohyb nelze popsat v jednotlivých prvcích okolního prostředí. I gama dávkové příkony okolního prostředí podporují to, že v okolním prostředí jaderné elektrárny nejsou místa se zvýšeními hodnotami.

21.2 ZDRAVOTNÍ STAV OBYVATELSTVA ŽIJÍCÍHO VE SLEDOVANÉM OKRUHU 30 KM

Je nutné vyhodnotit ze sledování zdravotního stavu osob žijících v okolním prostředí provozovny, s jakou četností se objevují onemocnění potencionálně související s ionizujícím zářením mezi obyvatelstvem žijícím v 30 km pásmu kolem provozovny.

Za sledované pásmo se považuje okruh o poloměru 30 km od centra jaderné elektrárny Paks.

Na vyhodnocení epidemiologického charakteru se nevztahují konkrétně právní předpisy ani neexistují popsané metody zpracování. K vyhodnocení jsme považovali za prvořadou referenci sbírku metod souhrnné vydání výsledků projektu, který byl organizovaný v rámci programu Biomed 2, podporovaný evropskou unií a evropskou kanceláří WHO (Lawson A, Biggeri A, Böhning D, Lessafre E, Viel J-F, Bertollini R: Disease Mapping and Risk Assessment in Public Health, Wiley, 1999).

Základ sledování tvořily indikátory vztahující se jen na takové nemoci, resp. skupiny nemocí, které v Mezinárodní třídě nemocí mají samostatný BNO kód, resp. v kterých ve vztahu k referenční populaci během analýzy dat nevznikla statistická odchylka poukazující na anomálie nahlašovací praxe (tj. v případě kterých maďarský referenční údaj v porovnání s mezinárodním referenčním údajem neukazuje neúměrně velkou odchylku a v případě kterých v referenční populaci neukazují teritoriální odchylky a časové trendy nepoměr, který se nedá sloučit s charakterem nemocí).

Diagnóza příčiny smrti

Centrální statistický úřad již dlouhá léta sbírá v Maďarsku úmrtní listy, na které lékař, který stanovil smrt, zapíše demografické údaje a taktéž on stanoví diagnózu příčiny smrti. Diagnóza příčiny smrti – oproti klasické diagnóze- neznamená stanovení nějaké nemoci, ale popis procesu vedoucího ke smrti dle příslušných pravidel. Anamnézu znamenající výchozí bod procesu považujeme za indikátor, který lze použít během monitorování zdraví totiž základním vytýčeným cílem projektu je vyhodnocení možných vlivů potencionálních rizikových faktorů souvisejících se vznikem nemoci. Počet ročně sledovaných případů úmrtí v jednotlivých obcích nám dal k dispozici KSH shrnutý dle nemocí na roky 2001 – 2010.

Společenský statut

V rámci sledovaných teritorií jsou značné rozdíly společensko-hospodářského statutu obyvatel jednotlivých obcí. Jelikož tento statut má vliv, přes četné prvky způsobu života, na pravděpodobnost vzniku nemocí, je nutné vzít do úvahy během sledování tyto vlivy jako rušivé faktory, které se mají kontrolovat, čehož prvním krokem je sběr údajů, které se na ně vztahují. Při analýze údajů zdrojem indikátorů nejspolehlivějších územně-specifických, společensko-hospodářských statutů, je databáze sčítání lidu, které se provádělo naposledy v roce 2011 a tato databáze dává informace širokého rozsahu o společensko-hospodářských situacích. Jelikož během programu jsme analyzovali četnost výskytu takových

nemocí, ke vzniku kterých je nutné působení několikaleté radiace, indikátory statutu ze sčítání lidu z roku 2011 jsou vhodné k dosažení cílů sledování.

Evidence obyvatelstva

Evidence obyvatel dle obcí probíhala v uplynulých deseti letech v různých, ale právní kontinuitu vždy zajišťujících institucích, v současné době je odpovědný institut: Informační systém veřejné správy (Közigazgatási és Elektronikus Közszolgáltatások Központi Hivatala) (KEKKH). Během programu k výpočtu na jednotlivé roky stanovených indikátorů je zapotřebí znát demografické údaje obyvatelstva z poloviny roku, které dokážeme vytvořit pomocí údajů KEKKH.

Stanovení potenciálně dotčené lokality

Během sledování jsme zpracovali data obcí, které v rámci potenciálně dotčené lokality měly statut obce, resp. obce uspořádané do skupin dle směrovacích čísel. Evidence obyvatel se uskutečnila na úrovni obcí. Diagnóza důvodu smrti a výskyt vývojových dat jsou také údaje registrované na úrovni obcí, ale data odborného ošetření nemocných jsou zachycené dle směrovacího čísla bydliště pacienta.

Do sledování jsme vzali v úvahu samostatně vyhodnocené údaje o populaci do okruhu 10 km (jako prvotního potencionálního nositele vlivu), potom osoby žijící v pásmu 10 - 20 km (jako druhotného potencionálního nositele vlivu) a populaci žijící uvnitř pásma 20 – 30 km (jako kontrolní populaci, která je schopna nejlépe odrážet místní poměry). Umístění obcí uvnitř pásma, resp. vzdálenost jednotlivých obcí od elektrárny, znamenala základní údaj teritoriálního uspořádání rizikových poměrů.

Vyhodnocení rizika úmrtí

Údaje úmrtí byly zpracovány dle jednotlivých důvodů úmrtí. V případě každého důvodu smrti bylo vyhodnoceno sledované riziko úmrtí a statistické vyhodnocení odchylky od očekávaných hodnot sledovaných počtů případů. Byla vyhotovena statistická vyhodnocení o sledovaných rizicích úmrtí v obcích do 30 km pásma a o výsledcích, které byly získané během statistického testování odchylky od referenční úrovně rizika.

Analýza výskytu nemocí

Četnosti výskytu počítané na základě hlášení zdravotnických institutů poskytujících odborné ošetření byly zpracovány dle skupin nemocí. V případě všech skupin nemocí bylo vyhodnoceno riziko morbidity sledované v městě Paks a statistické vyhodnocení odchylek od očekávané hodnoty sledovaných počtů případů.

Testovali jsme potencionální úlohu zdrojového bodu elektrárny vyhodnocením relativního rizika shrnutého v rámci po 10 km definovaných zón a jeho odklon od referenčních úrovní, resp. lokální rizika korigovaná společensko-hospodářským statusem a jejich vztahů v závislosti na vzdálenosti od elektrárny.

V souhrnu výsledek vyšetření jednotlivých anamnéz populace, žijící v potenciálně dotčené lze charakterizovat jako příznivé v porovnání k referenční hodnotě nebo podobného zdravotního stavu, jako je sledováno v referenční populaci. Ve výsledcích vyšetření jednotlivých anamnéz vyšla najevo dle statistických ukazatelů principiální možnost zvýšení rizika, které by se dalo dát do souvislosti elektrárnou.

K popisu rizikových faktorů působících na nádory jsme nevyvinuli vlastní dotazník, ale přeložili jsme otázky, které vypracovala, validovala, resp. publikovala dle projektu CINDI Světová zdravotnická organizace (WHO) a z tohoto důvodu lze tyto otázky používat. Při vtažení domácího lékaře jsme používali takové vyšetřovací přiblížení, které umožnilo, abychom uvedli do počtů ovlivňující schopnost záření pocházející z jaderné elektrárny na rizika nádorových onemocnění. Zkoumané záření (dávku ionizujícího záření, které se dostane do okolního prostředí z Jaderné elektrárny Paks) místo přímo měřeného údaje jsme odhadli vzdáleností mezi bydlištěm sledovaných osob a jadernou elektrárnou. Vyvolané poškození zdraví byla domácím lékařem registrovaná incidence nádorových onemocnění. Kontrolované jiné rizikové faktory byly následující: věk, pohlaví, vzdělání, kouření, radiační záření ze zaměstnání, souhrn rodinných nádorových onemocnění, cukrovka, vysoký krevní tlak, ischemická choroba srdce. Domácí lékaři sbírali údaje v obcích 3 žup, které se nacházejí do 30 km od Jaderné elektrárny Paks, pomocí dotazníku sestaveného dle mezinárodních standardů. Domácí lékař o svých dospělých pacientech s nádorovým onemocněním - diagnostikovaných mezi 1. lednem 2010 a 31. prosincem 2012 – vyplnil formulář, potom vybral kontrolního pacienta bez nádorového onemocnění, ale věkem, pohlavím a vzděláním odpovídajícího pacientům s nádorovým onemocněním, o kterém rovněž vyplnil formulář. Během zpracování jsme analyzovali vliv rizikových faktorů dle typu nádorů.

Během analýzy rizikových faktorů jsme částečně dostali takové výsledky, které jsou v souladu s charakterem daného nádoru (kouření zvyšuje pravděpodobnost výskytu rakoviny hrtanu, rakoviny plic, nádory hlavy a krku a močového

měchýře), resp. ty, které odrážejí vlivy výběru vzorku. (jelikož databáze se postavila pomocí kontrolních osob dle věku, pohlaví a vzdělání vedle dokonalého přirovnání bychom nemohli vidět vlastnosti těchto faktorů na vliv rizika, přestože evidentně existuje)

Během vyhodnocení jednotlivých nádorových lokalizací jsme obvykle neviděli pozitivní vztah mezi blízkostí Jaderné elektrárny Paks a výskytem nádorů. V případě rakoviny prsů statistické zpracování vykázalo signifikovaný pokles četnosti v blízkosti elektrárny. Bylo provedeno hodně zkoušek nádorových lokalizací, proto vyhodnocení vlivu elektrárny umožňuje jen vyhodnocení rozptylu poměrů pravděpodobností. Poměry pravděpodobností dle nádorových typů jsou rovnoměrně rozptýlené podle neutrální hodnoty.

Souhrnné vyhodnocení zkoumaných výsledků ukazují na to, že riziko onemocnění nádorovým onemocněním, vyskytující se kolem elektrárny, nezvyšuje přítomnost elektrárny.

V souhrnu lze zjistit, že šetření nenašlo zvýšení rizika nádorových onemocnění mezi obyvateli žijícím v blízkosti Jaderné elektrárny Paks.

21.3 STÁVAJÍCÍ RADIAČNÍ ZÁTĚŽ OBYVATELSTVA ŽIJÍCÍHO V OKRUHU 30 KM OD AREÁLU

Odhad radiační zátěže obyvatelstva se děje dle následujícího:

- Na základě dat radioaktivní emise na provozovně v současné době fungujících instalací, dávkových příkonů přímého a rozptýleného záření, dat nukleární kontroly okolního prostředí, jsme odhadli radiační zátěž obyvatelstva.
- K odhadu radiační zátěže, která pochází z jiných umělých zdrojů, jsme vzali do úvahy i radiační zátěž z různých činností, tj. transport radioaktivního odpadu, transport čerstvého a vyhořelého palivového souboru, manipulaci se zdroji radiace v rámci provozovny a umělé radiační zátěž z průmyslových radiografických testování.

Odhad radiačního zatížení jsme prováděli pro 30km okruh provozovny, s použitím údajů pro roky 2001-2011 a mezinárodně přijatými způsoby, programy.

Pro odhad radiační zátěže obyvatelstva pro stanovení charakteristik z provozovny a okolního prostředí, které jsou rozhodující pro šíření radioaktivních látek, jsme vypracovali scénáře pro předpokládané emise. Pro odhad radiační zátěže jsme vzali do úvahy ještě i radiační zátěž, které pochází z různých činností a zdrojů, to jsou transport radioaktivního odpadu, transport čerstvého a vyhořelého palivového souboru, manipulaci se zdroji radiace v rámci provozovny a průmyslové radiografické testování. Poznamenali bychom, že rozptýlená a přímá radiace, která pochází z Jaderné elektrárny Paks, je prakticky zanedbatelná. Jelikož měřené údaje dávkového příkonu patří do rozsahu pozadí, z toho vyplývá, že z nich nelze vypočítat radiační zátěž pro obyvatelstvo ve vztahu k nukleárním objektům. Obyvatelstvo navíc může postihnout přímá a rozptýlená radiace v první řadě z jiných zdrojů radiace, a proto jsme na ně prováděli modelové výpočty.

Dle modelových scénářů jsme stanovili potenciální radiační zátěž kritických skupin na jednotlivé, resp. vhodně shrnuté případy. Odhad radiační zátěže jsme prováděli mezinárodně přijatými způsoby a programy, k nimž jsme použili doporučení a data ICRPa IAEA (NAÜ).

Na základě výpočtů jsme vyhodnotili, zda v ohraničení dávky stanovaná dávka odpovídá provozování Jaderné elektrárny Paks a KKÁT s ohledem na kritické obyvatelstvo (hypotetická skupina, která obsahuje i dětské obyvatelstvo z osad Csámpa és Gerjen). Tato hodnota byla stanovená v roce 1998 na hodnotu 100 μSv/rok, z níž 90 % využívá Jaderná elektrárna Paks, 10 % využívá KKÁT.

Pro popis šíření v ovzduší jsme při normálních provozních výpočtech v souladu s mezinárodními doporučeními použili postup založený na tzv. segmentovaném Gaussově modelu. Popis kontaminace jednotlivých komponentů suchozemského potravinového řetězce je založen na tzv. technickém faktoru koncentrace.

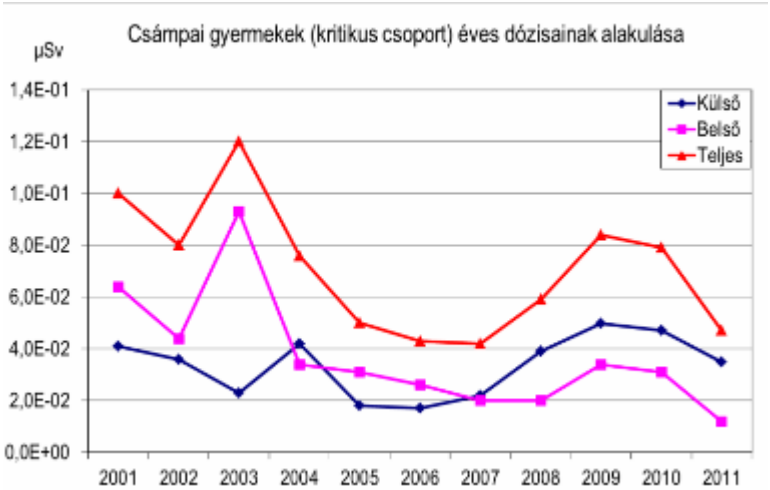
Model popisující výpustě/emise do Dunaje bere do úvahy, že promíchávání z bočního směru – i ve velké vzdálenosti od bodu výpustě – se uskuteční jen částečně. Z hydrologických parametrů lze stanovit od vzdálenosti závislé tzv. korekční faktory částečného promíchávání, které udávají, kolikrát bude větší koncentrace radionuklidů oproti úplnému promíchávání na pravém břehu Dunaje, ve stanovené vzdálenosti od bodu výpustě.

Pomocí mezinárodně používaného programu jsme odhadli v tomto úkolu i radiační zátěž obyvatelstva z jiných zdrojů po jednotlivých vnějších radiačních trasách a porovnali jsme je s dostupnými měřenými údaji.

Radiační zátěž obyvatelstva vypočítané z emisí vypuštěných do ovzduší

Stanovení radiační zátěže šířené ovzduším, které pochází z výpustí emisí do ovzduší, koncentrací prvků suchozemského potravinového řetězce a z jednotlivých radiačních tras, se děje převážně s vlastně vyvinutým programovým balíkem s názvem "SS57", který je založený na modelech popsaných v publikacích IAEA Safety Series No. 57 a IAEA Safety Reports Series No. 19. Během výpočtu jsme použili postup založený na tzv. segmentovaném Gaussově modelu. Použili jsme postup, který je založený na mezinárodních doporučeních, sjednocuje zkušenosti posbírané v mnoha státech světa, a je snadno použitelný pro rutinní praxi.

Výpočty radiační zátěže, která pochází z výpustě emisí do ovzduší z jaderné elektrárny a z KKÁT, jsme provedli pro každý rok v období 2001-2011. Výpočty, které se vztahují na dětskou věkovou skupinu z obce Csámpa (kritická skupina) z výpustě emisí do ovzduší z Jaderné elektrárny Paks ukazuje následující obrázek. Když nebereme v úvahu rok provozní poruchy (2003), celková radiační zátěž ukazovalo postupný pokles mezi lety 2001 a 2007, potom následoval nárůst do roku 2009 (hodnoty za roky 2010-11 už zase ukazovaly pokles).



Csámpai gyermekek (kritikus csoport) éves dózisainak alakulása	Vývoj roční dávky dětí z obce Csámpa (kritická skupina)
Kulsö	Vnější
Belsö	Vnitřní
Teljes	Celková

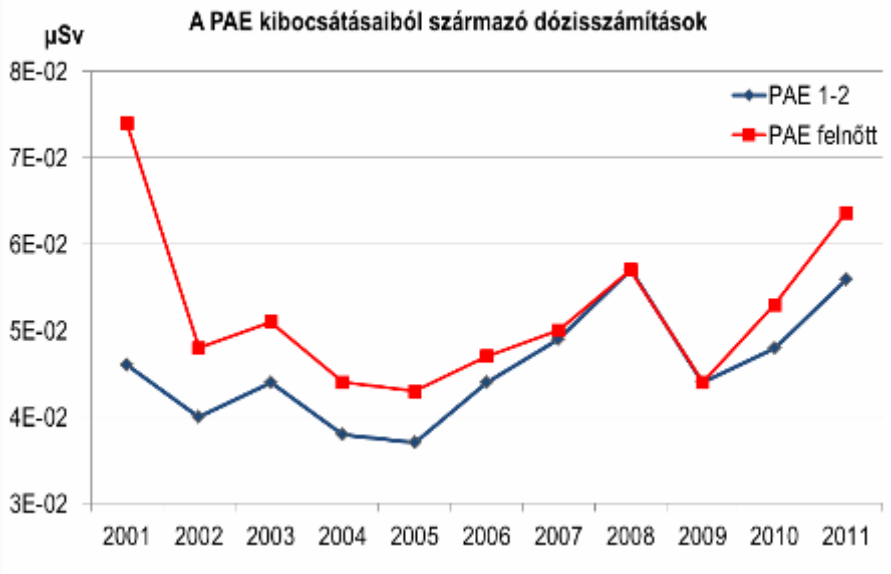
Obr. 101: Vývoj roční dávky dětí z obce Csámpa (kritická skupina) z výpustí komínů elektrárny

Radiační zátěž z kapalných výpustí

Kapalné výpustě z jaderné elektrárny se dostanou nakonec do Dunaje, jako do přijímací hmoty vody. Konzervativní přístup, pokud zanedbáme na meziúseku – sběrné nádrže, (kanál) rozvody teplé vody – procesy ředění a sedimentace (radioaktivní rozpad je zanedbatelný i během šíření v Dunaji, je nutno je vzít v úvahu jen v případě sedimentovaných radionuklidů).

Nejjednodušší model, který je použitelný pro popis ředění a šíření v říční vodě/tekoucí vodě, předpokládá celkové promíchávání. Určitě se nesplní tato domněnka v těsné blízkosti místa vypouštění, a tak lze v křivce očekávat větší koncentrace, než se počítalo při celkovém promíchávání. Míru toho nelze přesně stanovit, jelikož na straně jedné závisí na hodně parametrech (vypuštěná voda a přijímací hmoty vody, teploty, rychlosti proudění atd.), i matematické uchopení problematiky je velice složité.

Výpočty vnějších a vnitřních radiačních zátěží, které pocházejí z kapalných výpustí (se společně dostanou do Dunaje) z Jaderné elektrárny Paks a z KKÁT, týkající se věkové skupiny (1-2 ročných) dětí z obce Gerjen, ukazuje následující schéma.



A PAE kibocsátásaiból származó dózisszámítások	Výpočty dávky z emisí PAE
PAE 1-2	PAE 1-2
PAE felnött	PAE dospělí

Obr. 102: Radiační zátěž z kapalných výpustí Jaderné elektrárny Paks pro věkové skupiny děti (1-2 roky) a dospělých z obce Gerjen

Radiační zátěž z jiných zdrojů záření

Část transportních tras **radioaktivního odpadu** vede vedle obytných oblastí, takže civilní osoba může pobývat poměrně blízko nákladnímu vozidlu. V tom případě může člověk, pobývající vedle silnice, pobývat až ve vzdálenosti 5 m, tak během přepravy může dostat radiační zátěž až 23,04 µSv, který pobývá podél cesty (5 minut), pokud budeme počítat se sudy jaderné elektrárny s průměrnou aktivitou. To je absolutně konzervativní odhad, který totiž bere do úvahy to, že někdo během všech transportů pobývá přesně vedle nákladního vozidla.

Při transportu **čerstvého paliva j**sme zkoumali dva případy, první případ: když se na železniční stanici z nějakého důvodu zastaví transport (dopravní překážka), tehdy ti, kteří čekají na vlak, budou nějaký čas (1/2 hodiny) poměrně blízko, pobývat ve vzdálenosti 5 m od vlaku. V tomto případě radiační zátěž pocházející od palivových souborů v jednom železničním vozu je: 0,66 µSv. Druhý případ: když souprava projíždí nádraží bez zastavení, počítáno rychlostí 30 km/h, tu kritickou osobu, která na stanici taktéž čeká na vlak, ve vzdálenosti 5 m, zasáhne v průběhu projíždění soupravy radiační zátěž 1,17 nSv.

Neutronová a gama radiační zátěž **vyhořelého paliva,** která pochází z transportu (přepravným kontejnerem C-30) v rámci areálu do KKÁT, jsme počítali na různé vzdálenosti od areálu jaderné elektrárny, taktéž s ohledem na kritické obyvatelstvo z obce Csámpa. Pro výpočty jsme vzali průměrně vyhořelé (40,9 GWden/tU) palivové články a kazety uložené na doby 3 let. Pro radiační zátěž kritického obyvatelstva (1300 m od vnější stěny kontejneru) předpokládáme 1 hodinu transportního času a předpokládali jsme za 1 rok a za období celého roku 480 kusů přepraveného vyhořelého paliva, což lze považovat za maximální hodnotu, z toho vyplývá působené radiační zátěž 0,0235 nSv.

I v případě transportu **prostředků,** které **obsahují na svém povrchu radionuklidy,** jsme v rámci území areálu prozkoumali radiační zátěž na různé vzdálenosti. V případě ^{60}Co (na povrchu má dávkový příkon 1 µSv/h) na 500 m je dávkový příkon 5,33 E-09 µSv/h, to znamená, že by bylo zapotřebí cca 21 let k tomu, aby prostředek, který obsahuje na svém povrchu radioaktivní látku, mohl způsobit radiační zátěž 1 nSv.

V průběhu **průmyslových radiografických průzkumů** se používají vysoce aktivní zdroje radiace pro různé radiografické průzkumy, a zdroje se používají ve dvou situacích: zdroj radiace je ve vlastním stíněném pracovním držáku a během radiografického průzkumu, kdy zdroj radiace pobývá v prostředí bez ochrany. Výpočty jsme během radiografického průzkumu prováděli na různých vzdálenostech se zdroji radiace s počáteční aktivitou 2 TBq pro ^{192}Ir, dále 5 TBq pro ^{75}Se, za předpokladu, že ročně se provede cca 2200 vyšetření, takže toto působí na 1300 m, resp. 500 m 0,67 µSv, resp. 5,62 µSv radiační zátěž.

Shrnutí radiační zátěže obyvatelstva

Roční úroveň radiační zátěže obyvatelstva, získaná během modelování, byla ve všech případech řádově pod státním limitem dávky (1 mSv), resp. pod limitem dávky organizace (která je 100 µSv pro Jadernou elektrárnu Paks + zařízení

KKÁT) i při takových konzervativních předpokladech, které se mohou vyskytnout ve skutečnosti jen s malou pravděpodobností. Z výpustí vypočítaná hodnota radiační zátěže se dostala do řádu nSv/rok, vlivy pocházející z dalších zdrojů (transport čerstvého palivového souboru, transport vyhořelého palivového souboru, transport radioaktivního odpadu, radiografické vyšetření) mohou být větší, alo to nejsou stálé případy, z pohledu nejhorších podmínek radiační zátěže jednotlivců obyvatelstva může dosáhnout řádově µSv/rok, což zůstává o několik řádů níže, než je hodnota, která je stanovená v předpisech.

Změnu roční radiační zátěže takové míry prakticky nelze potvrdit měřením, takže i nadále musíme spoléhat na modelování a výpočty.

21.4 VLIV VZNIKU PAKS II. NA RADIAČNÍ ZÁTĚŽ OBYVATELSTVA ŽIJÍCÍHO V OKOLNÍM PROSTŘEDÍ AREÁLU

Radiační zátěž působící na obyvatelstvo během vzniku Paks II. může pocházet přednostně z radiologických vyšetření. V případě znalosti počtu radiologických vyšetření lze stanovit velikost roční radiační zátěže obyvatelstva. Lze očekávat hodnoty, které se řádově shodují s dříve uvedenými hodnoty. Radiační zátěž radiologických vyšetření můžeme považovat za přímý vliv, nepřímé vlivy nelze interpretovat ve fázi vzniku.

21.5 VLIV PROVOZU PAKS II. NA RADIAČNÍ ZÁTĚŽ OBYVATELSTVA ŽIJÍCÍHO V OKOLNÍM PROSTŘEDÍ AREÁLU

Radiační zátěž od výpustí do ovzduší

V případě normálního provozu se dostanou výpustě do ovzduší ve výšce 100 m (komín) a ve výšce 40 m (budova turbíny). Vyjdeme-li ze 100m výšky komína, a vezmeme-li do úvahy podobné podmínky jako u Jaderné elektrárny Paks, tak jsme počítali se 120m efektivní výpustní výškou a s daty 120 m vysoké meteorologické stanice. Výpustní výšku 40 m jsme vzali do úvahy s 50m efektivní výškou, abychom se přizpůsobili k údajům 50 m meteorologické věže.

K výpustím dle nuklidů jsme vycházeli z hodnot normálního provozu, které nám poskytla MVM Paks II. Zrt. (data ruské strany) [40].

Radionuklid	Výpusť přes komín I. v ý p u s ť	Výpusť nad budovou turbíny II. výpusť
	Bq/rok	Bq/rok
^{3}H	7,80E+12	2,40E+09
^{14}C (CO_2)	3,00E+10	-
^{14}C (organický)	5,70E+11	-
^{83m}Kr	1,34E+12	5,40E+10
^{85m}Kr	4,56E+12	1,22E+10
^{85}Kr	7,12E+11	1,32E+08
^{87}Kr	2,76E+12	1,28E+11
^{88}Kr	1,01E+13	3,00E+11
^{131m}Xe	4,98E+11	3,20E+09
^{133}Xe	5,62E+13	9,40E+11
^{135}Xe	1,51E+13	6,60E+11
^{138}Xe	5,72E+11	6,20E+10
^{131}I (aerosol)	4,85E+07	2,48E+05
^{132}I (aerosol)	6,46E+07	8,00E+05
^{133}I (aerosol)	9,20E+07	7,44E+05
^{134}I (aerosol)	4,40E+07	2,24E+05
^{135}I (aerosol)	7,53E+07	5,68E+05
^{131}I (elementární)	4,85E+07	2,48E+06
^{132}I (elementární)	6,46E+07	8,00E+06
^{133}I (elementární)	9,20E+07	7,44E+06
^{134}I (elementární)	4,40E+07	2,24E+06
^{135}I (elementární)	7,53E+07	5,68E+06
^{131}I (organický)	4,85E+07	3,47E+06
^{132}I (organický)	6,46E+07	1,12E+07
^{133}I (organický)	9,20E+07	1,04E+07
^{134}I (organický)	4,40E+07	3,14E+06
^{135}I (organický)	7,53E+07	7,95E+06
^{51}Cr	1,57E+05	3,00E+02

^{54}Mn	9,66E+03	4,20E+02
^{60}Co	6,20E+04	4,80E+03
^{89}Sr	6,50E+05	2,80E+04
^{90}Sr	1,19E+03	8,80E+01
^{134}Cs	4,00E+07	2,00E+06
^{137}Cs	6,06E+07	2,60E+06

Zdroj: MIR. 1200 Preliminary data and information for safety and environmental licensing, Appendix 3

Tabulka 64: Výpustě normálního provozu na dva bloky (Bq/rok)

Na vypuštěné radionuklidy jsme učinili následující doplňující úvahy:

- tritium jsme ve 100 % považovali za vodní páru
- radioaktivní izotop uhlíku jsme v 5 % považovali za CO_2 a v 95 % za organický, na základě mnohaletých hodnot výpustí z Pakse
- radiojód jsme ve 4 % považovali za aerosol, ve 40 % za elementární a v 56 % za organický, na základě průměrných hodnot výpustí za poslední roky z Jaderné elektrárny Paks.

Vzácné plyny jsme identifikovali jako elementární plyny a další radionuklidy, které nebyly vzpomenuty v předcházejícím odstavci, jako aerosoly. I teď jsme použili již dříve vzpomenutý program s názvem „SS57" a z koncentrací, které byly vypočítané dle výše uvedeného, jsme stanovili následující dávky

- ❖ Vnější radiační zátěž
  - gama-dávka z ponoření
  - gama-dávka na povrchu půdy
  - gama-dávka pocházející z resuspenze
  - beta-dávka z ponoření (kožní dávka)
- ❖ vnitřní radiační zátěž
  - dávka pocházející z inhalace
  - inhalační dávka pocházející z resuspenze
  - polykací dávka pocházející z konzumace potravin

Výpočty jsme prováděli na základě meteorologických údajů z roku 2009 pro věkové skupiny malých dětí od 1 do 2 roků a pro dospělé a následovali jsme následující územní rozdělení:

Sektor-skupina	Sektor	Okruh	Vzdálenost[km]
4-7	4,5, 6,7	< 1km	0,5
8-11	8,9, 10,11	1-5km	3
12-15	12,13,14,15	5-10km	7,5
16-3	16,1, 2,3	10-30km	20
Csámpa	12	Csámpa	1,5

Tabulka 65: Územní rozdělení výpočtů výpustí

Na základě následujících dvou tabulek je vidět, že výsledky jsou v podstatě obdobné jako hodnoty vypočtené z výpustí stávajících bloků, ale výsledky celkových dávek vypočtené pro malé děti z Csámpy zůstaly pod dřívějšími mnohaletými maximy. To lze přičíst jednak tomu, že Csámpa leží o něco dále a trochu jiným směrem od nových komínů, za druhé uvedené průměrné hodnoty výpustí se liší od dřívějších

Odpovídajíc výpustím, poměr některých nuklidů je jiný, než v případě dřívějších bloků, ale i tady je rozhodující vnější dávka vzácných plynů (dominuje ^{88}Kr) a polykání pocházející z radioaktivního izotopu uhlíku. Vedle toho mají významné příspěvky dávek tritium, (elementární) ^{131}I a Cs izotop. Dávka u 1-2 letých dětí je o něco větší, než u dospělých, a v obou případech jsou větší vnější dávky.

Jelikož vypočítané efektivní dávky ve sledované oblasti nikde nepřekročí hodnotu 90 μSv, nejvyšší vypočtené hodnoty (i v případě dítěte ve vzdálenosti 500 m je to jen 220 nSv) zůstávají o dva a půl řádu pod touto hodnotou, můžeme tedy říci, že normální provoz elektrárny za bezpečnostním pásmem neznamená větší, než neutrální riziko (překračující hodnotu 90 μSv).

Vzdálenost	<1km				1-5km				5-10km				10-30 km				1,5 km
Trasa/Sektor	**4-7**	**8-11**	**12-15**	**16-3**	**4-7**	**8-11**	**12-15**	**16-3**	**4-7**	**8-11**	**12-15**	**16-3**	**4-7**	**8-11**	**12-15**	**16-3**	**12**
Ponorné gama	1,1E-07	1,3E-07	8,4E-08	7,2E-08	1,5E-08	2,2E-08	9,2E-09	1,4E-08	3,3E-09	5,0E-09	1,8E-09	3,2E-09	5,0E-10	7,7E-10	2,5E-10	5,1E-10	4,0E-08
Povrchové gama	1,7E-09	2,1E-09	1,4E-09	1,2E-09	3,2E-10	4,8E-10	2,1E-10	3,0E-10	8,8E-11	1,4E-10	5,2E-11	8,7E-11	1,6E-11	2,5E-11	8,3E-12	1,7E-11	7,7E-10
Resusp. gama	1,9E-13	2,3E-13	1,5E-13	1,3E-13	2,6E-14	3,8E-14	1,6E-14	2,4E-14	5,9E-15	8,8E-15	3,3E-15	5,7E-15	1,1E-15	1,6E-15	5,5E-16	1,1E-15	6,8E-14
Ponorné beta*	7,8E-08	9,7E-08	6,2E-08	5,3E-08	1,3E-08	2,0E-08	8,6E-09	1,3E-08	3,5E-09	5,4E-09	2,0E-09	3,5E-09	6,1E-10	9,4E-10	3,1E-10	6,3E-10	3,4E-08
Všechny vnější	**1,1E-07**	**1,3E-07**	**8,6E-08**	**7,4E-08**	**1,6E-08**	**2,3E-08**	**9,5E-09**	**1,4E-08**	**3,4E-09**	**5,2E-09**	**1,9E-09**	**3,3E-09**	**5,2E-10**	**8,0E-10**	**2,6E-10**	**5,3E-10**	**4,1E-08**
Vdech	6,4E-09	7,5E-09	5,0E-09	3,8E-09	1,2E-09	1,8E-09	7,4E-10	1,1E-09	3,1E-10	4,7E-10	1,8E-10	3,0E-10	6,3E-11	9,3E-11	3,2E-11	6,1E-11	2,8E-09
Resusp. vdech	2,2E-12	2,7E-12	1,7E-12	1,5E-12	3,0E-13	4,4E-13	1,8E-13	2,7E-13	6,5E-14	9,7E-14	3,6E-14	6,2E-14	1,1E-14	1,7E-14	5,8E-15	1,1E-14	7,8E-13
Polykání	6,7E-08	7,9E-08	5,1E-08	4,2E-08	9,6E-09	1,4E-08	5,8E-09	8,6E-09	2,2E-09	3,2E-09	1,2E-09	2,0E-09	4,0E-10	5,9E-10	2,1E-10	3,9E-10	2,5E-08
Všechny vnitřní	**7,4E-08**	**8,7E-08**	**5,6E-08**	**4,5E-08**	**1,1E-08**	**1,6E-08**	**6,5E-09**	**9,8E-09**	**2,5E-09**	**3,7E-09**	**1,4E-09**	**2,3E-09**	**4,7E-10**	**6,9E-10**	**2,4E-10**	**4,5E-10**	**2,8E-08**
Celkem	**1,8E-07**	**2,2E-07**	**1,4E-07**	**1,2E-07**	**2,6E-08**	**3,9E-08**	**1,6E-08**	**2,4E-08**	**5,8E-09**	**9,0E-09**	**3,3E-09**	**5,7E-09**	**9,9E-10**	**1,5E-09**	**5,0E-10**	**9,7E-10**	**6,9E-08**

* 1% hodnoty beta-dávky z ponoření a je obsaženo i ve vnějších a celkových (efektivních) dávkách

Tabulka 66: Na základě meteorologických dat z roku 2009 na jednotlivých území vytvořené dávky pro 1-2 leté děti, podle radiačních tras (I+II, Sv)

Vzdálenost	<1 km				1-5 km				5-10 km				10-30km				1,5km
Trasa/Sektor	**4-7**	**8-11**	**12-15**	**16-3**	**4-7**	**8-11**	**12-15**	**16-3**	**4-7**	**8-11**	**12-15**	**16-3**	**4-7**	**8-11**	**12-15**	**16-3**	**12**
Ponorné gama	1,0E-07	1,3E-07	8,0E-08	6,8E-08	1,4E-08	2,1E-08	8,7E-09	1,3E-08	3,1E-09	4,7E-09	1,7E-09	3,0E-09	4,7E-10	7,2E-10	2,4E-10	4,8E-10	3,8E-08
Povrchové gama	1,4E-09	1,8E-09	1,2E-09	1,0E-09	2,8E-10	4,3E-10	1,8E-10	2,7E-10	7,8E-11	1,2E-10	4,6E-11	7,8E-11	1,4E-11	2,2E-11	7,4E-12	1,5E-11	6,7E-10
Resusp. gama	1,6E-13	2,1E-13	1,3E-13	1,2E-13	2,3E-14	3,4E-14	1,4E-14	2,1E-14	5,2E-15	7,7E-15	2,9E-15	5,0E-15	9,5E-16	1,4E-15	4,9E-16	9,3E-16	6,0E-14
Ponorné beta*	7,8E-08	9,7E-08	6,2E-08	5,3E-08	1,3E-08	2,0E-08	8,6E-09	1,3E-08	3,5E-09	5,4E-09	2,0E-09	3,5E-09	6,1E-10	9,4E-10	3,1E-10	6,3E-10	3,4E-08
Všechny vnější	**1,0E-07**	**1,3E-07**	**8,2E-08**	**7,0E-08**	**1,5E-08**	**2,2E-08**	**8,9E-09**	**1,3E-08**	**3,2E-09**	**4,8E-09**	**1,8E-09**	**3,1E-09**	**4,9E-10**	**7,5E-10**	**2,5E-10**	**5,0E-10**	**3,9E-08**
Vdech	9,3E-09	1,1E-08	7,1E-09	5,4E-09	1,6E-09	2,3E-09	9,5E-10	1,4E-09	3,9E-10	5,8E-10	2,2E-10	3,6E-10	7,9E-11	1,1E-10	4,0E-11	7,5E-11	3,8E-09
Resusp. vdech	6,1E-12	7,6E-12	4,8E-12	4,3E-12	8,5E-13	1,3E-12	5,2E-13	7,8E-13	1,9E-13	2,9E-13	1,1E-13	1,8E-13	3,5E-14	5,1E-14	1,8E-14	3,4E-14	2,2E-12
Polykání	4,1E-08	4,9E-08	3,2E-08	2,6E-08	6,0E-09	8,8E-09	3,6E-09	5,4E-09	1,4E-09	2,1E-09	7,7E-10	1,3E-09	2,7E-10	3,9E-10	1,4E-10	2,6E-10	1,5E-08
Všechny vnitřní	**5,0E-08**	**6,0E-08**	**3,9E-08**	**3,1E-08**	**7,5E-09**	**1,1E-08**	**4,6E-09**	**6,8E-09**	**1,8E-09**	**2,6E-09**	**1,0E-09**	**1,7E-09**	**3,5E-10**	**5,0E-10**	**1,7E-10**	**3,3E-10**	**2,0E-08**
Celkem	**1,5E-07**	**1,9E-07**	**1,2E-07**	**1,0E-07**	**2,2E-08**	**3,3E-08**	**1,3E-08**	**2,0E-08**	**5,0E-09**	**7,5E-09**	**2,8E-09**	**4,8E-09**	**8,4E-10**	**1,3E-09**	**4,2E-10**	**8,2E-10**	**5,9E-08**

*1% hodnoty beta dávky z ponoření je obsaženo i ve vnějších a celkových dávkách (efektivních) dávkách

Tabulka 67: Na základě meteorologických dat z roku 2009 na jednotlivých území vytvořené dávky pro dospělé, podle radiačních tras (I+II, Sv)

Radiační zátěž plánované provozní havárie

Pro zkoumání projektových havarijních událostí TA4 (Projektový základ 4) jsme vzali za základ případ DBC4 (Design Basis Category 4) uvedený v poskytnutých ruských datech. V případě události TA4/DBC4 jsme výpustě ze 100 m vysokého komína vzali do úvahy s efektivní výškou 120 m, u "povrchových" výpustí jsme počítali s ventilátory, umístěnými na střeše budovy ve výšce 35m. Pro výpočet jsme i teď aplikovali náš model se znakem „SS57". Jako dva samostatné případy jsme vzali v úvahu ranní/brzké (na základě 10denních výpustí) a pozdní (na základě 30denních výpustí) dávky. V obou případech jsme dávky vypočítali na jednu meteorologickou situaci pro věkové kategorie dětí od 1 do 2 let a dospělých. Počítali jsme s letní výpustí, ostatní parametry se shodovaly s používanými parametry za normálních podmínek. Meteorologické podmínky poměrně průměrné, s nízkými srážkami:

Kategorie stability (Pasquill) : D

Rychlost větru: 5 m/s (18 km/h)

Srážky: 2,8 E-7m/s (1 mm/h)

K výpočtu potenciálně dotčené lokality metodou přibližování jsme stanovili takovou vzdálenost, kde jsou dávky maximální. Výpočty jsme prováděli u jednotlivých scénářů pro následující vzdálenosti: 300 m, 400 m (vzdálenost maximální dávky), 600 m, 800 m, 3 km, 10 km, 20 km, 30 km.

Okamžité dávky: z poskytnutých 10 denních „povrchových" a komínových výpustí jsme vypočítali následující dávky pocházející z mraků a z povrchu půdy, a uvedli jsme jejich součet:

- gama-dávka z ponoření
- beta-dávka z ponoření (v součtu je obsaženo její 1%)
- gama-dávka z povrchu půdy
- dávka pocházející z inhalace
- dávky pocházející z resuspenze

Nuklid	10denní výpusť z komína	10denní „povrchová" výpusť
^{131}I (elementární)	2,90E+08	2,10E+09
^{132}I (elementární)	1,50E+07	1,00E+08
^{133}I (elementární)	5,80E+07	4,00E+08
^{134}I (elementární)	3,20E+06	2,30E+07
^{135}I (elementární)	1,00E+07	7,10E+07
^{131}I (organický)	8,70E+09	6,10E+09
^{132}I (organický)	1,70E+08	1,20E+08
^{133}I (organický)	1,40E+09	9,80E+08
^{134}I (organický)	2,00E+07	1,40E+07
^{135}I (organický)	1,90E+08	1,30E+08
^{85m}Kr	9,60E+10	6,70E+08
^{87}Kr	4,40E+10	3,10E+08
^{88}Kr	1,80E+11	1,20E+09
^{133}Xe	9,70E+13	6,80E+11
^{135}Xe	3,30E+11	2,30E+09
^{138}Xe	7,00E+09	4,90E+07
^{134}Cs	6,20E+05	4,30E+07
^{137}Cs	2,20E+05	1,60E+07

Tabulka 68: Okamžité výpustě (Bq)

Pozdní dávky: z poskytnutých 30 denních „povrchových" a komínových výpustí jsme vypočítali následující dávky, pocházející z mraků a z povrchu půdy, a uvedli jsme jejich součet:

- gama-dávka z ponoření
- beta-dávka z ponoření (v součtu je obsaženo její 1%)
- gama-dávka z povrchu půdy

- dávka pocházející z inhalace
- dávky pocházející z resuspenze
- dávka pocházející z polykání

Nuklid	30denní výpusť z komína	30denní „povrchová“ výpusť
^{131}I (elementární)	4,30E+08	3,00E+09
^{132}I (elementární)	1,50E+07	1,00E+08
^{133}I (elementární)	5,80E+07	4,00E+08
134I (elementární)	3,20E+06	2,30E+07
^{135}I (elementární)	1,00E+07	7,10E+07
^{131}I (organický)	1,40E+10	9,80E+09
^{132}I (organický)	1,70E+08	1,20E+08
^{133}I (organický)	1,40E+09	9,80E+08
^{134}I (organický)	2,00E+07	1,40E+07
^{135}I (organický)	1,90E+08	1,30E+08
^{85m}Kr	9,60E+10	6,70E+08
^{87}Kr	4,40E+10	3,10E+08
^{88}Kr	1,80E+11	1,20E+09
^{133}Xe	1,30E+14	9,20E+11
^{135}Xe	3,30E+11	2,30E+09
^{138}Xe	7,00E+09	4,90E+07
^{134}Cs	6,20E+05	4,30E+07
^{137}Cs	2,20E+05	1,60E+07

Tabulka 69: Pozdní výpustě (Bq)

Výpočty jsme provedli pro dospělé i pro věkovou kategorii dětí 1-2let , pozdní dávky pocházející z depozice povrchu půdy jsme integrovali u dospělých na 50, u dětí na 70 let, v případě vnitřních dávek jsme počítali v každém případě se stanovenými dávkovými faktory. Jako další konzervativní předpoklad, jsme vzali za základ stálý pobyt a konzumaci jen v místě vypěstovaných potravin, dále že se nestane žádné ochranné opatření.

Jak je vidět z následující tabulky, vypočtená dávka v žádném případě nepřekročila neutrální (efektivní dávka< 90 µSv/rok) působení (nejvyšší hodnota: 21 µSv– pozdní dávka malých dětí na 400 m), proto můžeme říci, že za bezpečnostním pásmem lze očekávat jen neutrální působení (ve skutečnosti i uvnitř).

Případ/vzdálenost	300m	400m	600m	800m	3km	10km	20km	30km
Dítě okamžitá dávka	9,00E-	**1,10E-06**	9,02E-07	6,56E-07	1,17E-07	1,59E-08	4,78E-09	2,38E-09
Dospělý okamžitá dávka	5,30E-	**6,53E-07**	5,22E-07	3,95E-07	8,40E-08	1,20E-08	3,65E-09	1,85E-09
Dítě pozdní dávka	1,70E-	**2,10E-05**	1,61E-05	1,12E-05	8,30E-07	5,30E-08	1,07E-08	4,34E-09
Dospělý pozdní	1,60E-	**2,00E-05**	1,51E-05	1,01E-05	7,75E-07	4,60E-08	8,80E-09	3,46E-09

Tabulka 70: Souhrnné celkové dávky projektové provozní havárie (Sv)

O okamžitých dávkách lze říct, že na krátké vzdálenosti (např. i v případě 400 m maxima) největší část dávky působí ^{131}I s "povrchovou" výpustí (prvořadě cestou inhalace), na větších vzdálenostech se dostávají do popředí gama-dávky z ponoření, pocházející ze vzácných plynů, obzvláště z komínové výpustě ^{133}Xe (což je přirozeně řádově menší hodnota, než v maximu počítaná dávka). Dávka dospělých je v tomto scénáři podstatně menší (na blízkých vzdálenostech skoro polovina), oproti dávce dětí.

Převážná část pozdních dávek na blízkých vzdálenostech pochází z „povrchových“ výpustí dvou izotopů Cs (a v menší míře od ^{131}I), (v první řadě cestou gama-dávky z povrchu půdy a polykáním), zatímco na větších vzdálenostech už i tady dominuje hlavně gama-dávka z ponoření^{133}Xe, pocházející z komínových výpustí. Dávka pro dospělé je i tomto případě menší, než dávka pro děti, ale na krátkých vzdálenostech jen v malé míře (tady větší gama-dávky z povrchu půdy skoro kompenzuje vyšší dávka dospělých pocházející z polykání).

Radiační zátěž pocházející z kapalných výpustí

Na trase kapalných výpustí Jaderné elektrárny Paks (teplovodní kanál) kapalné radioaktivní odpady, které se dostaly do Dunaje, po zamíchání a rozředění se dosáhnou body čerpání vody nebo jiné body zužitkování. Tímto způsobem radioaktivní kontaminace, během využívání Dunaje, se přímo nebo nepřímo (přes vodní potravinový řetězec) dostane do styku s člověkem a může způsobit vnější, resp. vnitřní radiační zátěž. Pro výpočet radiační zátěže používaný model je založený na doporučení NAÜ. Plánované tekuté výpustě ruského bloku typu VVER 1200 MW se vztahují na jeden blok a jsou založené na datovém sdělení ruského dodavatele:

Radionuklid	**^{3}H**	**^{14}C**	**^{131}I**	**^{132}I**	**^{133}I**	**^{134}I**	**^{135}I**	**^{89}Sr**
Výpusť/blok	9,1E+12	1,05E+09*	3,5E+07	2,3E+06	1,2E+07	1,4E+06	3,9E+06	8,1E+05
Radionuklid	**^{90}Sr**	**^{134}Cs**	**^{137}Cs**	**^{51}Cr**	**^{54}Mn**	**^{60}Co**	**^{58}Co**	
Výpusť/blok	2,3E+03	8,0E+07	1,2E+08	5,5E+05	6,1E+05	2,5E+06	5,6E+05	

* odhadovaná hodnota společností Isotoptech Zrt.

Tabulka 71: Plánované výpustě ruského bloku typu VVER 1200 MW (Bq/rok) [30]

Roční radiační zátěž obyvatelstva obce Gerjen – která zároveň znamená vztahovanou (kritickou) skupinu obyvatelstva plánovaných nových bloků ve vztahu k tekutým výpustím – pro věkovou kategorii 1-2 letých dětí a dospělých, obsahuje Tabulka č. 72. Dle výsledků dávka dospělého obyvatelstva – vedle sdělených ročních výpustí a předpokládaných dat konzumací a charakteristik způsobu života–překračuje dávku 1-2letých dětí. U obou skupin–prakticky ve 100 % - je rozhodující vnitřní radiační zátěž, v rámci něhož je nejvýznamnější příspěvek ^{3}Ha ^{14}C (u dětí). U dospělých lze považovat za významný ještě i příspěvek ^{134}Cs a ^{137}Cs. Nicméně radiační zátěže jsou malá – i přes používané silně konzervativních přiblížení, i při počítání se dvěma bloky - dosáhnou jen 2-3 tisíciny dávkového limitu elektrárny.

Radionuklid	**1-2roční dítě**			**Dospělý**		
	vnější	**vnitřní**	**celkem**	**vnější**	**vnitřní**	**celkem**
^{58}Co	4,2E-04	1,2E-03	1,7E-03	4,3E-04	5,8E-04	1,0E-03
^{60}Co	1,8E-02	5,2E-02	7,0E-02	1,8E-02	1,6E-02	3,4E-02
^{51}Cr	9,0E-06	6,8E-05	7,7E-05	9,2E-06	4,2E-05	5,1E-05
^{134}Cs	9,5E-02	2,6E+00	2,7E+00	9,6E-02	1,9E+01	1,9E+01
^{137}Cs	1,4E-01	3,4E+00	3,5E+00	1,4E-01	2,0E+01	2,1E+01
^{3}H (HTO)	0,0E+00	5,1E+01	5,1E+01	0,0E+00	5,1E+01	5,1E+01
^{14}C	0	3,9E+01	3,9E+01	0	3,9E+01	3,9E+01
^{131}I	2,2E-04	9,3E-01	9,3E-01	3,5E-04	2,1E-01	2,2E-01
^{132}I	7,6E-05	2,0E-04	2,7E-04	1,3E-04	7,9E-05	2,1E-04
^{133}I	1,1E-04	2,5E-02	2,6E-02	1,8E-04	6,9E-03	7,0E-03
^{134}I	5,3E-05	3,7E-05	9,1E-05	9,2E-05	1,8E-05	1,1E-04
^{135}I	9,2E-05	1,3E-03	1,4E-03	1,6E-04	4,4E-04	5,9E-04
^{54}Mn	2,7E-04	5,9E-04	8,6E-04	2,8E-04	6,2E-04	9,0E-04
^{89}Sr	8,1E-06	3,8E-03	3,8E-03	8,2E-06	1,4E-03	1,4E-03
^{90}Sr	5,1E-07	1,7E-04	1,7E-04	5,1E-07	1,5E-04	1,5E-04
Total	**2,5E-01**	**9,7E+01**	**9,7E+01**	**2,6E-01**	**1,3E+02**	**1,3E+02**

Tabulka 72: Dávka 1-2 letých dětí a dospělé věkové skupiny obyvatel obce Gerjen z ročních kapalných výpustí ruských bloků typu VVER 1200 MW po blocích (nSv/rok)

Průzkum prokazatelnosti koncentrace aktivity a případných kumulací z okolního prostředí pocházející ze vzdušných a vodních výpustí Paks II.

Náš cíl byl, abychom prozkoumali, zda je vliv vzdušných a vodních výpustí 2 bloků ruského typu VVER 1200 MW měřitelné v jednotlivých prvcích prostředí případně v kumulacích. Použili jsme konzervativní přiblížení v tom smyslu, že jsme porovnávali největší koncentrace aktivit s limity vykazování programu pro kontrolu prostředí, který elektrárna provádí rutinně.

Pro výpustě do ovzduší jsme porovnávali koncentrace aktivit vypočítaných z hodnot výpustí z roku 2009 s charakteristickými limity vykazování měření kontroly prostředí elektrárny. Vzali jsme maximum pro různé směry na jednotlivé vzdálenosti (<1; 1-5 km, 5- 10 km, 10-30 km) stanovené koncentrace aktivit (vzduch, povrch půdy, maso, pšenice, zelenina, mléko), taktéž hodnoty počítané pro 1,5 km, potom tyto jsme dali do poměru s limity vykazování. Výsledky ukazovaly, že v první skupině (kde se dalo uskutečnit měření) je možnost jen pro vykazování několika radionuklidů, obzvláště s ohledem na tritium a radioaktivního izotopu uhlíku. Ve druhé skupině (kde se dalo jen s větším

úsilím uskutečnit měření) vedle několika radionuklidů koncentrace vzduchu by mohli být ještě principiálně změřené jednotlivé prvky aktivity povrchu půdy, např. elementární jód, radioaktivní izotop cesia (který je ale přítomný nezávisle na elektrárně ve vyšší koncentraci, než byla tady stanovená), ale tyto by se daly prokázat na bližších vzdálenostech od jaderné elektrárny. Dle výpočtů všechny další radionuklidy patří do skupiny neměřitelných.

Pro výpustě do vody jsme koncentrace aktivit na prvky prostředí z vodního potravinového řetězce vypočítali způsobem, jaký jsme použili v případě plynných výpustí, pro vodu, sediment a ryby z Dunaje, přes zavlažovací trasy se zapojující půdu, listovou zeleninu, krmivo, kravské mléko a hovězí maso. U první skupiny - sem připadlo jen obsah tritia a radioaktivního izotopu uhlíku ve vodě z Dunaje, dále očekávatelná koncentrace aktivity ^{137}Cs v rybách – cíleným průzkumem, který by nebyl podstatně náročnějším na zdroje, než je rutinní kontrolní program, byla by možnost prokázat vliv nových bloků. U druhé skupiny by byla určitá možnost pro vykázání ^{137}Cs (ve vodě Dunaje, sedimentu a krmivu) za cenu mnohonásobného vynaložení úsilí (moc velké množství vzorků, extrémně citlivé měřící zařízení, velmi dlouhý čas měření). V případě třetí skupiny není reálná šance pro vykázání vlivu elektrárny na okolní prostředí.

Pro shrnutí můžeme říct, že při normálním provozu Paks II. , s ohledem na plynné a kapalné výpustě, radiologický vliv má velmi nízkou hodnotu, řádově je pod limitní dávkou elektrárny (90 µSv/rok).

Potenciálně dotčena lokalita provozu Paks II.

V případě kvalifikace radiologického vlivu používáme následující kategorizaci:

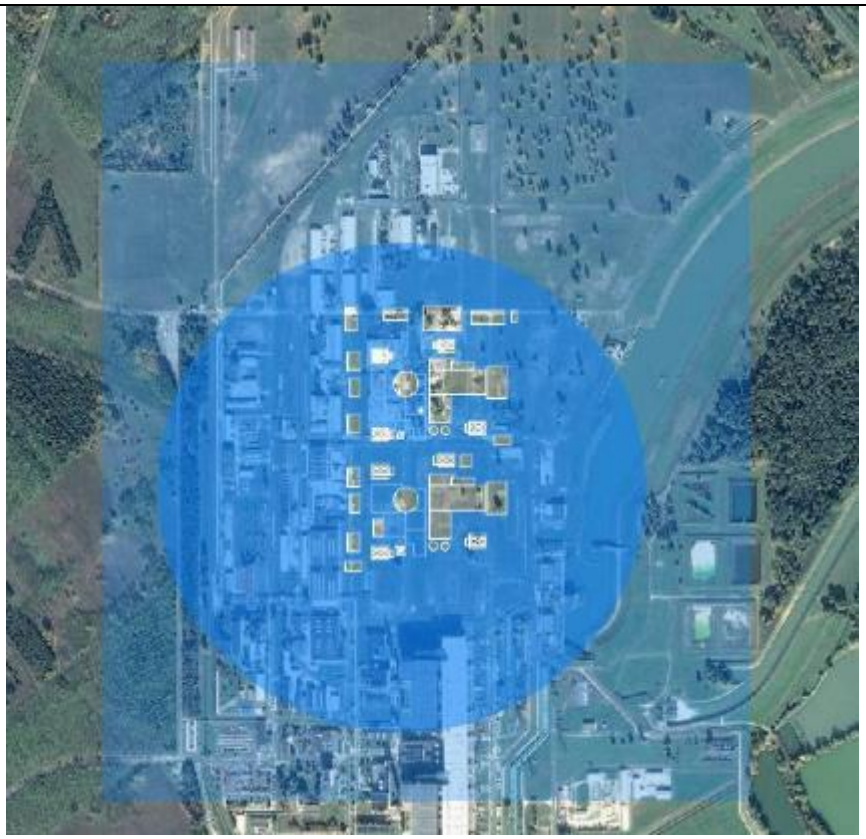
Kvalifikace	Radiologický vliv (E=efektivní dávka)
Neutrální	E<90 µSv/rok
Snesitelné	90 µSv/rok < E < 1 mSv/rok
Zatěžující	1 mSv/rok < E < 10 mSv/2 dny nebo 10 mSv/událost*
Poškozující	10 mSv/2 dny nebo 10 mSv/událost < E < 1 Sv/událost**
Likvidující	1 Sv/životnost < E

* bez vlivu potravinového řetězce
** pro celkovou životnost (pro dospělé 50 let, pro děti 70 let), bez vlivu potravinového řetězce

kde

90 µSv/rok je hodnota limitní dávky určená ÁNTSZ-OTH
1 mSv/rok je limitní dávka pro obyvatelstvo
10 mSv je dávka které se dá předejít, a vztahuje se pro událost, která se liší od normálního provozu
1 Sv/životnost úroveň zákroku v havarijní situaci, která se vztahuje pro konečné přestěhování

Souhrnné radiologické vlivy (přímé, nepřímé) za normálního provozu zůstanou pod limitní dávkou (neutrální vliv) v okruhu o poloměru 500 m, jelikož se splní i pro hranici bezpečnostního pásma, takto: **za normálního provozu** lze hranici bezpečnostního pásma považovat za potenciálně dotčenou lokalitu.



Obr. 103: Potenciálně dotčená lokalita normálního provozu Paks II. : kruh o poloměru 500 m v bezpečnostním pásmu 500 m

(Pro vymezení potenciálně dotčené lokality jsme vzali středy dvou komínů, a vliv jsme uvedli kolem tohoto středu v kruhu s poloměrem 500 m. Jak je vidět i na základě výše uvedeném schématu, tento kruhu obsáhne do sebe 500metrové bezpečnostní pásmo.)

Společné provozování Paks II. , Jaderné elektrárny Paks a KKÁTa nimi potenciálně dotčené lokality

Pro společný vliv výpustí do ovzduší z normálního provozu v areálu provozujících třech jednotek (Paks II. ,Jaderná elektrárna Paks a KKÁT) jsme uvedli v následujících tabulkách jejich souhrnnou maximální celkovou dávku pro dvě věkové skupiny a na jednotlivé vzdálenosti. Na základě nich je vidět, že souhrnná dávka zůstala o dva řády pod neutrální hodnotou.

Provoz /území	Csámpa	<5km	5-10km	10-30km
Jaderná elektrárna Paks (2009)	8,40E-08	4,00E-08	6,50E-09	1,00E-09
Paks II. (2009)	6,90E-08	3,90E-08	9,00E-09	1,50E-09
KKÁT (2011)	1,40E-09	4,00E-10	6,60E-11	1,00E-11
Celkem	**1,54E-07**	**7,94E-08**	**1,56E-08**	**2,51E-09**

Tabulka 73: Celkové dávky Paks II. , Jaderné elektrárny Paks a KKÁT z maximálního roku pro 1-2 roční děti, Sv

Provoz /území	Csámpa	<5km	5-10km	10-30km
Jaderná elektrárna Paks (2009)	6,00E-08	2,90E-08	4,70E-09	7,30E-10
Paks II. (2009)	5,90E-08	3,30E-08	7,50E-09	1,30E-09
KKÁT (2011)	7,00E-10	2,10E-10	3,40E-11	6,60E-12
Celkem	**1,20E-07**	**6,22E-08**	**1,22E-08**	**2,04E-09**

Tabulka 74: Celkové dávky Paks II. , Jaderné elektrárny Paksa KKÁT z maximálního roku pro dospělé, Sv

1-2roční děti (nSv/rok)	Dospělé (nSv/rok)
1,54E+02	2,04E+02

Tabulka 75: Největší společný vliv kapalných výpustí v obci Gerjen na roční dávku

V případě radiační zátěže, která pochází z normálního provozu, potenciálně dotčená lokalita bude hranice sjednoceného bezpečnostního pásma Paks II. , Jaderné elektrárny Paks a KKÁT.

Doporučený kontrolní systém radiační bezpečnosti

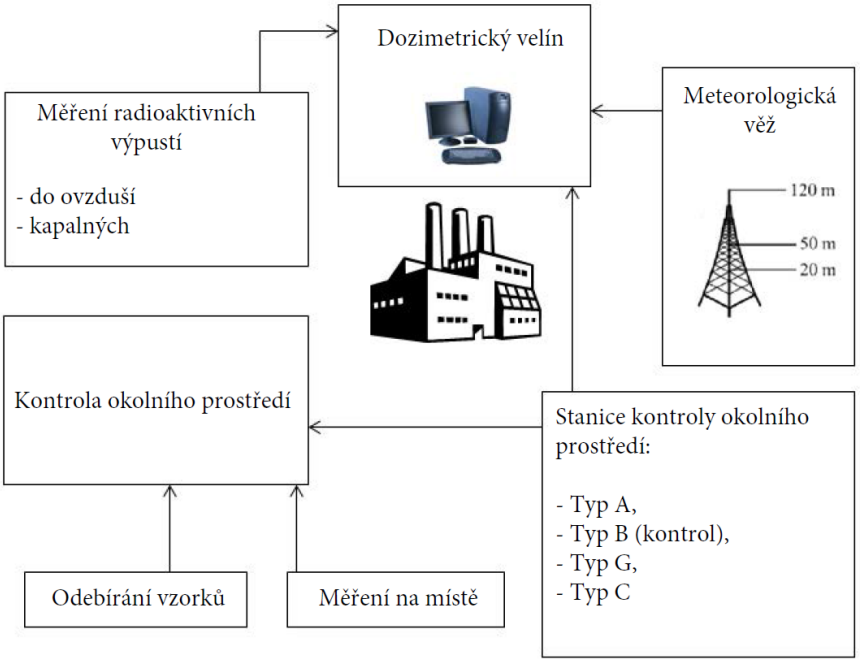
V současnosti fungující monitorovací systém radiační ochrany okolního prostředí Jaderné elektrárny Paks lze považovat za celistvý, i v mezinárodním měřítku funguje na vysoké úrovni. Měření kapalných výpustí a výpustí do ovzduší se děje dvouúrovňovou kontrolou: kontinuálním měřením dálkovými systémy, resp. odběrem vzorků.

K dálkovému systému patří stanice dálkového měření: stanice typu A (9 ks), G (11 ks) C (15 ks) a B (1 ks, kontrolní). Bloky Paks II. většinou se dostanou dovnitř stávajícího monitorovacího systému okolního prostředí, s několika výjimkami:

- Takže doporučujeme v současnosti fungující monitorovací systém radiační ochrany pro okolního prostředí Jaderné elektrárny Paks doplnit i pro areál Paks II.
- Považujeme za nutné navýšení počtu měřících stanic typu „A" a „G".
- Považujeme za odůvodněné rozšíření stanic typu „V", v závislosti na použité technologie.
- Doporučujeme rozšíření sběru vzorků a měření Laboratoria pro kontrolu okolního prostředí kolem areálu Paks II. na stávající prvky okolního prostředí, i tato kontinuita a porovnávání (referenční úroveň) je důležité.
- Je nutné i založení nových studní pro sledování půdní vody, tak jak to podrobně obsahuje kapitola s názvem Geologický útvar a voda pod povrchem v areálu a v jeho bezprostřední blízkosti.
- Za účelem dvouúrovňové kontroly kapalných výpustí a výpustí do ovzduší bloků Paks II., i do nových komínů resp. do bodů kapalných výpustí je nutné nainstalovat detektory pro sledování radiace kontinuálně fungující a podobné stávajícím.

Při laboratorních měřeních je doporučeno upřednostnění selektivních měření izotopů a pořízení nástrojů, které disponují nižšími detekčními limity. Principiální sestavu doporučeného monitorovacího systému radiační ochrany pro Paks II. ukazuje následující schéma.

Za účelem dvouúrovňové kontroly kapalných výpustí a výpustí do ovzduší bloků Paks II., i do nových komínů resp. do bodů kapalných výpustí je nutné nainstalovat detektory pro sledování radiace kontinuálně fungující a podobné stávajícím.



Obr. 104: Principiální sestava doporučeného monitorovacího systému radiační ochrany pro Paks II.

Vliv jejího vyvedení z provozu na radiační zátěž obyvatelstva žijícího v okolním prostředí areálu

Při demontáži lze prohlásit dle mezinárodní praxe, že oproti normálnímu provozu nelze očekávat větší vliv na okolí, vlivy budou obdobné těm, který již byly představeny, pouze se může změnit body výpustí a množství odpadu.

22 RADIAČNÍ ZÁTĚŽ ŽIVÉHO SVĚTA (FLORY A FAUNY)

Tato kapitola dokumentu posuzování vlivů na životní prostředí, která zkoumá instalaci nových bloků jaderné elektrárny v Paksi, se zabývala otázkou radiační zátěží flory a fauny, která by mohla pocházet od nového zdroje. Průzkum živého světa takového charakteru je poměrně nová oblast radiační ochrany, vyloženě k ní vztahující se právní předpisy ani ještě neexistují. Mezinárodní vědecké organizace, ale již před několika lety učinili návrh pro zavedení pravidel dle rozhodujících orgánů teritoria. Na základě toho lze očekávat, že dřív nebo později se objeví i právní předpisy pro limity pro zajištění ochrany druhů živého světa, resp. ekologických systémů před ionizujícím zářením.

Při zřízení nových bloků jaderné elektrárny proto bylo již teď účelové zabývat se touto otázkou. Jednak stanovit stávající základní úroveň, totiž každý potenciální přírůstek radiační zátěže se bude přičítávat k této základní úrovni, dále udělat odhad na to, v jaké míře by plánované bloky zvýšily oproti stávajícím blokům radiační zátěž okolního suchozemského a vodního živého světa. Jelikož neexistuje stanovená, konkrétně vyčíslená limitní hodnota ohledně radiační zátěže způsobená živému světu, kterou lze spojit s novou činností, pro posouzení vlivu může sloužit jako přirozený porovnávací základ dávkový příkon, který pochází od přirozeného pozadí radiace jednotlivých živočichů. Takto, pokud přírůstkový dávkový příkon, který se dá dát do souvislosti s lidskou činností, je pouze zlomek přirozeného dávkového příkonu, tak ten určitě žádným způsobem neovlivňuje fungování systémů okolního prostředí.

Jelikož vhledem k tomuto dávkovému příkonu pozadí v souvislosti s živým světem jsou naše poznatky značně neúplné, je nutné posoudit v životním prostředí Pakse radiační zátěž bioty přírodního původu, které existuje nezávisle na lidské činnosti. Toto převážně pochází z radioaktívních izotopů uranu, toria a draslíku s hmotnostním číslem 40, a tomuto vlivu byl vystaven živý svět (včetně člověka) odjakživa. Údaje měření radiační ochrany, které byly nalezeny pro toto místo, dále vlastní výzkumné práce, které mají za cíl doplnění chybějících informací, dávají dostatečně podrobný obraz o radiačních dávkách, které působí na suchozemský a vodní živý svět. Když to shrneme, o radiační zátěži pozadí suchozemských živočichů žijících v okolí elektrárny lze říci jednak, že jeho míra je u rozhodující části druhů pod hodnotou 0,5 µGy/h. Bytosti, které shromažďují vápno, dále mechy ukazují podstatně větší hodnotu, která překročí i v současnosti doporučený referenční limit pro jednotlivé druhy živého světa. Na druhou stranu se zdá, že v mnoha případech můžeme podcenit o druhý/třetí faktor radiační zátěže daného druhu, pokud nepoužijeme místně specifické převodové součinitele pro výpočet vnitřní radiační zátěže. V případě vodních živočichů přirozená základní úroveň padá do širšího rozsahu: na ty kteří celý svůj život prožijí ve vodě nebo částečně na jejím povrchu, a ty kteří žijí ve vzduchu, je možné charakterizovat takovým dávkovým příkonem, který je blízký dávkovému příkonu suchozemských rostlin a zvířat, zároveň ty, kteří se převážně drží na dně, dále ty, kteří žijí v charakteristickém pevném ochranném obalu (škeble, šnek), lze charakterizovat, že mají cca. desetkrát větší radiační dávku.

Na radiační zátěž působené lidskou činností 10 µGy/h referenční úroveň doporučené na jedno dané místo k životu se rozumí na tam působící všechny zdroje lidského původu, takže vliv nového plánovaného zdroje je nutno vyhodnotit spolu se stávajícími. Proto bylo jednak nutné posoudit úroveň radioaktivní kontaminace se zbytky (globální spad) z pokusů jaderných zbraní v okolí Pakse, taktéž současný vliv černobylského spadu, který zasáhlo prostředí Pakse. K radiační zátěži lidského původu přidají své příspěvky i cca 30 let provozující 4 bloky jaderné elektrárny, přes své výpustě do ovzduší a do vody. Tyto tři zdroje společně produkují stávající radiační zátěž umělého původu pro živý svět.

Dle našich výsledků modelových výpočtů uskutečněných v suchozemském prostředí na výše uvedené komponenty lze stanovit, že příspěvek elektrárny (max. ~10^{-4}µGy/h) je prakticky zanedbatelný vedle globální radiační zátěže a radiační zátěže pocházejícího z Černobylu (~10^{-3}µGy/h).

Globální příspěvek, který dává rozhodující část radiační zátěže umělého původu, ale časem vykazuje klesající tendenci, jelikož poločas izotopů ^{137}Csa^{90}Sr, které stanovují jeho hodnotu, je srovnatelný se životností reaktorových bloků. Při uvedení do provozu prvního nového bloku plánovaném na rok 2025, v současné době odhadované dávkové příkony již poklesnou o 25%, takže směrodatná základní úroveň pro jednotlivé skupiny druhů bude ¾ na současné úrovni.

Souhrn vnějšího a vnitřního dávkového příkonu modelovaného pro zřizovanou elektrárnu bude celkovou radiační zátěží pro jednotlivé suchozemské referenční živočichy, které vzniká jako výsledek dlouhodobého provozu dvou bloků Paks II. Tato velikost zřejmě závisí od vzdálenosti větracích komínů, které vypouštějí radioaktivní látky do ovzduší. Očekávatelná maximální hodnota se vytvoří převážně v areálu jaderné elektrárny, a její hodnota se bude pohybovat kolem0,5 nGy/h pro převážnou část druhů. V nejbližším okolí mimo areál (tj. od výpustných bodů cca 1,5 km) jsou hodnoty moc malé, ukazují

nástup takové radiační zátěže, které se ani nepřibližuje stávající základní úrovni, prakticky pro všechny referenční živočišné druhy. Odhadovaná radiační zátěž je účelné porovnat s příspěvkem již téměř 30 let fungující jaderné elektrárny, který je přidán k základní úrovni. Ty poslední dávkové příkony jsou dávkové příkony stanovené pro okolí stanice A4, takže pro nejbližší zkušební místo k oblasti, která je nejvíce ovlivněná budoucí Paks II. Lze zjistit, že plánovaná elektrárna nevykazuje významný rozdíl ohledně svého vlivu ve srovnání se stávající elektrárnou. Tyto dvě elektrárny ještě i při plánovaném zahájení činnosti v roce 2025 by dávaly menší přírůstek, jako 1-2 % k tehdy ještě trvající globální radiační zátěži.

V souvislosti se základní úrovní umělých zdrojů lze ještě poznamenat, že ji lze považovat za platnou pro celé území kolem elektrárny a pro území mezi hlavní silnicí č. 6 a Dunajem, jelikož koncentrace aktivit v půdě, která tvoří základ pro odhad, nevykazují významné rozdíly dle výsledků na ně se vztahujících měření. Má se poznamenat dále i to, že hodnoty radiační zátěže, získané pro jednotlivé skupiny druhů, nevykazují podstatné rozdíly, a oproti přirozenému pozadí znamenají jen cca 1%, ukazují, že mezi druhy není ani jediný, který by zasloužil zvýšenou pozornost ohledně své expozice.

V okolním prostředí Jaderné elektrárny Paks mohou být dotčeny tři vodní životní prostory následkem výpustí z elektráren. V první řadě Dunaj, přijímač kapalných výpustí, z něj převážně několikaset metrový úsek pod teplovodním kanálem. Samotný kanál je sice průmyslová stavba, ale živý svět – i když v omezené diverzitě – již ho dávno obsadil, alespoň jeho pobřežní úsek. Odděleným místem pro život lze považovat i jezero Kondor, které je oddělené prastaré mrtvé rameno, ale přes uměle vytvořené rybníky čas od času může přijít do styku s teplovodním kanálem. Z těchto třech míst pro život jsme se především koncentrovali na Dunaj, jelikož on je přijímačem kapalných výpustí stávající i plánované elektrárny.

Výsledek našich modelových výpočtů, které jsme prováděli s uvedenými daty výpustí, ukazují, že i pro vodní živočichy, které pobývají přímo na místě přívodu chladicí vody do Dunaje, lze očekávat jen desetina/setina procenta přirozené radiační zátěže pozadí. Zřejmě postupujíc dolů ve směru proudění lze předpokládat ještě menší zátěž z důvodu ředění. V předpověděné normální provozní radiační zátěži, která padá do rozsahu 20pGy/ha 1nGy/h, je rozhodující ta vnitřní.

organizmus	Souhrnný dávkový příkon, µGy/h				Přírůstek Paks II k celkovému elektrárenskému %	Přírůstek Paks II k celkovému přirozenému v % mesterségeshez %
	Paks II	Jaderná elektrárna Paks	globál	totál		
Obojživelník	$9{,}96\cdot10^{-05}$	$5{,}18\cdot10^{-04}$	$5{,}65\cdot10^{-04}$	**$1{,}18\cdot10^{-03}$**	16,1	8,4
Bentická ryba	$5{,}13\cdot10^{-04}$	$1{,}89\cdot10^{-03}$	$2{,}59\cdot10^{-03}$	**$5{,}00\cdot10^{-03}$**	21,3	10,3
Pták	$6{,}10\cdot10^{-05}$	$5{,}49\cdot10^{-04}$	$2{,}36\cdot10^{-04}$	**$8{,}45\cdot10^{-04}$**	10,0	7,2
Škeble	$4{,}90\cdot10^{-04}$	$1{,}61\cdot10^{-03}$	$2{,}48\cdot10^{-03}$	**$4{,}57\cdot10^{-03}$**	23,4	10,7
Rak	$5{,}89\cdot10^{-04}$	$2{,}04\cdot10^{-03}$	$3{,}27\cdot10^{-03}$	**$5{,}90\cdot10^{-03}$**	22,4	10,0
Šnek	$5{,}26\cdot10^{-04}$	$2{,}32\cdot10^{-03}$	$2{,}75\cdot10^{-03}$	**$5{,}60\cdot10^{-03}$**	18,5	9,4
Larva hmyzu	$1{,}10\cdot10^{-03}$	$4{,}87\cdot10^{-03}$	$6{,}12\cdot10^{-03}$	**$1{,}21\cdot10^{-02}$**	18,5	9,1
Savec	$1{,}49\cdot10^{-04}$	$1{,}09\cdot10^{-03}$	$7{,}89\cdot10^{-04}$	**$2{,}02\cdot10^{-03}$**	12,1	7,4
Pelagická rybahal	$1{,}00\cdot10^{-04}$	$7{,}05\cdot10^{-04}$	$5{,}19\cdot10^{-04}$	**$1{,}32\cdot10^{-03}$**	12,4	7,6
Fytoplankton	$8{,}58\cdot10^{-05}$	$4{,}91\cdot10^{-04}$	$2{,}37\cdot10^{-04}$	**$8{,}13\cdot10^{-04}$**	14,9	10,6
Rostlina v nádobí	$3{,}89\cdot10^{-04}$	$1{,}61\cdot10^{-03}$	$2{,}08\cdot10^{-03}$	**$4{,}07\cdot10^{-03}$**	19,5	9,6
Zooplankton	$3{,}16\cdot10^{-05}$	$1{,}72\cdot10^{-04}$	$5{,}38\cdot10^{-05}$	**$2{,}58\cdot10^{-04}$**	15,5	12,3

Tabulka 76: Přírůstky Paks II. a stávajících umělých zdrojů k radiačnímu zatížení vodních živočichů v Dunaji v roce 2025.

I když, plánování, stavba i provozování jaderných elektráren o velkém výkonu sloužících k energetickým účelům charakterizuje zvýšená bezpečnost, principiálně nelze vyloučit situace, které vznikají následkem chyby materiálu, přírodní katastrofy, resp. lidského omylu, opomenutí, kdy odvod obrovské energie, která vzniká v reaktorové nádobě, nelze vyřešit obvyklým způsobem normálního provozu. I když pravděpodobnost vzniku takových událostí je malá, většina představitelných poruch a jejich následky jsou zohledněny již při projektování, takže potřebné technologie pro jejich odstranění jsou již zabudované během investice elektrárny.

Dnes již nedílným požadavkem zřizování je bezpečnostní analýza, provedená dle mezinárodně přijatého protokolu, kterou ruský projektant provedl dle tzv. EUR doporučení, takže pro možné významnější poruchy je známá pravděpodobnost jejího nastání, dále i k nim patřící inventura radioaktivních výpustí. Poskytovaná data ruské strany detailně obsahovaly více takových případů, z nich jsme provedli odhad vlivu týkajícího se živého světa pro jeden z daných scénářů tzv. projektových poruch stupně TA4 (četnost: 10^{-4}-10^{-6}/rok). Jedním z charakteristik zkoumané, *moc málo četné projektové provozní poruchy* je, že má výpustě jen do ovzduší, a i to se děje v kontrolovaných podmínkách. To může mít dvě místa: jednak 100 metrový komín, který se používá provozně i pro normální provozní výpustě do ovzduší, za druhé na místě 4 kusů bezpečností parní ventily, které patří do sekundárního okruhu, což znamená výpusť ve výšce 35 metrů.

Porovnáním výpustných rychlostí, které byly stanoveny pro jednotlivé časové periody zkoumané provozní události, se dalo zjistit, že izotopy s krátkým poločasem rozpadu ($t_{1/2}$~několik hodin) se prakticky dostaly do prostředí jen první den. Na druhé straně vyšlo najevo, že zabudovaná, a pravděpodobně automaticky spouštěná technologie, pro řešení havárie, s dobrou účinností zadrží izotopy jodu, které se nacházejí v elementárním stavu, ale mají delší poločas rozpadu, dále i např. izotopyCs. 99,5 %výpustí do ovzduší dělá vzácný plyn^{133}Xe, jeho rozhodující část se dostává do prostředí přes 100 m vysoký větrací komín. Oproti tomu, 99% výpustí izotopů cezia s podstatně delším poločasem rozpadu se děje ve výšce 35 metrů, a dle dat se to omezuje jen na první den události. Co se týče vypuštěné aktivity, je to desetimiliontá část aktivity xenonu, a je skoro stejná jako aktivita cezia, která byla vypuštěná během normálního provozu za 1 rok. Význam toho je, že z důvodu na půl/jeden den charakteristického stálého směru větru, kontaminace půdy, která pochází ze spadu, se uskuteční jen v poměrně úzkém pásmu (které odpovídá právě vládnoucímu směru větru). V prostředí Pakse je nejčastější severozápadní vítr, takže převážně zemědělská užitková půda, která se rozprostírá na jihovýchod od elektrárny, může být zasažena při skutečném nastání takové události.

K odhadu vlivu, který se týká suchozemského živého světa, jsme modelovali, pro prostředí Pakse trasu a rozlohu radioaktivního mraku, který odchází z výpustných bodů, resp. z něj sypajíc se spad, na povětrnostní situaci, která se používala při podobných analýzách pro stávající bloky v provozu. Je to stav kategorie PasquillD (výškové umístění inverzní vrstvy: 560m), ve výšce120 m vítr fouká rychlostí5 m/s, a po celou dobu události je deštivé počasí. Tato poslední podmínka vnese podstatnou konzervatismus do modelu, totiž vymývací vliv srážky podstatně převyšuje suchý spád (sedimentaci), takže příspěvkový dávkový příkon, který pochází od čerstvé radioaktivity půdy, bude nadhodnocen.

V zájmu posouzení brzkého vlivu jsme se samostatně zabývali radioaktivními látkami, které byly vypuštěny v průběhu prvních deseti dní, a stále jsme kalkulovali s větrem vanoucím v jednom směru. Radioaktivní koncentrace, které se vytvořily kolem výpustného bodu (ovzduší, půda), dále dávkový výkon, který pochází z radioaktivního mraku, jsme modelovali celkem na 20 různých vzdálenostech mezi místem vypouštění a vzdáleností 20km pomocí programu, který je vhodný pro simulaci pohybu ovzduší. Výsledky ukazují, že pro látky, které vycházejí z 35 m vysokého komínu je max. koncentrace bohatě uvnitř areálu ve srovnání s tím, v případě 100 m odvětrávacího komína i v případě nejpravděpodobnějšího směru větru padne dovnitř areálu.

izotop	Průměrná koncentrace activity ze 100 metrového výpustného bodu			Průměrná koncentrace activity ze 35 metrového výpustného bodu		
	100 m	500 m	1500 m	100 m	500 m	1500 m
	ovzduší, Bq/m^3					
^{85m}Kr	$3{,}74\cdot10^{-40}$	$3{,}50\cdot10^{-03}$	$1{,}46\cdot10^{-01}$	$3{,}30\cdot10^{-03}$	$2{,}66\cdot10^{-02}$	$5{,}62\cdot10^{-03}$
^{87}Kr	$1{,}72\cdot10^{-40}$	$1{,}60\cdot10^{-03}$	$6{,}62\cdot10^{-02}$	$1{,}52\cdot10^{-03}$	$1{,}21\cdot10^{-02}$	$2{,}49\cdot10^{-03}$
^{88}Kr	$7{,}06\cdot10^{-40}$	$6{,}79\cdot10^{-03}$	$3{,}02\cdot10^{-01}$	$5{,}98\cdot10^{-03}$	$5{,}10\cdot10^{-02}$	$1{,}21\cdot10^{-02}$
^{131}I	$3{,}50\cdot10^{-41}$	$3{,}29\cdot10^{-04}$	$1{,}37\cdot10^{-02}$	$4{,}03\cdot10^{-02}$	$3{,}24\cdot10^{-01}$	$6{,}79\cdot10^{-02}$
^{132}I	$7{,}20\cdot10^{-43}$	$6{,}73\cdot10^{-06}$	$2{,}79\cdot10^{-04}$	$1{,}08\cdot10^{-03}$	$8{,}58\cdot10^{-03}$	$1{,}75\cdot10^{-03}$
^{133}I	$5{,}69\cdot10^{-42}$	$5{,}31\cdot10^{-05}$	$2{,}22\cdot10^{-03}$	$6{,}78\cdot10^{-03}$	$5{,}45\cdot10^{-02}$	$1{,}14\cdot10^{-02}$
^{133}Xe	$3{,}78\cdot10^{-37}$	$3{,}55\cdot10^{00}$	$1{,}49\cdot10^{02}$	$3{,}34\cdot10^{00}$	$2{,}71\cdot10^{01}$	$5{,}77\cdot10^{00}$
^{134}Cs	$2{,}41\cdot10^{-45}$	$2{,}26\cdot10^{-08}$	$9{,}44\cdot10^{-07}$	$2{,}11\cdot10^{-04}$	$1{,}70\cdot10^{-03}$	$3{,}58\cdot10^{-04}$
^{134}I	$9{,}02\cdot10^{-44}$	$8{,}35\cdot10^{-07}$	$3{,}41\cdot10^{-05}$	$1{,}80\cdot10^{-04}$	$1{,}42\cdot10^{-03}$	$2{,}79\cdot10^{-04}$
^{135}I	$7{,}80\cdot10^{-43}$	$7{,}28\cdot10^{-06}$	$3{,}03\cdot10^{-04}$	$9{,}87\cdot10^{-04}$	$7{,}90\cdot10^{-03}$	$1{,}64\cdot10^{-03}$
^{135}Xe	$1{,}28\cdot10^{-39}$	$1{,}20\cdot10^{-02}$	$5{,}04\cdot10^{-01}$	$1{,}13\cdot10^{-02}$	$9{,}17\cdot10^{-02}$	$1{,}95\cdot10^{-02}$
^{137}Cs	$8{,}99\cdot10^{-46}$	$9{,}80\cdot10^{-09}$	$5{,}13\cdot10^{-07}$	$8{,}69\cdot10^{-05}$	$9{,}03\cdot10^{-04}$	$2{,}41\cdot10^{-04}$
^{138}Xe	$2{,}82\cdot10^{-41}$	$2{,}59\cdot10^{-04}$	$1{,}03\cdot10^{-02}$	$2{,}38\cdot10^{-04}$	$1{,}85\cdot10^{-03}$	$3{,}53\cdot10^{-04}$
^{131}I	$3{,}41\cdot10^{01}$	$6{,}80\cdot10^{00}$	$2{,}29\cdot10^{00}$	$6{,}98\cdot10^{01}$	$2{,}31\cdot10^{01}$	$6{,}33\cdot10^{00}$
^{132}I	$1{,}45\cdot10^{-02}$	$2{,}87\cdot10^{-03}$	$9{,}89\cdot10^{-04}$	$3{,}90\cdot10^{-02}$	$1{,}67\cdot10^{-02}$	$4{,}19\cdot10^{-03}$
^{133}I	$1{,}03\cdot10^{00}$	$2{,}05\cdot10^{-01}$	$6{,}92\cdot10^{-02}$	$2{,}19\cdot10^{00}$	$7{,}62\cdot10^{-01}$	$2{,}06\cdot10^{-01}$
^{134}Cs	$3{,}49\cdot10^{-03}$	$6{,}95\cdot10^{-04}$	$2{,}43\cdot10^{-04}$	$5{,}37\cdot10^{-01}$	$1{,}29\cdot10^{-01}$	$3{,}92\cdot10^{-02}$
^{134}I	$6{,}89\cdot10^{-04}$	$1{,}36\cdot10^{-04}$	$4{,}78\cdot10^{-05}$	$2{,}51\cdot10^{-03}$	$1{,}27\cdot10^{-03}$	$2{,}96\cdot10^{-04}$
^{135}I	$4{,}51\cdot10^{-02}$	$8{,}94\cdot10^{-03}$	$3{,}03\cdot10^{-03}$	$1{,}02\cdot10^{-01}$	$3{,}87\cdot10^{-02}$	$1{,}02\cdot10^{-02}$
^{137}Cs	$1{,}30\cdot10^{-03}$	$3{,}02\cdot10^{-04}$	$1{,}32\cdot10^{-04}$	$2{,}21\cdot10^{-01}$	$6{,}88\cdot10^{-02}$	$2{,}66\cdot10^{-02}$

Tabulka 77: Povrchové a povrchu blízké koncentraceaktivit v závislosti na vzdálenosti z 10 denní výpustě

Dávkový příkon pro jednotlivé živočichy odhadovaný dle radioaktivních koncentrací přímo mimo areál je typicky několik nGy/h, který sotva dosáhne 1% hodnoty přirozeného radiačního pozadí. Pokud, v modelovém výpočtu vezmeme do úvahy i dynamiku výpustí brzkého úseku (izotopy s krátkým poločasem se dostanou do prostředí prakticky jen první den) tehdy sice na první den každý živočich dostane větší dávkový příkon (5-10% radiační zátěž přirozeného pozadí), ale po dobu

následujících 9 dní dávkový příkon dominuje z radiační zátěže dříve do půdy spadlých radioaktivních látek (izotopy cezia a jódu). Dle číselných výsledků lze stanovit, že předmětná provozní událost se zatříděním TA4 – i při meteorologických podmínkách, které lze považovat za nepříznivé – co se týká jeho vlivu, je neutrální na okolní živý svět. To zároveň znamená i to, že nemůžeme mluvit o potenciálně dotčené lokalitě jako časný následek výpustě způsobený provozní poruchou

Posouzení pozdního vlivu zkoumané provozní poruchy se dělo na základě použití dat výpustí za 30 dní za již dříve uvedených meteorologických podmínek. Vítr i nadále foukal do směru jako při zjištění provozní poruchy, nadále padal déšť. Tyto podmínky mají za následek poměrně konzervativní odhad a totiž celá vypuštěná radioaktivní látka se pohybuje ve stanoveném směru, takže jeho vliv lze očekávat jenom v úzkém pásmu.

izotop	Průměrná koncentrace activity ze 100 metrového výpustného bodu			Průměrná koncentrace activity ze 35 metrového výpustného bodu		
	100 m	500 m	1500 m	100 m	500 m	1500 m
	ovzduší, Bq/m³					
^{85m}Kr	$1{,}25\cdot10^{-40}$	$1{,}17\cdot10^{-03}$	$4{,}89\cdot10^{-02}$	$1{,}10\cdot10^{-03}$	$8{,}85\cdot10^{-03}$	$1{,}87\cdot10^{-03}$
^{87}Kr	$5{,}70\cdot10^{-41}$	$5{,}31\cdot10^{-04}$	$2{,}20\cdot10^{-02}$	$5{,}06\cdot10^{-04}$	$4{,}04\cdot10^{-03}$	$8{,}30\cdot10^{-04}$
^{88}Kr	$2{,}36\cdot10^{-40}$	$2{,}27\cdot10^{-03}$	$1{,}01\cdot10^{-01}$	$1{,}99\cdot10^{-03}$	$1{,}70\cdot10^{-02}$	$4{,}03\cdot10^{-03}$
^{131}I	$1{,}87\cdot10^{-41}$	$1{,}75\cdot10^{-04}$	$7{,}32\cdot10^{-03}$	$2{,}09\cdot10^{-02}$	$1{,}68\cdot10^{-01}$	$3{,}52\cdot10^{-02}$
^{132}I	$2{,}41\cdot10^{-43}$	$2{,}24\cdot10^{-06}$	$9{,}28\cdot10^{-05}$	$3{,}60\cdot10^{-04}$	$2{,}87\cdot10^{-03}$	$5{,}85\cdot10^{-04}$
^{133}I	$1{,}89\cdot10^{-42}$	$1{,}77\cdot10^{-05}$	$7{,}38\cdot10^{-04}$	$2{,}26\cdot10^{-03}$	$1{,}81\cdot10^{-02}$	$3{,}78\cdot10^{-03}$
^{133}Xe	$1{,}69\cdot10^{-37}$	$1{,}58\cdot10^{+00}$	$6{,}65\cdot10^{01}$	$1{,}51\cdot10^{00}$	$1{,}22\cdot10^{01}$	$2{,}61\cdot10^{00}$
^{134}Cs	$8{,}05\cdot10^{-46}$	$7{,}53\cdot10^{-09}$	$3{,}15\cdot10^{-07}$	$7{,}04\cdot10^{-05}$	$5{,}67\cdot10^{-04}$	$1{,}19\cdot10^{-04}$
^{134}I	$3{,}00\cdot10^{-44}$	$2{,}78\cdot10^{-07}$	$1{,}14\cdot10^{-05}$	$6{,}03\cdot10^{-05}$	$4{,}73\cdot10^{-04}$	$9{,}28\cdot10^{-05}$
^{135}I	$2{,}60\cdot10^{-43}$	$2{,}42\cdot10^{-06}$	$1{,}01\cdot10^{-04}$	$3{,}28\cdot10^{-04}$	$2{,}64\cdot10^{-03}$	$5{,}46\cdot10^{-04}$
^{135}Xe	$4{,}29\cdot10^{-40}$	$4{,}02\cdot10^{-03}$	$1{,}69\cdot10^{-01}$	$3{,}77\cdot10^{-03}$	$3{,}06\cdot10^{-02}$	$6{,}52\cdot10^{-03}$
^{137}Cs	$3{,}00\cdot10^{-46}$	$3{,}28\cdot10^{-09}$	$1{,}71\cdot10^{-07}$	$2{,}90\cdot10^{-05}$	$3{,}01\cdot10^{-04}$	$8{,}06\cdot10^{-05}$
^{138}Xe	$9{,}06\cdot10^{-42}$	$8{,}33\cdot10^{-05}$	$3{,}32\cdot10^{-03}$	$7{,}94\cdot10^{-05}$	$6{,}16\cdot10^{-04}$	$1{,}18\cdot10^{-04}$
	půda, Bq/kg					
^{131}I	$2{,}90\cdot10^{01}$	$5{,}81\cdot10^{00}$	$1{,}95\cdot10^{00}$	$5{,}78\cdot10^{01}$	$1{,}85\cdot10^{01}$	$5{,}13\cdot10^{00}$
^{132}I	$4{,}81\cdot10^{-03}$	$9{,}57\cdot10^{-04}$	$3{,}30\cdot10^{-04}$	$1{,}30\cdot10^{-02}$	$5{,}58\cdot10^{-03}$	$1{,}40\cdot10^{-03}$
^{133}I	$3{,}42\cdot10^{-01}$	$6{,}82\cdot10^{-02}$	$2{,}31\cdot10^{-02}$	$7{,}30\cdot10^{-01}$	$2{,}54\cdot10^{-01}$	$6{,}87\cdot10^{-02}$
^{134}Cs	$3{,}46\cdot10^{-03}$	$6{,}90\cdot10^{-04}$	$2{,}40\cdot10^{-04}$	$5{,}32\cdot10^{-01}$	$1{,}28\cdot10^{-01}$	$3{,}88\cdot10^{-02}$
^{134}I	$2{,}29\cdot10^{-04}$	$4{,}52\cdot10^{-05}$	$1{,}60\cdot10^{-05}$	$8{,}38\cdot10^{-04}$	$4{,}21\cdot10^{-04}$	$9{,}87\cdot10^{-05}$
^{135}I	$1{,}50\cdot10^{-02}$	$2{,}98\cdot10^{-03}$	$1{,}01\cdot10^{-03}$	$3{,}40\cdot10^{-02}$	$1{,}29\cdot10^{-02}$	$3{,}38\cdot10^{-03}$
^{137}Cs	$1{,}31\cdot10^{-03}$	$3{,}03\cdot10^{-04}$	$1{,}32\cdot10^{-04}$	$2{,}22\cdot10^{-01}$	$6{,}89\cdot10^{-02}$	$2{,}66\cdot10^{-02}$

Tabulka 78: Povrchové a povrchu blízké koncentraceaktivit v závislosti na vzdálenosti z 30 denní výpustě

Dle výsledků modelového výpočtu mimo areál bude rozhodující dávkový příkon, který pochází z radioaktivní látky spadlé na půdu, k čemuž rozhodující příspěvek dává spad pocházející z výpustě z výšky 35 m. Samotné odhadované hodnoty dávkového příkonu i v tomto případě jsou charakteristicky malé v prostředí elektrárny ani v případě jednoho živočicha nedosáhne 10% radiační zátěže vhodného přirozeného pozadí.

Takže i ohledně pozdního vlivu lze stanovit, že zkoumaná provozní událost se zatříděním TA4 je ohledně vlivu neutrální na okolní živý svět. Tady je nutné samostatně zdůraznit, že povětrnostní podmínky považované po celou dobu události za neměnné, měli za výsledek daleko největší vliv pocházejících z výpustí, totiž celkově vyhozená radioaktivita se omezila na poměrně úzké pásmo. Pokud tento konzervativismus dále zvyšujeme s tím, že budeme považovat odhadované dávkové příkony, jako vliv dvou výpustních bodů, tak očekávaný vliv se zdvojnásobí na nejvýš v případě některých bytostí, ale i to zůstává bohatě uvnitř 10% přirozené úrovně. Tzn. , že nemůžeme mluvit o prokazatelném vlivu jako následek výpustě v případě provozní poruchy, takže o potenciálně dotčené lokalitě.

23 OPATŘENÍ SMĚRUJÍCÍ K PŘEDCHÁZENÍ HAVÁRIÍM S VLIVEM NA OKOLNÍ PROSTŘEDÍ A V PŘÍPADĚ JEJICH VZNIKU NA SNÍŽENÍ JEJICH NÁSLEDKŮ NA OKOLNÍ PROSTŘEDÍ

Opatření směrující pro předcházení nehod vycházející z obecných havarijních situací a z nehod souvisejících s vlivy prostředí resp. v případě jejich uskutečnění směrující na snížení následků nebo dopadů na okolí obsahuje Komplexní plán opatření pro odvrácení katastrof (ÁVIT), který se musí vypracovat v pozdější fázi povolovacího procesu a bude odpovídat stávající praxi jaderné elektrárny Paks. V této dokumentaci se budeme detailně zabývat s opatřeními týkající se i nových bloků nebo potencionálně se týkajících havarijních situací (havarijní situace jaderných zařízení, radiační havarijní situace, přírodní a průmyslové katastrofy, požáry, jiné nestandartní situace), které obsahují kompletní dokumentaci pro havárii odstraňující obsluhu a pro partnery spolupracující v celostátním systému, o tom, jak předejít vzniku havárie, o odstranění nastalé události a o zmírnění vlivů.

Nabyvatel během provozu nových bloků bude používat Plán opatření pro odvrácení katastrof (NBEIT), který odpovídá stávající praxi na Jaderné elektrárně Paks, pro odstranění vlivů na prostředí těch nehod, které vznikli následkem radioaktivních látek, které se dostali ven, resp. směrující na řešení, likvidaci vzniklých havárii a snížení následků. NBEIT bude dávat návod na řešení, odstranění a likvidaci mimořádných události nukleárních zařízení a radiologických událostí a havarijních situací, které se týkají území nových bloků, a formuluje opatření tak, aby pro odstranění vykonávající obsluhu byla k dispozici dokumentace, které vzniklou situaci řeší ze všech pohledů. Jako důvod vzniku mimořádných události nukleárních zařízení a radiologických událostí a havarijních situací zohledňuje dokumentace události, které se dají dosledovat zpět jak vnitřní tak vnější důvody. Systém opatření radiační ochrany a technologie NBEIT zajišťuje zabránění rozšíření radiačních vlivů do prostředí, takže je nejúčinnějším prostředkem pro snížení zdravotních, ekonomických a jiných vlivů. Aplikace těchto opatření v Jaderné elektrárně Paks se uskutečňuje i v současné době fungujícím a nukleárním úřadem pravidelně kontrolovaným systémem, a v souvislosti s novými bloky. Nabyvatel toto bude považovat za základ při vypracování a provoz vlastního systému. Systém, který se bude vybudovávat, uskuteční ochranné a odstraňovací funkce v prevenci havárií a řešení v prostředí vzniklých situací, které odpovídají své roli v mírnění vlivů tak, aby se přizpůsobili celostátnímu dokumentu Plán opatření pro odvrácení katastrof.

24 SHRNUTÍ

14. ledna 2014. Vláda Maďarska se dohodla s Vládou Ruské Federace o obnově smlouvy o jaderné spolupráci, která byla uzavřená desetiletí dříve mezi dvěma státy. Dohodu dvou vlád přijalo Národní shromáždění *v zákoně II. z roku 2014.* o vyhlášení Dohody o spolupráce v oblasti používání jaderné energie na mírové účely mezi Vládou Maďarska a Vládou Ruské Federace. Na základě dohody na území Jaderné elektrárny Paks budou vybudovány další dva nové bloky s výkonem 1200 MW, kterých hlavním dodavatelem je Příslušný Ruský Úřad.

Cílem investice je výroba elektrické energie pro veřejné účely s moderními tlakovodními bloky jaderné elektrárny III+ generace s minimální životností 60 let dle harmonogramu Národně Energetické Strategie se začátkem komerčního provozu plánovaný na roky 2025 až 2030.

Studie vlivu na životní prostředí, která nám ukazuje a shrnuje provedení průzkumu vlivu jaderné elektrárny Paks II na životní prostředí z variant započítaných do Předběžné konzultační dokumentace, zkoumala k realizaci vybranou ruskou technologii jaderné elektrárny a její hlavní návaznosti, odběr chladicí vody a vypuštění ohřáté teplé vody do Dunaje a dále blokové rozvody, které zajišťují transport elektrické energie vyrobené v elektrárně, z pohledu možnosti posouzení významných vlivů na prostředí.

Za účelem průzkumu základního zatížení prvků /systému prostředí a současného stavu prostředí a na základě toho pro charakteristiku a vyhodnocení základního stavu, na území založení stavby plánovaných bloků jaderné elektrárny, dále na zkušebních oblastech vytýčených na základě předběžně odhadovaných ovlivněných oblastí od 01. března 2012 začaly probíhat zkoušky a analýzy, převážně v roce 2012, v některých případech v roce 2013.

Několikaměsíční proces průzkumu vlivu Jaderné elektrárny Paks II na životní prostředí - vše vzato v potaz – probíhalo na základě systému technických podmínek z března 2014 a dispozičního schématu.

Jak při stanovení faktorů vlivů, tak při výpočtu a modelování vyvolaných vlivů, jsme vzali za základ faktory, které vyvolali největší vliv na prostředí, přes hledisek ochrany životního prostředí jsme drželi před očima i konzervativní přibližovací základní princip Jaderného bezpečnostního řádu.

Studie vlivu Paks II. na životní prostředí zahrnuje následující tematické obsahy:

- Podrobné představení plánované investice do jaderné elektrárny, představení technologických datových listů,
    - Objem činností, očekávatelný termín zahájení výstavby a provozu a doba trvání,
    - Popis realizace plánované technologie,
    - Vyjmenování a místo zařízení, které jsou potřebné k realizaci činnosti,
    - Zabezpečení zásobování vodou,
    - Nakládání s odpady a odpadní vodou, která vzniká během realizace
    - Hlavní ukazatele použití materiálu,
    - Velikostní řád nákladní a osobní přepravy, který je zapotřebí k činnosti
- Představení vybrané lokalita areálu, dále bezprostředního a širšího okolí, místo činnosti a požadavek na prostor, představení dispozičního plánu umístění
- Stanovení a výpočet vlivů na prostředí, které vyvíjí technologie jaderné elektrárny na jednotlivé prvky a systémy prostředí,
- Ohraničení potenciálně dotčené lokality plánované investice,
- Představení vlivů, které přesahují státní hranice.

Studie vlivu Paks II na životní prostředí analyzovala a vyhodnocovala z hlediska jednotlivých prvků resp. systémů prostředí, jaké procesy vlivů a vlivy působí faktory vlivu, které se projeví v různých obdobích investice a jaký mají rozsah tyto vlivy, tj. jaká je jejich potenciálně dotčená lokalita.

Kvalifikace vlivů se děla na základě dosledování logického procesu: faktory vlivu → procesy vlivu→ nositele vlivu (ti kterých se týká vliv), a vzala do úvahy základní zátěž dotčených prvků/systémů prostředí na plánovaném území dále i změny základního stavu okolního prostředí a přírody, které lze očekávat během celé životnosti Paks II. (např. změna klimatu).

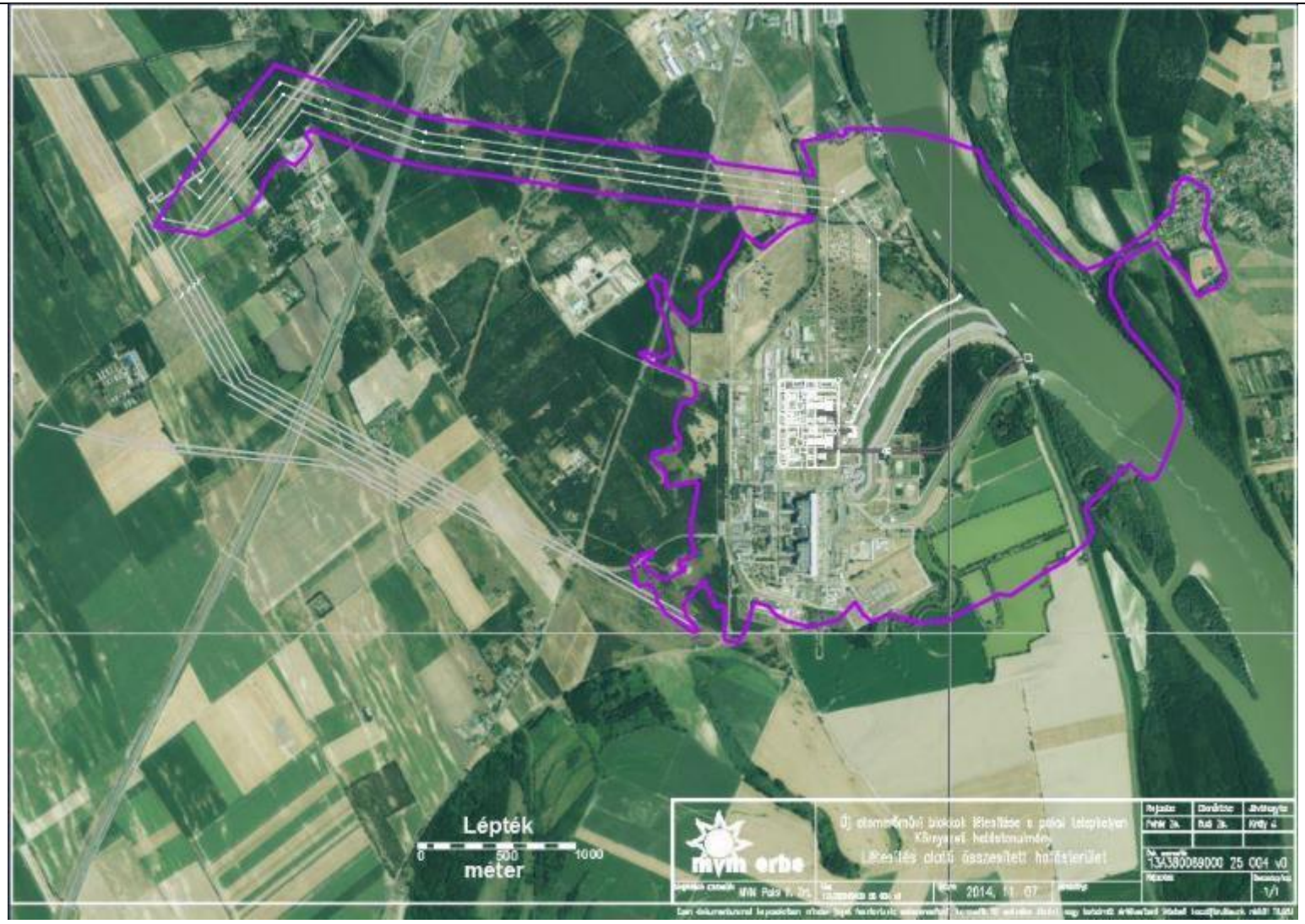
Během průzkumu vlivu jsme faktory vlivu nových bloků jaderné elektrárny a navazujících staveb zkoumali dle skupin zřízení stavby, montáže, provozu a vyvedení z provozu, na základě započtení nárokované plochy a jednotlivé úseky jsme seskupily dle nejvíce charakteristických faktorů vlivu. S ohledem na charakter výstavby jsme z jednotlivých faktorů vlivu rozdělily emise a odpady na skupiny tradiční, bez radioaktivních výpustí a ty s radioaktivní výpustí, na základě následujícího:

- *Použití/zatížení prvků životního prostředí*
- *Výpustě kontaminujících látek a odpady*
    - *Vznik a nakládání s tradičními výpustěmi neradioaktivních látek a odpady*
    - *Vznik a nakládání s výpustěmi radioaktivních látek a s radioaktivními odpady*
- *Vyhořelé palivové kazety*
    - *Nakládání s palivovými kazetami, které byly vytaženy z aktivní zóny reaktoru a jejich skladování*

Vlivy provozu Jaderné elektrárny Paks na životní prostředí již charakterizuje základní stav prostředí, který je stanovený podrobnými měřeními a výpočty během zkoumání vlivů, jelikož tvoří jeho součást. Vlivy společného provozu vzniklé z prodloužení prozní doby Jaderné elektrárny Paks jsme prozkoumali s ohledem na tehdy očekávatelný základní stav životního prostředí.

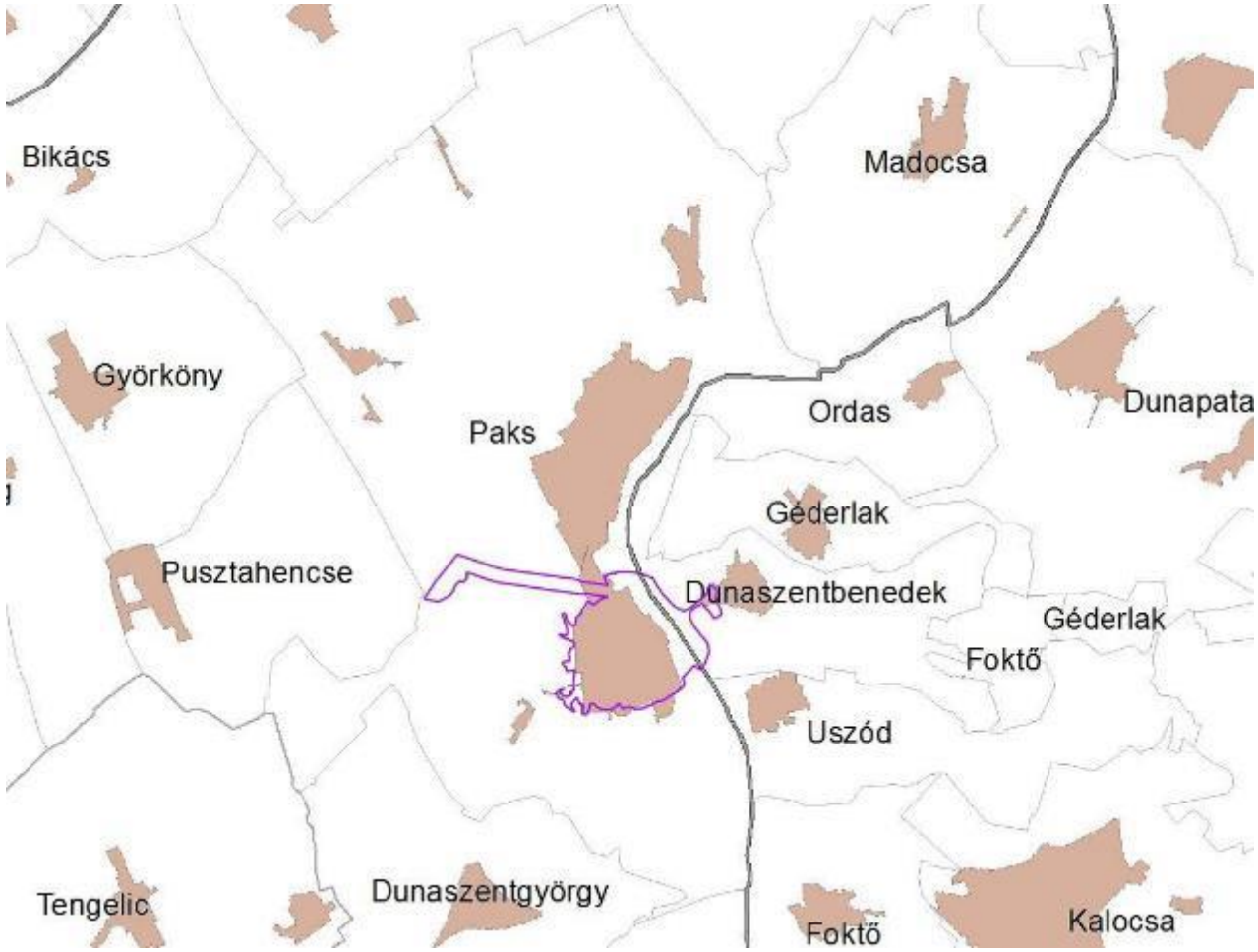
Jako souhrn jsme ohraničili i na mapě celkovou potenciálně dotčenou lokalitu přímých vlivů, která vznikla ze souhrnu potenciálně dotčených lokalit jednotlivých odborných oblastí, se zvýrazněným nejkrajnějších kontur jednotlivých potenciálně dotčených lokalit.

Dle podrobných analýz průzkumu vlivu na životní prostředí zřizování Paks II. se dotýká obce Dunaszentbenedek a Pakš, provoz Paks II. zase obce Dunaszentbenedek, Paks a Uszód.



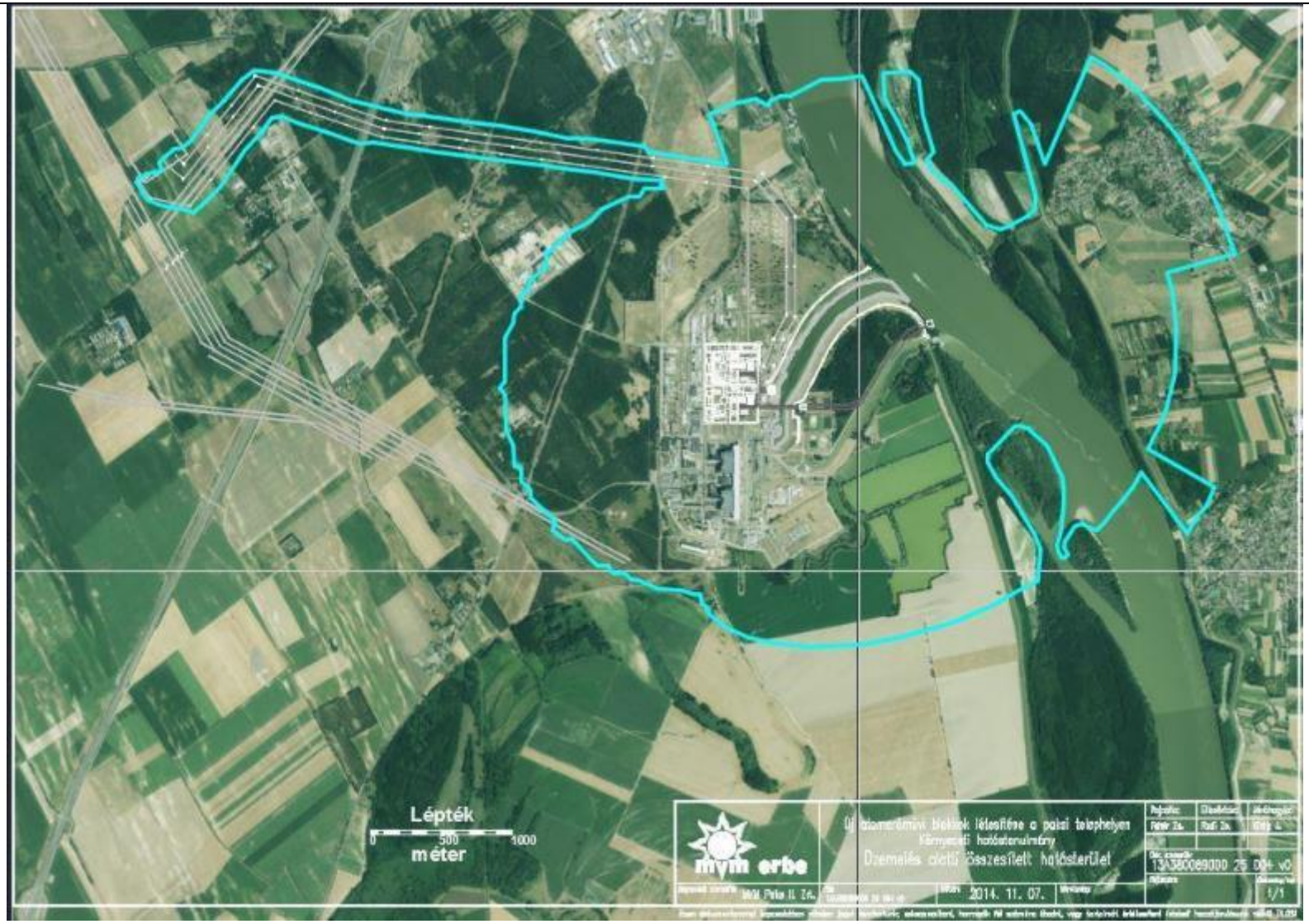
Obr. 105: Souhrnná potenciálně dotčená lokalita zřízeného Paks II.

Lépték - Fáze výstavby	méter – metrů	Környezeti hatástanulmány	Hodnocení vlivu ohledně ŽP
Új atomerőművi blokkok létesítése a paksi telephelyen	Výstavba nových bloků jaderné elektrárny v areálu Paks	Létesítés alatti összesített hatásterület	Celková dotčená lokalita ve výstavbě



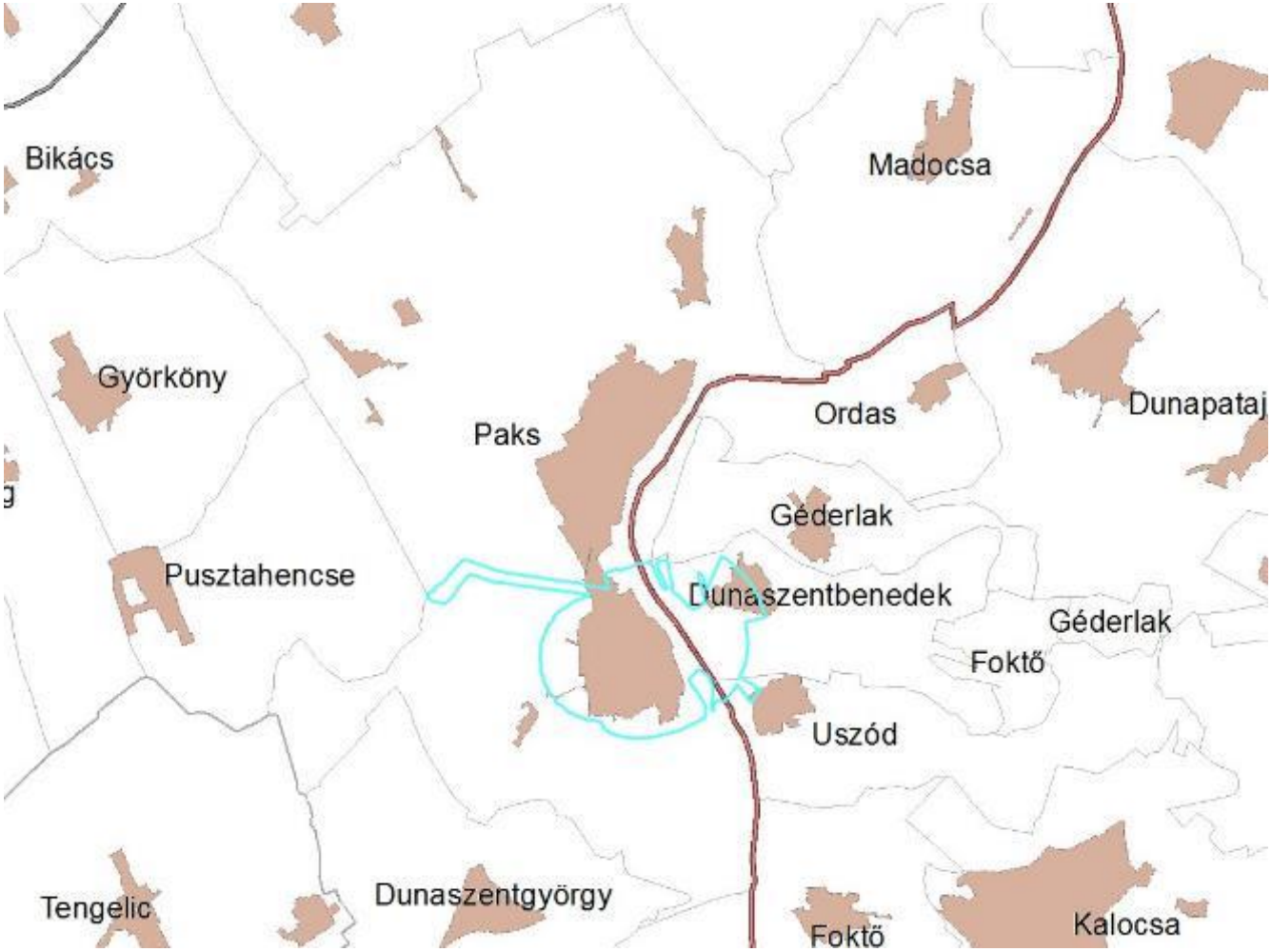
Zdroj : http: //gis. teir. hu/arcgis/services/TeIR_GIS/teirgis_kozigazgatas/MapServer/WMSServer

Obr. 106: Souhrnná potenciálně dotčená lokalita zřízeného Paks II. včetně hranic veřejné správy



Obr. 107: Souhrnná potenciálně dotčená lokalita provozu Paks II.

Lépték - Fáze výstavby	méter – metrů	Környezeti hatástanulmány	Hodnocení vlivu ohledně ŽP
Új atomerőművi blokkok létesítése a paksi telephelyen	Výstavba nových bloků jaderné elektrárny v areálu Paks	Üzemelés alatti összesített hatásterület	Celková dotčená lokalita v provozu



Zdroj : http: //gis. teir. hu/arcgis/services/TeIR_GIS/teirgis_kozigazgatas/MapServer/WMSServer

Obr. 108: Souhrnná potenciálně dotčená lokalita provozu Paks II. včetně hranic veřejné správy

Provoz Paks II. dotýká území obcíDunaszentbenedek, Paks, Uszód.

SEZNAM LITERATURY

[1] MVM Magyar Villamos Művek Zrt. Új atomerőművi blokkok létesítése - Előzetes Konzultációs Dokumentáció, PÖYRY ERŐTERV ZRt, 2011. 01. 31.

[2] http: //gis. teir. hu/arcgis/services/TeIR_GIS/teirgis_corine2006/MapServer/WMSServer

[3] http: //gis. teir. hu/arcgis/services/TeIR_GIS/teirgis_kozigazgatas/MapServer/WMSServer]

[4] http: //nuclearinfo. net/Nuclearpower/CurrentReactors

[5] http: //theresilientearth. com/files/images/european_nuc_plants. jpg

[6] http: //www. animatedsoftware. com/hotwords/nuclear_reactor/nuclear_reactor. htm

[7] Nagy Sándor, Nukleáris kapacitás fenntartás, Engedélyezési feladatok, Budapest, 2014. 04. 23.

[8] MVM Magyar Villamos Művek Zrt. Új atomerőművi blokkok létesítése, Előzetes konzultációs dokumentáció, PÖYRY ERŐTERV, 2011. 04. 15.

[9] dr. Czibolya László, Magyar Atomfórum Egyesület, Paksi Atomerőmű III. Az atomerőmű biztonsága, 2013.

[10] dr. Gadó János, A biztonság fogalma és mérhetősége

[11] dr. Lux Iván, Országos Atomenergia Hivatal, Az atomenergia-felhasználás szabályozásának jogi rendszere

[12] Országos Atomenergia Hivatal 1. 48. sz. útmutató, Útmutató az INES besorolás elvégzéséhez nukleáris és radiológiai események kapcsán Verzió száma: 2. 2013. április

[13] MVM Magyar Villamos Művek Zrt. Új atomerőművi blokkok létesítése, Előzetes konzultációs dokumentáció, PÖYRY ERŐTERV, 2012. 10. 05.

[14] http: //atomeromu. hu/download/1450/A%20tervezett%20blokkok%20helye. jpg

[15] Paksi Atomerőmű Zrt. 1-4. blokk; Végleges Biztonsági jelentés 2013

[16] Dr. Csom Gyula, Atomerőművek, Magyar Atomfórum Egyesület, Budapest, 2004. június

[17] Kibocsátás- éskörnyezetellenőrzés aPaksi Atomerőműben, Dr. Bujtás Tibor, Debrecen, 2009. 09. 04.

[18] MVM Paks II. Zrt. Ranga Tibor, 2014. 04. 25.

[19] Sugárvédelmi tevékenység a Paksi Atomerőműben 2013-ban, (Éves jelentés), MVM Paksi Atomerőmű Zrt. Biztonsági Igazgatóság Sugár- és Környezetvédelmi Főosztály, Paks, 2014. március hó)

[20] A hatósági környezeti sugárvédelmi ellenőrző rendszer (HAKSER) 2012. évi jelentése

[21] http: //www. okser. hu

[22] Az Országos Környezeti Sugárvédelmi ellenőrző rendszer (OKSER) 2012. évi Jelentése Budapest, 2013. 12. 27.

[23] IAEA Nuclear Energy Series: Efficient Water Management in Water Cooled Reactors (No. NP-T-2. 6), IAEA, Bécs, 2012.

[24] Development of Environmental Impact Assessment Related Requirements for NPP Projects Report of Environmental Impact Assessment Co-ordination Group of EUR, Date of issue of this report: 28/06/2011

[25] A paksi telephelyen létesítendő új atomerőműi blokkok hűtési alternatíváinak összehasonlító vizsgálata, MVM ERBE Zrt. , 2012. július.

[26] MVM Magyar Villamos Művek Zrt. A Paksi Atomerőmű Zrt. területén létesítendő új blokkok hűtési lehetőségeinek vizsgálata, Döntés előkészítő tanulmány, I. kötet, GEA EGI Energiagazdálkodási Zrt, Budapest, 2011. 05. 04.

[27] MVM Magyar Villamos Művek Zrt. A PaksiAtomerőmű Zrt. területén létesítendő új blokkok hűtési lehetőségeinek vizsgálata, Döntéselőkészítő tanulmány, III. kötet, PÖYRY ERŐTERV ZRt, Budapest, 2011. 05. 04.

[28] A paksi telephelyen létesítendő új atomerőmű iblokkokhoz kapcsolódó, tájképbeilleszthető hűtőtornyos hűtési alternatívák részletes vizsgálata, MVMERBEZrt, 2012. június

[29] http: //www. world-nuclear. org/info/Country-Profiles/Countries-O-S/Russia--Nuclear-Power

[30] MIR. 1200 Preliminary data and information for safety and environmental licensing, Report, 2010. А. Н. Обысова

[31] MVM Paks II. Zrt.

[32] A paksi telephelyen létesítendő új atomerőműi blokkok tervezett Duna-víz használatának elvi vízjogi engedélyezési dokumentációja, MVM ERBE Zrt.

[33] Döntés előkészítő elemzés a paksi telephelyen létesítendő új atomerőmű blokkok ivóvíz-betáplálása, illetve szennyvíz-elvezetése témakörökben, MVM ERBE Zrt, 2013.

[34] Elpanneteknik references, Finland's Olkiluoto 3 Nuclear plant

[35] ERBE Fővállalkozói Terjedelmen Kívüli Tételek elemzése, 2013.

[36] Lévai Projekt, Új atomerőmű létesítése, Döntés-előkészítő Megvalósíthatósági Tanulmány, PÖYRY ERŐTERV Zrt.

[37] Elemzés az új atomerőmű blokkok munkaerőigényének meghatározásához, MVM ERBE Zrt. , 2013.

[38] MVM Zrt Új atomerőművi blokkok létesítése – A beruházási, az üzembe helyezési és az üzemeltetési munkaerőigény felmérése 1/2. Kötet, PÖYRY ERŐTERV Zrt, 2012. január

[39] Irányelvek;Tanács2011/70/EuratomIrányelve, EU, 2011. 07. 19.

[40] EPC-Contract, Constructionof Paks Nuclear Power Plantunits 5 and 6, Hungary, Appendix 1. 2, Part 1. 2. 1 NuclearIsland, 02-05-02 Radioactive Waste Treatmantand Storage Systems (Gaseous, Liquideand Solid Waste) rev 0. 0,2014. 09. 15. [19. 14]

[41] Data for NPP environmental impact analysis (AES-2006withVVER-1200)

[42] PaloVerde, Arizona, GriseldaNevarez

[43] Millstone Power Station Waterford, Connecticut, (APPhoto/DominionResources)

[44] HaddamNeck atomerőmű, EastHampton, Connecticut állam