



MVM PAKS II ZRT.

**UVEDBA NOVIH ENOT JEDRSKE ELEKTRARNE
PAKS**

**ŠTUDIJA OCENE VPLIVOV NA
OKOLJE**

POENOSTAVLJENI POVZETEK ZA JAVNOST

MVM PAKS II Zrt. številka pogodbe: 4000018343

MVM ERBE Zrt. številka pogodbe: 13A380069000

Podatki prosilca

Naziv prosilca:	MVM Paks II Atomerőmű Fejlesztő Zártkörűen Működő Részvénytársaság (MVM Paks II Jedrska elektrarna – zasebno podjetje v razvoju, Limited by Shares)
Uradna krajšava naziva prosilca:	MVM Paks II Zrt.
Uradni sedež prosilca:	7030 Paks, Gagarin u. 1-3. 302/B
Matična številka podjetja prosilca:	17-10-001282
Davčna številka prosilca:	24086954-2-17
Statistična koda prosilca:	24086954-4222-114-17
Vodja prosilca:	Sándor Nagy – CEO
Kontaktni podatki kontaktne osebe prosilca:	László Puskás – Vodja oddelka za licenciranje in jedrsko varnost
Kontaktni podatki kontaktne osebe prosilca:	+36 75 503 730

PODATKI O NAČRTOVANIH DEJAVNOSTIH

Ime načrtovane jedrske elektrarne:	Jedrska elektrarna Paks II.
Skrajšano ime načrtovane jedrske elektrarne:	Paks II.
Načrtovana dejavnost:	uvedba in delovanje dveh enot tlačnovodnih reaktorjev generacije III+ jedrske elektrarne
Namen načrtovane dejavnosti:	pridobivanje električne energije za javne namene
Količina izhodne električne energije v načrtovani jedrski elektrarni:	največ 1200 megavatov na enoto
Količina izhodne toplotne moči v načrtovani jedrski elektrarni:	največ 3200 megavatov na enoto
Območje izgradnje načrtovane jedrske elektrarne:	jedrska elektrarna Paks
Načrtovano komercialno delovanje novih enot:	2025 – jedrska elektrarna Paks II, enota 1 2030 – jedrska elektrarna Paks II, enota 2
Načrtovana življenjska doba novih enot:	vsaj 60 let

PODROBNOSTI O NAČRTOVANEM OBMOČJU IZGRADNJE

Parcelna številka načrtovanega območja izgradnje:	Paks 8803/15
Lastnik načrtovanega območja izgradnje:	MVM Paks Atomerőmű Zrt. (MVM jedrska elektrarna Paks)

PODATKI O STROKOVNJAKIH (NAČRTOVALCIH), KI SO PRIPRAVILI ŠTUDIJO VPLIVOV NA OKOLJE

Študijo vplivov na okolje načrtovane jedrske elektrarne je izdelalo podjetje MVM ERBE Zrt.

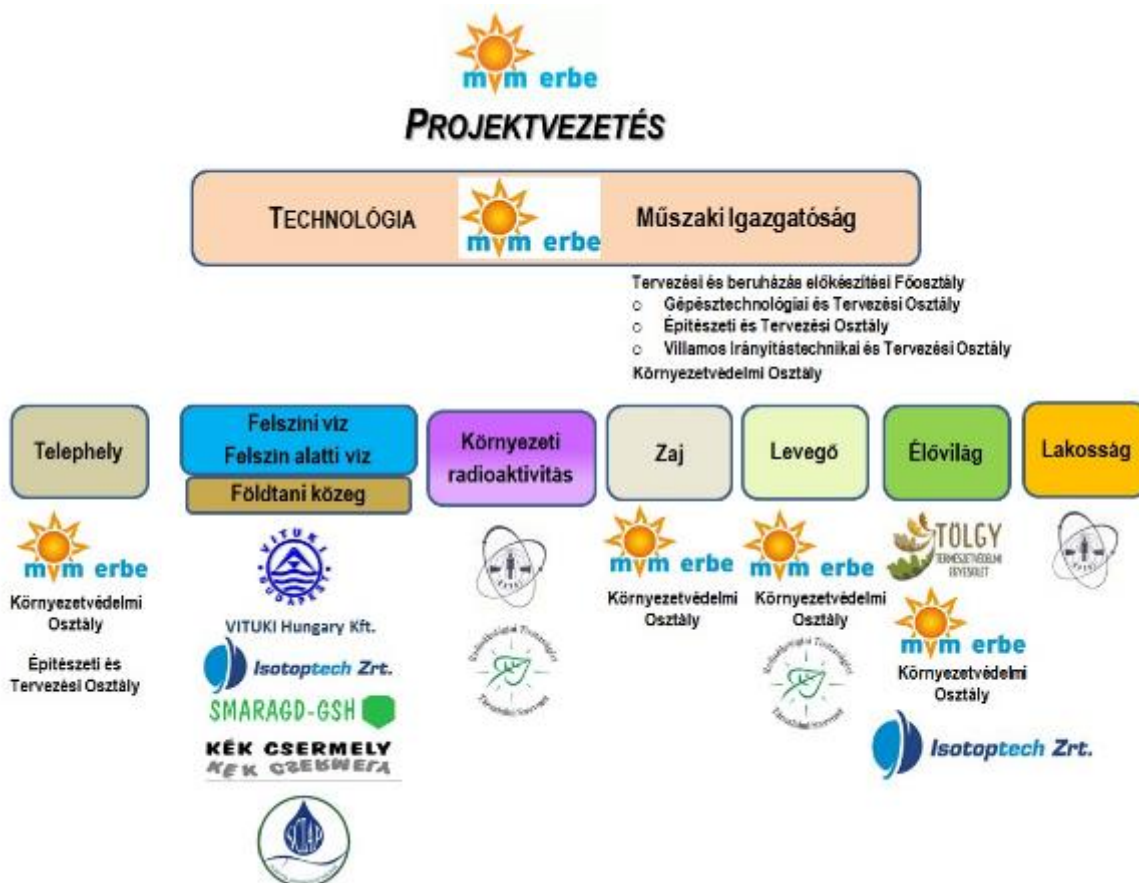
Ime načrtovalca: MVM ERBE ENERGETIKA Mérnökiroda Zártkörűen Működő Részvénytársaság
(MVM ERBE ENERGETIKA inženirsko podjetje, Limited by Shares)
Uradno skrajšano ime načrtovalca: MVM ERBE Zrt.
Naslov uradnega sedeža načrtovalca: 1117 Budapest, Budafoki út 95.
Registrska številka podjetja načrtovalca: 01-10-045821
Vodja podjetja: Farkas Dohán – izvršilni direktor

Tehnični pogoji za študijo vplivov na okolje in licenciranje za načrtovano jedrsko elektrarno so bili pridobljeni z osnovnimi tehničnimi parametri, obdelanimi na podlagi največjih vrednosti izpuštov v okolje, ki povzročijo največjo obremenitev okolja, temeljijo pa na predhodnih podatkih, ki jih je sporočil dobavitelj enot, na objavljenih podatkih jedrske elektrarne, ki je že zgrajena, in na referenčnih podatkih podobnih enot, ki že delujejo. Na območju izgradnje so bile stavbe in strukture urejene na podlagi tehnoloških premislekov z upoštevanjem dejstva, da so to tehnološke enote z največjimi prostorskimi zahtevami. Osnovne specifikacije je pripravil MVM ERBE Zrt. (ERBE).

Študija vplivov na okolje jedrske elektrarne je zelo kompleksna naloga, ki vsebuje veliko specializacij, katerih uvedba zahteva široko sodelovanje strokovnjakov.

Zato je ERBE uporabil storitve strokovno priznanih podizvajalcev z ustreznimi certifikati in referencami, da bi lahko ocenili osnovne pogoje na območju Paks in potem izdelali program ocene vplivov na okolje ter sestavili študijo vplivov na okolje.

Sistem strokovnih organizacij, ki so sodelovale pri vsaki specializaciji, je tak, kot sledi.



Projektvezetés	Vodenje projekta
Technológia	Tehnologija
Műszaki Igazgatóság	Tehnični direktorat
Tervezési és beruházás előkészítési Főosztály	Oddelek za načrtovanje in pripravo projekta
• Gépészhatalmálógiai és Tervezési Osztály	• Oddelek za inženirsko tehnologijo in načrtovanje
• Építészeti és Tervezési Osztály	• Oddelek za arhitekturo in načrtovanje
• Villamos Irányítástechnikai és Tervezési Osztály	• Oddelek za inženiring električnega nadzora in načrtovanje
Környezetvédelmi Osztály	Oddelek za varovanje okolja
Telephely	Območje
Felszíni víz	Površinska voda
Földtani közeg	Podzemna voda
Földtani közeg	Geološka sredina
Környezeti radioaktivitás	Okoljska radioaktivnost
Zaj	Hrup
Levegő	Zrak
Élővilág	Divje živali in rastline
Lakosság	Populacija
Környezetvédelmi Osztály	Oddelek za varovanje okolja
Építészeti és Tervezési Osztály	Oddelek za arhitekturo in načrtovanje

KAZALO

1	OSNOVNI PODATKI O NAČRTOVANEM PROJEKTU	17
1.1	Dejavnosti in priprava načrtovanega projekta	17
1.1.1	Projekt Teller	17
1.1.2	Projekt Lévai	18
1.1.3	MVM PAKS II. Atomerőmű Fejlesztő Zrt – projektantsko podjetje	18
1.1.4	Regulativna podpora	18
1.1.5	Izbira enot, ki bodo zgrajene	19
1.2	Splošni opis licenciranja novih enot jedrske elektrarne	19
1.3	Trenutno stanje okoljskega licenciranja za novi enoti jedrske elektrarne	22
1.3.1	Predhodna posvetovalna dokumentacija o možnih 5 tipih enot (PCD)	22
1.3.2	Študija ocene vplivov na okolje (EIAS) jedrske elektrarne Paks II	26
1.3.3	Informacije MVM Paks II	31
2	NAPOVED PORABE ELEKTRIČNE ENERGIJE NA MADŽARSKEM	32
2.1	Napoved porabe električne energije na Madžarskem do leta 2030	32
3	SPLOŠNI VODNIK PO JEDRSKEM INŽENIRINGU	33
3.1	Proizvodnja jedrske električne energije na svetu	33
3.2	Splošni uvod v enote tlačnovodnih reaktorjev (PWR)	34
3.2.1	Postopek pridobivanja energije v enotah, ki delujejo z reaktorji PWR	34
3.2.2	Zmogljivostne lastnosti enot s tlačnovodnimi reaktorji PWR	36
4	JEDRSKA VARNOST	37
4.1	Osnovna načela jedrske varnosti	37
4.2	Zahteve za jedrsko varnost	43
4.3	Mednarodna lestvica jedrskih dogodkov	46
5	OPIS NAČRTOVANEGA OBMOČJA IZGRADNJE	51
5.1	Območje izgradnje Paks II v mejah območja jedrske elektrarne Paks	52
5.2	Infrastrukturalne povezave na območju izgradnje	53
5.3	Jedrska elektrarna Paks in povezane zmogljivosti	54
5.3.1	Jedrska elektrarna Paks	55
5.3.2	Podpostaja 400 kV	57
5.3.3	Prehodno skladišče uporabljenega goriva (SFIS)	57
5.4	Opazovalni sistemi v sosesčini jedrske elektrarne Paks	59
5.4.1	Nadzor tradicionalnih kazalcev okoljskih pogojev	59
5.5	Operativni nadzorni sistem za zaščito sevanja v okolju (PERMS)	60
5.6	Povezani nadzorni sistem sevanja v okolju (JERMS)	65
5.7	Nacionalni nadzorni sistem sevanja v okolju (NERMS)	66
5.8	Povzetek topografskih značilnosti in lastnosti na območju Paks	68
6	MOŽNE METODE HLAJENJA NOVIH JEDRSKIH ENOT S KONDENZATORJEM	69
6.1	Zahteve za hlajenje in opcije za elektrarne s kondenzatorji	69
6.2	Splošna regulativa in omejitve, veljavne za toplotne obremenitve v vodnem okolju	70
6.2.1	Splošni okvir regulative za izpostavitve vodnega okolja toploti	70

6.2.2	Veljavna zakonodaja za proizvodnjo toplote v jedrskih elektrarnah	71
6.3	Metode hlajenja, ki so bile upoštevane v zvezi z območjem Paks	72
6.3.1	Hlajenje s svežo vodo	72
6.3.2	Stolpno hlajenje	75
6.3.3	Stroškovna analiza metod stolpnega in hlajenja s svežo vodo	78
7	ZNAČILNOSTI IN SPECIFIKACIJE JEDRSKE ELEKTRARNE PAKS II, KI BO ZGRAJENA NA OBMOČJU PAKS	79
7.1	Zgodovina ruskih enot VVER.....	79
7.2	Značilnosti ruskih enot, ki so načrtovane za izgradnjo na območju Paks	80
7.2.1	Ključni tehnični parametri.....	80
7.2.2	Varnostni cilji in načrtovane rešitve	81
7.3	Gorivo	81
7.4	Primarni vod.....	82
7.5	Sekundarni vod.....	82
7.6	Hladilni sistemi	83
7.6.1	Vodni vnosi iz Donave	83
7.6.2	Voda za kondenzatorsko hlajenje.....	84
7.6.3	Tehnološki (sekundarni vod) hladilni vodni sistem.....	84
7.6.4	Hladilni vodni sistem v nujnih primerih.....	85
7.6.5	Vodne inženirske strukture hladilnega vodnega sistema.....	87
7.7	Pomožni sistemi in pomožne zmogljivosti	90
7.7.1	Razsoljena voda	90
7.7.2	Tehnološka odpadna voda	91
7.7.3	Opadna voda iz hladilnih stolpov za nujne primere	92
7.7.4	Pitna voda – komunalna odpadna voda	92
7.7.5	Deževnica.....	93
7.7.6	Požarna voda	93
7.7.7	Dekantiranje in shranjevanje kemikalij.....	93
7.7.8	Dizelski generatorji	94
7.7.9	Sekundarni bojler.....	94
7.7.10	Gradbene storitve	95
7.7.11	Sistem dobave stisnjenega zraka	95
7.7.12	Distriktni ogrevalni sistem	95
7.8	Nadzorni sistemi	95
7.9	Električni sistemi	96
7.10	Gradbeništvo.....	96
7.10.1	Temeljne plasti načrtovanih enot	96
7.10.2	Območje izgradnje jedrske elektrarne Paks II	97
7.10.3	Značilnosti in lastnosti zgradb in objektov Paks II.....	98
7.10.4	Vizualizacija Paks II.....	99
7.11	DODATEK Merila za sprejem individualnih načinov delovanja	101
7.11.1	Normalno delovanje.....	101
7.11.2	Pogoji za osnovno načrtovanje	101
7.11.3	Učinkovite mednarodne in madžarske zahteve za pogoje razširjenega načrtovanja.....	102
7.11.4	Dogodki osnovnega načrtovanja	103
7.12	Značilnosti uvedbe Paks II	103
7.12.1	Območja izgradnje Paks II in povezane zmogljivosti	103
7.12.2	Načrtovane faze v izgradnji Paks II	103

7.12.3	Okvirni časovni načrt izgradnje Paks II	104
7.12.4	Zahteve po človeških virih v času vzpostavitve	104
7.13	Značilnosti in lastnosti delovanja Paks II	105
7.13.1	Okvirni časovni načrt delovanja Paks II	105
7.13.2	Zahtevani človeški viri za delovanje novih enot jedrske elektrarne	105
7.13.3	Operativna lastnina novih enot jedrske elektrarne	106
7.13.4	Letni materiali in ravnovesje energije novih enot jedrske elektrarne	106
7.14	Razgradnja v novih enotah jedrske elektrarne	108
7.14.1	strategija razgradnje, ki se ji bo sledilo med demontažo v novih enotah jedrske elektrarne	108
7.14.2	Financiranje in stroški dejavnosti demontaže	108
8	OMREŽNA POVEZAVA Z MADŽARSKIM ENERGETSKIM SISTEMOM	108
8.1	Skladnost novih enot z madžarskim energetskim sistemom	109
8.2	Območje namestitve nove podpostaje 400/120 kV Paks II	109
8.3	400 kV enota in 120 kV enota energetske prenosne linije	110
8.3.1	400 kV enota linije	110
8.3.2	120 kV prenosna linija	113
8.3.3	Skupna varnostna cona	114
8.3.4	Konstrukcija prenosne linije	114
9	POTENCIALNI VPLIVNI FAKTORJI PAKS II, NOSILCI VPLIVOV IN VZORCI VPLIVOV	115
9.1	Potencialni vplivni faktorji	115
9.2	Nosilci vpliva	116
9.3	Potencialni vzorci vpliva	117
10	SOCIALNO-EKONOMSKI VPLIVI NA RAZVOJ PAKSA	120
10.1	Ekonomski vplivi in pogoji	120
10.2	Socialni odnosi, niz pogojev	121
11	TRENTUTNO IN VERJETNO VREME V OKOLICI 30 KM OD PAKSA	124
11.1	Klimatski profil v okolici 30 km od Paksa	124
11.2	Klimatske spremembe v 21. stoletju v bližini Paksa na podlagi rezultatov klimatskega modela	125
11.2.1	Razpoložljivi modeli	126
11.2.2	Obdelava razpoložljivih rezultatov modelov glede na povprečne pogoje za okolico 30 km od Paksa	127
12	PRIČAKOVANI VPLIVI PREDLAGANEGA RAZVOJA IN OKOLJSKI POGOJI TEMPERATURE VODE V DONAVI, IZPOSTAVLJENOST POPLAVAM, ODVZEM VODE ZA HLAJENJE IN MORFOLOŠKE SPREMEMBE REKE	130
12.1	Vpliv izgradnje Paks II na Donavo	130
12.1.1	Vpliv izgradnje Paks II na rečni tok in morfološke rečne spremembe v Donavi	130
12.1.2	Izpust obdelanih komunalnih odpadnih vod med izgradnjo	132
12.2	Vplivi delovanja Paks II na Donavo	134
12.2.1	Faze načrtovanja delovanja	134
12.2.2	Opis pričakovanih sprememb na podlagi analize hitrosti toka v Donavi	134
12.2.3	Ocena pričakovanih morfodinamskih vplivov iz predlaganega razvoja Donave	142
12.2.4	Izpust segrete vode za hlajenje v Donavo	148
12.2.5	Izpust obdelane komunalne odpadne vode v servisnem obdobju	155

12.2.6	Ocena ekstremnih naravnih in umetnih pogojev glede izpostavljenosti poplavam območja in varnost pridobivanja vode za hlajenje.....	155
12.3	Pričakovani vplivi opustitve Paks II na Donavo	160
13	OCENA KAKOVOSTI VODE V DONAVI IN DRUGIH POVRŠINSKIH VOD SKLADNO Z OKVIRNO DIREKTIVO ZA VODE	160
13.1	Temeljne raziskave	162
13.1.1	Evalvacija podatkov nacionalnega arhiva o preučevanem odseku Donave	164
13.1.2	Stanje prizadetega odseka Donave (1560.6 km-1481.5 km)	167
13.2	Vpliv izgradnje Paks II. na Donavo	174
13.3	Evalvacija projekta Paks II v luči načrta upravljanja z rečnim bazenom	180
14	GEOLOŠKE SREDNJE IN PODZEMNE VODE NA OBMOČJU IN V NEPOSREDNI OKOLICI	181
14.1	Glavni procesi podzemnih vodnih tokov v bližini območja	182
14.2	Vpliv ustanovitve in delovanja Paks II. na geološko formacijo, oziroma na podzemne vode	184
14.3	Težave pri delovanju, nepredvideni dogodki	186
15	GEOLOŠKE FORMACIJE IN PODZEMNA VODA V DOLINI DONAVE	187
16	HRUP IN VIBRACIJE	191
16.1	Osnovne meritve obremenitve s hrupom in vibracijami	191
16.2	Vplivi in vplivna območja izgradnje Paks II	191
16.3	Vplivi in vplivna območja delovanja Paks II	193
16.4	Celotno vplivno območje delovanja Paks II	194
16.4.1	Celotno vplivno območje simultane delovanja Paks II in jedrske elektrarne Paks	195
16.4.2	Vplivi in vplivna območja v nujnih primerih	196
16.5	Vplivi in vplivna območja pri zanemaritvi Paks II	197
17	ZUNANJI ZRAK	198
17.1	Osnovne študije	198
17.2	Neposredni vplivi in vplivne cone vzpostavitve in delovanja Paks II	200
17.3	Neposredni vplivi in vplivne cone vzpostavitve	200
17.4	Povzetek	202
18	BIOSFERA, EKOSISTEM	203
18.1	Vegetacija in flora okolja elektrarne	203
18.2	Območja natura 2000 na območju 10 km od elektrarne	206
18.3	Vpliv Paks II na botaniko	207
18.3.1	Vpliv in vplivno območje izgradnje	207
18.3.2	Vpliv in vplivno območje delovanja	209
18.3.3	Vpliv in vplivno območje opustitve	209
18.4	Vpliv Paks II na favno	209
18.4.1	Vpliv in vplivno območje vzpostavitve	209
18.4.2	VPLIV IN VPLIVNO OBMOČJE DELOVANJA	214
18.4.3	Vpliv in vplivno območje opustitve	216
19	NERADIOAKTIVNI ODPADKI	217
19.1	Vrste in količine odpadkov	217

19.2	Zbiranje odpadkov, skladiščenje, reciklaža, odstranjevanje	218
19.3	Vplivi in vplivna območja	219
19.3.1	Neposredni vplivi	219
19.3.2	Posredni vplivi	219
19.3.3	Čezmejni okoljski vplivi	219
20	UPRAVLJANJE IN SHRANJEVANJE RADIOAKTIVNIH ODPADKOV IN PORABLJENEGA GORIVA.....	219
20.1	Definicija radioaktivnih odpadkov	220
20.2	Značilnosti sestave izrabljenega goriva	220
20.3	Splošne določbe za radioaktivne odpadke	221
20.3.1	Nizka in srednja stopnja aktivnosti trdnih radioaktivnih odpadkov	222
20.3.2	Visoka stopnja aktivnosti trdnih radioaktivnih odpadkov	222
20.3.3	Tekoči radioaktivni odpadki	222
20.4	Splošne določbe za sestavo izrabljenega goriva	223
20.5	Pričakovani vplivi izgradnje	223
20.6	Pričakovani vplivi obratovanja	224
20.6.1	Radioaktivni odpadki	224
20.6.2	Sestava porabljenega goriva	224
20.6.3	Pričakovani vplivi in vplivno območje delovanja	226
20.6.4	Vplivi in vplivno območje skupnega delovanja Paks II in JE Paks	227
20.6.5	Vplivi osnovnih načrtovanih dogodkov	228
20.7	Pričakovani vplivi razgradnje	228
21	OKOLJSKA RADIOAKTIVNOST - IZPOSTAVLJENOST SEVANJU PREBIVALSTVA V OKOLICI OBMOČJA.....	228
21.1	Okoljska radioaktivnost v krogu 30 km od jedrske elektrarne	228
21.2	Zdravstveno stanje prebivalstva, živečega v 30 km oddaljenosti od elektrarne.....	234
21.3	Trenutna izpostavljenost sevanju prebivalstva, živečega v 30 km oddaljenosti od elektrarne.....	236
21.4	Vplivi izgradnje Paks II na izpostavljenost sevanju prebivalstva v bližini.....	240
21.5	Vplivi obratovanja Paks II na izpostavljenost sevanju prebivalstva v bližini	240
22	IZPOSTAVLJENOST SEVANJU ŽIVALI IN RASTLIN	251
23	DEJAVNOSTI ZA PREPREČEVANJE NESREČ Z VPLIVOM NA OKOLJE IN V PRIMERU TAKIH NESREČ BLAŽITEV OKOLJSKIH POSLEDIC	256
24	POVZETEK	257
REFERENCE		263

SEZNAM SLIK

Slika 1: Postopek licenciranja jedrske elektrarne	21
Slika 2: Območja, preučena v PCD (10 km, 30 km)[1-1]	23
Slika 3: Različna območja raziskave v EIA[2], [3]	31
Slika 4: Pričakovana neto poraba električne energije do leta 2030[2-1]	32
Slika 5: Geografske lokacije jedrskih elektrarn na svetu[4]	33
Slika 6: Geografske lokacije jedrskih elektrarn v Evropi[5]	34
Slika 7: Splošna shematska struktura reaktorja PWR[6]	35
Slika 8: Inženirske pregrade v primeru enot jedrske elektrarne[7]	39
Slika 9: Prečni prerez strukture kontejnerja z dvojno steno[7]	40
Slika 10: Prva kontejnerska struktura, ki zagotavlja zaščito pred zunanjimi vplivi[7]	41
Slika 11: Varovalne ovire, obramba in globina po stopnjah ter hierarhija intervencij[3-14]	42
Slika 12: Mednarodna lestvica jedrskih in radioloških dogodkov (INES)	46
Slika 13: Splošni zemljevid elektrarne Paks [13]	51
Slika 14: Območje Paks z označeno načrtovano jedrsko elektrarno	52
Slika 15: Lokacija načrtovanih enot[14]	53
Slika 16: Pogled na dve enoti jedrske elektrarne Paks[13]	54
Slika 17: Jedrska elektrarna Paks in povezane zmogljivosti na območju Paks[15]	55
Slika 18: Prečni prerez vzhod-zahod jedrske elektrarne Paks[16]	56
Slika 19: Varnostna cona jedrske elektrarne Paks[15]	57
Slika 20: Prečni prerez SFIS[15]	58
Slika 21: Varnostna cona SFIS[15]	58
Slika 22: Geografska lokacija radiološkega in okoljskega nadzornega sistema v jedrski elektrarni Paks[17]	60
Slika 23: Struktura dvostopenjskega radiološkega in okoljskega nadzornega sistema v jedrski elektrarni Paks [18]	61
Slika 24: Oddaljene merilne postaje tipa A in tipa G za opazovanje okolja v bližini jedrske elektrarne Paks[19]	63
Slika 25: Uradna merilna mesta v krogu 30 km od jedrske elektrarne Paks[4-13]	65
Slika 26: Spremembe v nacionalnem povprečju, največjih in najmanjših gama dozah leta 2012[22]	67
Slika 27: Dnevne doze leta 2012 v jedrski elektrarni Paks, merjene na okoljskih nadzornih postajah	68
Slika 28: Mokri hladilni stolp z naravnim ugrezom, z največ 100 m visokim stolpom - vidni del (pogled s ptičje perspektive in od strani)	77
Slika 29: Mokri hladilni stolp z naravnim ugrezom, z dodatnim ventilatorskim hlajenjem - vidni del (pogled s ptičje perspektive in od strani)	77
Slika 30: Hibridni hladilni stolp z dodatnim ventilatorjem - vidni del	78
Slika 31: Ruske enote VVER v gradnji in načrtovane [7]	80
Slika 32: Načrt območja obstoječe naprave za razpršitev energije in drugič nova točka za izliv z obnovitveno vodno elektrarno	89
Slika 33: Lokacija vodnega zajetja Csámpa[33]	93
Slika 34: Območje izgradnje Paks II - splošni zemljevid	97
Slika 35: Lokacija zgradb in objektov Paks II na območju načrtovane izgradnje	98
Slika 36: Načrtovane enote in 400 kV vod s ptičje perspektive - jug-zahod	99
Slika 37: Načrtovane enote in 400 kV vod z vidne perspektive - jug-zahod	100
Slika 38: Načrtovane enote in 400 kV vod s ptičje perspektive - sever-zahod	100
Slika 39: Načrtovane enote in 400 kV vod z vidne perspektive - sever-zahod	101
Slika 40: Diagram za kalkulacije števila osebja na območju[33], [37], [38]	105
Slika 41: Pot kablov enot med jedrsko elektrarno Paks II in podpostajo Paks II (območje 2).	110
Slika 42: Legenda poti, ki vodi od linije enote do št. V-01195 ERBE	111
Slika 43: Prenosna linija Martonvásár-Győr 400 kV s stebri PINE	112
Slika 44: Prenosna linija Pécs-državna meja 400 kV s stebri PINE, linijski koridor	112
Slika 45: Martonvásár-Győr 400 kV prenosna linija, sestava	115
Slika 46: 25 (celotni panel) in 10 km (modri pravokotnik) resolucijske domene klimatskega modela ALADIN	126
Slika 47: Domena modela REMO pokriva 25 km resolucijo	127
Slika 48: Modela ALADIN-Climate (črno) in REMO (rdeče) s točkami v okolici jedrske elektrarne Paks (zeleno)	128
Slika 49: Letna rast povprečnih mesečnih temperatur (°C) glede na opazovanja v letih 1961-1990 (siva črta) in letna rast na podlagi dveh modelov (°C, meje nedoločenega intervala so obarvane) v bližini Paksa	129

Slika 50: Letna rast povprečnih mesečnih padavin (mm) glede na opazovanja v letih 1961-1990 (siva črta) in letna rast na podlagi dveh modelov (mm, meje nedoločenega intervala so obarvane) v bližini Paks	129
Slika 51: Izračunana globina integriranega področja hitrosti v okolici hladne in tople vode v primeru večkratnega izpusta iz Donave 2 300 m ³ /s na leto z intenziteto 100 m ³ /s hladne vode - za samostojno obratovanje jedrske elektrarne Paks	131
Slika 52: Izračunana globina integriranega področja hitrosti v okolici hladne in tople vode v primeru večkratnega izpusta iz Donave 2 300 m ³ /s na leto z intenziteto 100 m ³ /s hladne vode - za elektrarno Paks-Paks II v izgradnji	131
Slika 53: Distribucija absolutnih vrednosti hitrosti Donave na odseku 1519-1530 km [m/s] – elektrarna Paks, ekstremno visoka voda ($Q_{20\,000\text{ let}} = 14\,799\text{ m}^3/\text{s}$, izpust vode 100 m ³ /s) – elektrarna Paks v samostojnem delovanju, vključno s koordinatami EO	136
Slika 54: Distribucija absolutnih vrednosti hitrosti Donave na odseku 1519-1530 km [m/s] – standardno delovanje, ekstremno visoka voda ($Q_{20\,000\text{ let}} = 14\,799\text{ m}^3/\text{s}$, izpust vode 232 m ³ /s) – elektrarna Paks in Paks II skupno delovanje, vključno s koordinatami EO	137
Slika 55: Statična poplavna slika, ko je Donava 96,90 metrov nad nivojem Baltskega morja	138
Slika 56: Statična poplavna slika, ko je Donava 96,30 metrov nad nivojem Baltskega morja	139
Slika 57: Distribucija absolutnih vrednosti hitrosti Donave na odseku 1519-1530 km [m/s] – samostojno delovanje elektrarna Paks, ekstremno nizka voda ($Q_{20\,000\text{ let}} = 579\text{ m}^3/\text{s}$, izpust vode 100 m ³ /s) – vključno s koordinatami EO	140
Slika 58: Distribucija absolutnih vrednosti hitrosti Donave na odseku 1519-1530 km [m/s] – standardno delovanje, ekstremno nizka voda ($Q_{20\,000\text{ let}} = 579\text{ m}^3/\text{s}$, izpust vode 232 m ³ /s) – elektrarna Paks in Paks II skupno delovanje, vključno s koordinatami EO	141
Slika 59: Izračunani trendi v glavnem toku Donave pri izpustu 2 300 m ³ /s (povprečno hidrološko leto) v treh operativnih fazah: delovanje elektrarne Paks, skupno delovanje Paks in Paks II ter samostojno delovanje Paks	143
Slika 60: Izračunani trendi v glavnem toku Donave pri izpustu 2 300 m ³ /s (moko hidrološko leto) v treh operativnih fazah: delovanje elektrarne Paks, skupno delovanje Paks in Paks II ter samostojno delovanje Paks II	144
Slika 61: Izračunane morfološke spremembe Donave po 5 letih delovanja ob izpustu 2 300 m ³ /s (povprečno hidrološko leto) in 100 m ³ /s zajetja vode za hlajenje - med delovanjem elektrarne Paks (2014-2025)	145
Slika 62: Izračunane morfološke spremembe Donave po 5 letih delovanja ob izpustu 2 300 m ³ /s (povprečno hidrološko leto) in 100 m ³ /s zajetja vode za hlajenje (stanje v letih 2030-2032) - med skupnim delovanjem elektrarne Paks in Paks II (2030-2032)	146
Slika 63: Izračunane morfološke spremembe Donave po 5 letih delovanja ob izpustu 2 300 m ³ /s (povprečno hidrološko leto) in 100 m ³ /s zajetja vode za hlajenje (stanje v letih 2037-2085) - med samostojnim delovanjem elektrarne Paks II (2037-2085)	147
Slika 64: Izračunano vplivno območje ob toplotnem valu nad 30 °C – načrtovano stanje za leto 2014 ($T_{\text{Donava,max}}=25,61\text{ °C}$, $Q_{\text{Donava}}=1\,500\text{ m}^3/\text{s}$, stopnja izpusta vroče vode: 100 m ³ /s)	150
Slika 65: Izračunano vplivno območje ob toplotnem valu nad 30 °C – načrtovano stanje za leto 2032 ($T_{\text{Donava,max}}=26,38\text{ °C}$, $Q_{\text{Donava}}=1\,500\text{ m}^3/\text{s}$, stopnja izpusta vroče vode: 100 m ³ /s + 132 m ³ /s) – Paks in Paks II v skupnem obratovanju	151
Slika 66: Izračunano vplivno območje ob toplotnem valu nad 30 °C – načrtovano stanje za leto 2085 ($T_{\text{Donava,max}}=28,64\text{ °C}$, $Q_{\text{Donava}}=1\,500\text{ m}^3/\text{s}$, stopnja izpusta vroče vode: 132 m ³ /s) – Paks II v samostojnem obratovanju	152
Slika 67: Vpliv ohranjanja vode z zaježitvenim sistemom Čunovo/ Bósi, ko je voda nizka, kar se zgodi vsakih 20 000 let glede na varnost črpanja vode za elektrarno Paks (Donava, 1526,5 rečni km)	158
Slika 68: Splošni zemljevid območja testiranja fizično-kemijskih profilov Donave v letih 2012 in 2013	161
Slika 69: Vodostaj Donave v obdobju (Paks-Dombori-Baja) 2006-2013	167
Slika 70: Vodostaj Donave v obdobju (Paks-Dombori-Baja) 2012-2013	167
Slika 71: Spremembe pretoka in temperature vode Donave v obdobju (Paks-Dombori-Baja) 2012-2013	168
Slika 72: Kronološke spremembe temperature Donave (Paks) med letoma 1970 in 2013	168
Slika 73: Preskus letne prerazdelitve dnevne temperature vode Donave v obdobju (Paks) 1970-2013	169
Slika 74: Povezave med prizadetim vodnim telesom na področju raziskave	187
Slika 75: SZ-JV hidrogeološki odsek prereza pod področjem raziskave	188
Slika 76: Samopotencialni prerez pod jedrsko elektrarno Paks	189
Slika 77: Celotno vplivno območje izgradnje	192
Slika 78: Prenosna linija vplivnega območja celotne izgradnje	192
Slika 79: Vplivno območje delovanja	193
Slika 80: Vplivno območje delovanja prenosne linije	194
Slika 81: Celotno vplivno območje delovanja	195
Slika 82: Združena vplivna cona jedrske elektrarne Paks in Paks II	196
Slika 83: Vplivna območja pri nepravilnem delovanju Paks II	197
Slika 84: Lokacija merilnih točk onesnaženosti zraka	199
Slika 85: Degradirani travnik in kamnite plošče na področju, prizadetem zaradi gradbenih del	203

Slika 86: Zemljevid vegetacije na območju 3 km od jedrske elektrarne Paks	204
Slika 87: Gozdovi vrbe in topola na poplavnem delu na otoku med kanali	206
Slika 88: Travniki s pernatno travo, ki je del jedrske elektrarne Paks	207
Slika 89: <i>Dianthus serotinus</i>	208
Slika 90: črtasti medvedek (<i>Euplagia quadripunctaria</i>)	211
Slika 91: Kupčar (<i>Oenanthe oenanthe</i>) na gradbenem območju	211
Slika 92: Školjke in polžje hišice na obrežju Donave v Paksu	213
Slika 93: Bogata ptičja favna v okolici elektrarne	213
Slika 94: Rumenonogi kačji pastir (<i>Gomphus flavipes</i>)	214
Slika 95: Zeleni kuščar (<i>Lacerta viridis</i>) dobro prenaša antropogene motnje	215
Slika 96: Suho cevasto skladišče, pokončna postavitev. [42]	225
Slika 97: Polnjenje suhega skladišča, horizontalni pogled. [43]	225
Slika 98: Tipični izgled območja suhega cevastega skladišča. [44]	226
Slika 99: Sektorska skupina, razdeljena na razdaljo 30 km od jedrske elektrarne	229
Slika 100: Satelitska slika lokacij vzorčenja, določenih v programu	233
Slika 101: Razvoj letnih doz za otroke v Csámpu (kritična skupina) zaradi izpustov iz dimnikov elektrarne	238
Slika 102: Izpostavljenost sevanju zaradi tekočih izpustov iz JE Paks pri otrocih iz Gerjena (starostna skupina 1-2 leti)	238
Slika 103: Vplivno območje normalnega delovanja Paks II; v krogu 500 m s 500 m varnostne cone	248
Slika 104: Konceptualna struktura predlaganega zaščitnega sistema pred sevanjem Paks II	250
Slika 105: Konsolidirano vplivno območje izgradnje Paks II	259
Slika 106: Konsolidirano vplivno območje izgradnje Paks II z administrativnimi mejami	260
Slika 107: Konsolidirano vplivno območje izgradnje Paks II	261
Slika 108: Konsolidirano vplivno območje izgradnje Paks II z administrativnimi mejami	262

SEZNAM TABEL

Tabela 1: Organizacije javne uprave, ki so komentirale PCD:	23
Tabela 2: Države s kontakti v teku mednarodnega postopka	25
Tabela 3: Vprašanja, postavljena v teku mednarodnega postopka	25
Tabela 4: Pet stopenj zaščite	38
Tabela 5: Klasifikacija posamičnih statusov delovanja glede na možnost pojavitve	45
Tabela 6: Splošna merila za razvrščanje jedrskih dogodkov[12]	48
Tabela 7: Primeri razvrščanja jedrskih dogodkov za ponazoritev meril INES[12]	50
Tabela 8: Mejna izkoriščenost doze sevanja na območju jedrske elektrarne Paks - 2013[19]	64
Tabela 9: Mejne vrednosti onesnaženja voda, v katerih so ribe	70
Tabela 10: Tehnični podatki mokrih hladilnih stolpov	76
Tabela 11: Glavni tehnični parametri enote VVER-1200 tip [13], [30], [31]	81
Tabela 12: Načrtovane rešitve ali ukrepi tveganja, ki veljajo za dosego cilja	81
Tabela 13: Količine vode iz Donave za hladilni sistem v nujnih primerih in način ohlajevanja s svežo vodo	83
Tabela 14: Količine vode za hlajenje kondenzatorja	84
Tabela 15: Količine tehnološke vode za hlajenje[32]	85
Tabela 16: Količine vode za hlajenje v nujnih primerih	85
Tabela 17: Količine za zamenjavo vode za hlajenje v nujnih primerih s hladilnimi stolpi za nujne primere	86
Tabela 18: Količine vode za hlajenje v nujnih primerih, uporabljene za hlajenje s svežo vodo	86
Tabela 19: Vodno ravnoesje za pripravo vode za predobdelavo med normalnim delovanjem	90
Tabela 20: Količina tekočih radiokativnih odpadkov v primarnem vodu[32]	91
Tabela 21: Količina tekočih odpadkov iz stavbe turbine	92
Tabela 22: Največja količina odpadne vode za hladilne stolpe za nujne primere po elutaciji	92
Tabela 23: Shranjevanje kemikalij med delovanjem	94
Tabela 24: Merila za sprejem– Normalno delovanje [30]	101
Tabela 25: Merila za sprejem– pogoji za osnovno načrtovanje[30]	101
Tabela 26: Učinkovite mednarodne in madžarske zahteve za pogoje razširjenega načrtovanja	102
Tabela 27: Operativni časovni načrt za enote Paks II	104
Tabela 28: Letni podatki	106

Tabela 29: Značilnosti in lastnosti delovanja Paks II	107
Tabela 30: Dovoljene vrednosti intenzitete električnih polj in magnetne indukcije	113
Tabela 31: Izmerjene vrednosti intenzitete električnega polja in magnetne indukcije	113
Tabela 32: Povzetek vzorcev vpliva - identifikacija vrst faktorjev vpliva in nosilcev vpliva	118
Tabela 33: Povzetek vzorcev vpliva - identifikacija skupnih in radioloških vplivov	119
Tabela 34: Značilnosti eksperimentov z uporabo regionalnih klimatskih modelov ALADIN-Climate in REMO	127
Tabela 35: Eksperiment, načrtovan z modeloma ALADIN-Climate in REMO	127
Tabela 36: Določitev vplivov morfoloških in tokovnih področij v primerjavi s trenutnim stanjem	148
Tabela 37: Trendi izpustov vroče vode ($Q \text{ m}^3/\text{s}$) v primeru, da bo predlagani razvojni projekt izveden, z najvišjo pričakovano letno temperaturo vode v Donavi (T_{Donava} , °C) na načrtovane datume delovanja	148
Tabela 38: Dolžina ali trajanje kršenja mejnih vrednosti (2032) - pri skupnem delovanju elektrarne Paks in Paks II	153
Tabela 39: Dolžina ali trajanje kršenja mejnih vrednosti (2085) – pri samostojnem delovanju elektrarne Paks II	153
Tabela 40: Obseg največje temperaturne spremembe na profilu Donave na južni državni meji $T_{\text{Topla voda}} = 33 \text{ °C}$ (načrtovano stanje za leta 2014, 2032 in 2085)	154
Tabela 41: Obseg največje temperaturne spremembe na profilu Donave na južni državni meji $T_{\text{Heat gradient}} = 8 \text{ °C}$ (načrtovano stanje za leta 2014, 2032 in 2085)	154
Tabela 42: Pričakovano trajanje nekaterih stopenj nadzora poplav, določenih za primer, da v okolici voda naraste nad poplavno stopnjo (96,30 m nad Baltskim morjem)	156
Tabela 43: Seznam fizičnih in kemijskih elementov, ki veljajo za Donavo, vključno s skupinami kakovosti vode WFD	162
Tabela 44: Testni profili Donave in druge značilnosti	163
Tabela 45: Povprečne vrednosti iz ključne študije, dokončane med letoma 2007 in 2011 po klasifikaciji WFD	165
Tabela 46: Ekološki status ocene HURWAEP444 Donava odsek Szob-Baja (tip 24) vodnega telesa glede na mejne vrednosti sistema WFD	165
Tabela 47.: Ocenjevanje gorvodnega odseka Donave na podlagi fizično-kemijskih parametrov (1560.6-1533.5 fkm) ocenjevanje WFD	169
Tabela 48: WFD klasifikacija neposrednega odseka Donave nizvodno (1526-1516 rečni km)	170
Tabela 49: Klasifikacija oddaljenega odseka Donave nizvodno (1506,8-1481,5 rečni km) skladno z WFD	172
Tabela 50.: Ocenjevanje po WFD preučene odseka Donave (HURWAEP444)	173
Tabela 51: Potencialni vplivni faktorji v teku investicijskega projekta Paks II.	175
Tabela 52: Povzetek ocene osnovnih meritev/testov leta 2012	199
Tabela 53: Vplivi pilotnih operacij dizelskih generatorjev	202
Tabela 54: Kombinirani vplivi simultane delovanja jedrske elektrarne Paks in Paks II na kakovost zraka	202
Tabela 55: Ocena količine zemlje, izkopane na območju izgradnje med gradnjo Paks II	217
Tabela 56: Ocena količine odpadkov, proizvedenih med rednim delovanjem Paks II	217
Tabela 57: Ocenjene količine odpadkov, proizvedenih med rednim skupnim delovanjem Paks II in jedrske elektrarne Paks	218
Tabela 58: Količina izrabljenega goriva, generiranega v celotni življenjski dobi delovanja enote	221
Tabela 59: Ocenjena letna količina generiranih trdnih radioaktivnih odpadkov na enoto [40]	224
Tabela 60: Glavne interakcije med naravnimi habitatami in območji rastja	230
Tabela 61: Kumulativni podatki o aktivni koncentraciji v prsti	230
Tabela 62: Kumulativni podatki o aktivni koncentraciji v kravjem mleku	231
Tabela 63: Povprečni podatki o doznih vrednostih	232
Tabela 64: Izpusti med normalnim delovanjem za dve enoti (Bq/yr)	241
Tabela 65: Razdelitev na sektorje izvedenih kalkulacij	242
Tabela 66: Doze, ustrezne za otroke v starosti 1-2 let na različnih področjih, na podlagi meteoroloških podatkov za leto 2009 po deradiacijski poti (I+II, Sv)	243
Tabela 67: Doze, ustrezne za odrasle na različnih področjih, na podlagi meteoroloških podatkov za leto 2009 po deradiacijski poti (I+II, Sv)	243
Tabela 68: Zgodnje doze izpustov (Bq)	244
Tabela 69: Pozne doze izpustov (Bq)	245
Tabela 70: Kumulativne skupne doze za napako osnovnega načrtovanja (Sv)	246
Tabela 71: Načrtovani tekoči izpusti enote ruskega VVER tip 1200 MW (Bq/leto). [30]	246
Tabela 72: Doze za 1-2 leti stare otroke in odrasle pri prebivalstvu Gerjena od letnih tekočih izpustov ruske enote VVER tip 1200 MW (nSv/leto)	247
Tabela 73: Skupne doze Paks II, JE Paks in ISFS za ključno leto za otroke v starosti 1-2 leti, Sv	249
Tabela 74: Skupne doze Paks II, JE Paks in ISFS za ključno leto za odrasle, Sv	249
Tabela 75: Največji kombinirani vpliv tekočih izpustov na letni stopnji za Gerjen	249

Tabela 76: Prispevki iz Paks II in obstoječih umetnih virov k izpostavljenosti sevanju vodnih živali in rastlin v Donavi leta 2025.....	253
Tabela 77: Aktivne koncentracije na površini in blizu površine po 10-dnevnem izpustu, glede na razdaljo.....	255
Tabela 78: Aktivne koncentracije na površini in blizu površine po 30-dnevnem izpustu, glede na razdaljo.....	255

KRAJŠAVE

Skrajšano ime	Celotno ime
ÁNTSZ OTH	Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat Országos Tisztifőorvosi Hivatal (Nacionalna služba za javno zdravje in medicino, vodja zdravstvene službe)
ÁVIT	Izčrpní načrt za upravljanje v nujnih primerih in v odgovorih na nujne primere
DBC	Pogoji za podlago načrtovanja
DdKTF	Dél-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi Felügyelőség (Nadzorni organ za varovanje okolja in narave za Južno Podonavje)
DdKTVF	Dél-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség (Nadzorni organ za varovanje okolja in narave ter upravljanje z vodami za Južno Podonavje)
DDNPI	Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatóság (Direktorat naravnega parka Donava-Drava)
DEC	Pogoji za širitev načrtovanja
PCD	Predhodna posvetovalna dokumentacija
UN	Združeni narodi
ERBE	MVM ERBE ENERGETIKA Mémőiroda Zártkörűen Működő Részvénytársaság (MVM ERBE ENERGETIKA inženirsko podjetje, Limited by Shares) MVM ERBE Zrt.
EUR	Evropske energetske zahteve
Euratom	Evropska skupnost za atomsko energijo
EÜM	Ministrstvo za zdravje
Rkm	Rečni kilometer, rkm
MCP	Glavna vodna črpalka
GCR	Grafitno moderirani plinsko hlajeni reaktor
GM	Ministrstvo za gospodarstvo
ICRP	Mednarodna komisija za zaščito pred sevanjem
IM	Ministrstvo za industrijo
INES	Mednarodna lestvica jedrskih dogodkov
IRG	Inertni radioaktivni plin
IRM	Ministrstvo za pravosodje in zakonodajo
KHEM	Minister za transport, telekomunikacije in energijo
EIAA – EIAS	Analiza vplivov na okolje – Študija vplivov na okolje
KHVM	Ministrstvo za transport, telekomunikacije in upravljanje z vodami
SFIS	Prehodno skladišče uporabljenega goriva
KöM	Ministrstvo za varovanje okolja
KPM	Ministrstvo za transport in pošto
KSH NKI	Centralni raziskovalni inštitut za statistiko prebivalstva
KvVM	Ministrstvo za varovanje okolja in upravljanje z vodami
MWL	Minimalni nivo vode
LOCA	Velika izlivna nezgoda
LWGR	Grafitno moderirani lahek vodno hlajeni reaktor
MAVIR	Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zártkörűen Működő Részvénytársaság (Madžarski upravljalec električnega prenosnega sistema - zasebno podjetje)
MBFH	Magyar Bányászati és Földtani Hivatal (Madžarski urad za rudarstvo in geologijo)
MEKH	Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (Madžarski urad za energijo in reguliranje javne elektrike)
MIR	Modernizirani mednarodni reaktor
MKEH	Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatal (Madžarski urad za licence za trgovanje)
MKM	Ministrstvo za kulturo in izobraževanje
MVM Zrt.	MVM Magyar Villamos Művek Zártkörűen Működő Részvénytársaság (Madžarsko podjetje za dela na električnem omrežju - zasebno podjetje)
MVM Paks II. Zrt.	MVM Paks II Atomerőmű Fejlesztő Zártkörűen Működő Részvénytársaság (Zasebno podjetje za razvoj jedrske elektrarne)
IAEA	Mednarodna agencija za atomsko energijo
NBEIT	Izčrpní načrt za upravljanje v nujnih primerih in v odgovorih na nujne primere
NSR	Pravila za jedrsko varnost
OA H NBI	Országos Atomenergia Hivatal Nukleáris Biztonsági Igazgatóság (Madžarski organ za atomsko energijo, Direktorat za jedrsko varnost)
P	Parlament
OMSZ	Országos Meteorológiai Szolgálat (Madžarska meteorološka služba)
Jedrski elektrarna Paks	MVM Paks Atomerőmű Zártkörűen Működő Részvénytársaság; MVM Paks Atomerőmű Zrt. (MVM Jedrska elektrarna Paks – zasebno podjetje)
Paks II	Jedrska elektrarna Paks II– načrtovani novi enoti na območju jedrske elektrarne Paks
PHWR	Visokotlačni vodno moderirani in hlajeni reaktor
PSA	Verjetnostna varnostna ocena
PWR	Nizkotlačni vodno moderirani in hlajeni reaktor

Skrajšano ime	Celotno ime
TRU	trans-uranski element (z atomskim številom, višjim od 92, kar je št. za uran)
FSR	Končno varnostno poročilo
HPS	Madžarski elektro sistem
VVER	ВВЭР (Водо-Водяной Энергетический Реактор) – električni generator voda-voda
WANO	Svetovno združenje jedrskih operaterjev
WENRA	Združenje zahodnoevropskih upravnih organov za jedrsko varnost
ZMCS	hladilni sistemi v coni za nujne primere

1 OSNOVNI PODATKI O NAČRTOVANEM PROJEKTU

Starost velikih elektrarn v madžarskem energetskega sistemu se približuje ali pa je v nekaterih primerih že celo presegla konec njihovega načrtovanega življenjskega cikla. Da bi lahko uredili pomanjkanje zmogljivosti in glede na življenjsko dobo načrtovanih enot jedrske elektrarne, je Madžarska začela priprave na gradnjo novih enot jedrske elektrarne.

Namen projekta v postopku priprave je vzpostavitev dveh sodobnih, generacija III+, tlačnovodnih enot jedrske elektrarne, vsaka z zmogljivostjo 1200 MW_e in pričakovano življenjsko dobo vsaj 60 let, ki bi bili ob jedrski elektrarni Paks, za generacijo električne energije za javne namene, **glede na časovni razpon, določen v nacionalni energetske strategiji**, ki naj bi začeli s komercialnim delovanjem med leti 2025 in 2030 z namenom obvladovati okrog 40% delež proizvedene jedrske energije v daljšem časovnem obdobju.

Načrtovani projekt sestavljajo naslednji glavni elementi:

- tehnologija elektrarne,
- sistem vode za hlajenje v elektrarni,
- povezava z madžarskim energetskega sistemom.

1.1 DEJAVNOSTI IN PRIPRAVA NAČRTOVANEGA PROJEKTA

1.1.1 PROJEKT TELLER

Skladno s 7. členom (2) zakona CXVI 1996 o jedrski energiji je predhodno od parlamenta zahtevano, da začne priprave na gradnjo katerekoli nove jedrske zmogljivosti. V 12. členu f. te iste uredbe št. 40/2008. (IV. 17.) o energetske politiki v obdobju 2008-2020 je madžarski parlament zahteval od vlade, da začne pripravljala dela za podporo odločitvi o novih enotah jedrske elektrarne. Skladno s strokovnimi, okoljskimi in socialnimi temelji mora vsebovati predloge o potrebi, pogojih, vrsti in namestitvi elektrarne, kar mora biti parlamentu predloženo v določenem roku.

Projekt Teller je projekt podjetja MVM Zrt, ki je tudi pripravilo strokovne raziskave, analiziralo ustrezne tehnične, ekonomske, komercialne, pravne in socialne vidike. Preučene so bile različne možnosti izvedljivosti izgradnje, pripravljena je bila predhodna okoljska ocena, preučena pa so bila tudi vprašanja v zvezi z odlaganjem uporabljenega goriva in radioaktivnih odpadkov. Ugotovitve iz teh raziskav so bile strnjene v treh podpornih dokumentih za odločitev, kjer je zapisano, da je najboljša izbira sodobna jedrska elektrarna s tlačnovodnim reaktorjem, ki ni prototip, ampak je že bila licencirana nekje v svetu in ki ima življenjsko dobo vsaj 60 let, zgrajena pa bo na območju Paks.

Glede na strokovne analize se je madžarski parlament na seji 30. marca 2009 s 95,4% glasov odločila, da podpre dejavnosti v zvezi s podporo pripravam za izgradnjo novih enot jedrske elektrarne na lokaciji Paks.

1.1.2 PROJEKT LÉVAI

Za namene izvedbe pripravljanih dejavnosti, predpisanih z odločbo parlamenta, je MVM Zrt junija 2009 vzpostavila projekta Project. V okviru projekta Lévai so bile izvedene naslednje glavne dejavnosti:

- Naročilo priprave strateških analiz in poizvedba za pojasnitev možnosti financiranja;
- Naročilo priprave prvega osnutka dokumentacije javnega naročila;
- Preučitev povezlivosti novih enot z elektroenergetskim sistemom;
- Ocena različnih možnosti oskrbe z vodo za hlajenje;
- Začetek sestave predhodne posvetovalne dokumentacije;
- Začetek poizvedovanj za pripravo analize vplivov na okolje;
- Priprava sestave zahtevka za lokacijsko dovoljenje;
- Ocena potreb po zaposlenih;
- Preučitev razpona potencialnih domačih dobaviteljev in regionalnih podjetij.

1.1.3 MVM PAKS II. ATOMERŐMŰ FEJLESZTŐ ZRT – PROJEKTANTSKO PODJETJE

26. junija 2012 je Skupina MVM za izgradnjo novih enot jedrske elektrarne ustanovila MVM Paks II. Atomerőmű Fejlesztő Zártkörűen Működő Részvénytársaság (MVM Paks II. Zrt).

Najpomembnejše naloge projektantskega podjetja obsegajo določitev okvirov vzpostavitve in izvedbe, finančne podatke in vzpostavitev tehničnih pogojev (možnosti hlajenja, okoljski vplivi). Zelo pomemben element projekta je pridobitev lokacijskega dovoljenja, operativne licence za vodno pravo in dovoljenja za izvedbo. Projektantsko podjetje je obvezano urediti pravno uskladitev in analizo regionalnih ekonomskih in socialnih vplivov. Naslednja zelo pomembna naloga je zagotoviti, da bo izgradnja novih enot jedrske elektrarne kar najbolj pospešila madžarsko gospodarstvo.

1.1.4 REGULATIVNA PODPORA

Kot rezultat zgoraj navedenih pripravljanih dejavnosti so bili madžarskemu regulatornemu okolju predstavljeni nekateri podporni elementi izvedbe.

3. oktobra 2011 je parlamenta sprejel **Nacionalno energetske strategijo**, ki določa smeri razvoja in delovanja v naslednjih desetletjih do leta 2050 in razglasa – da bi zagotovila doseganje dolgoročnih ekonomskih in okoljskih ciljev – želje države, da bi trenutnih približno 40% delež pridobljene električne energije na Madžarskem zagotovili jedrskimi elektrarnami.

Za zagotavljanje uravnoteženega razvoja v pridobivanju jedrske energije na Madžarskem v naslednjih tridesetih letih je vlada z uredbo št. 1195/2012. (VI. 18.) ustanovila **vladno komisijo za jedrsko energijo**, ki jo vodi predsednik vlade in ki analizira strateška vprašanja v zvezi z uporabo in razvojem jedrske energije na Madžarskem.

Glede na strateško vlogo, ki jo jedrska energija ima v madžarskem sistemu oskrbe z energijo in glede na zagotavljanje določil Nacionalne energetske strategije, ki jo je sprejel parlament, je z uredbo št. 1196/2012. (VI. 18.) vlada razglasila vzpostavitev dveh novih enot jedrske elektrarne Paks za **projekt visoke prioritete za nacionalno ekonomijo**, ki je bistvenega pomena za **varno dobavo električne energije**.

1.1.5 IZBIRA ENOT, KI BODO ZGRAJENE

MADŽARSKO-RUSKI MEDVLADNI SPORAZUM

14. januarja 2014 je madžarska vlada podpisala sporazum z Vlado ruske federacije o obnovi sporazuma o jedrskem sodelovanju, ki je bil med obema državama sklenjen nekaj desetletij pred tem. Na podlagi sporazuma bosta na lokaciji jedrske elektrarne Paks zgrajeni dve dodatni enoti z močjo 1200 MW, glavni pogodbenik je ruski pristojni organ, jamstvo za madžarsko vlado pa bo medvladno posojilo iz Rusije.

AKT II 2014

Na svoji seji 6. februarja 2014 je parlament odobril sporazum, sklenjen med dvema državama z **Aktom II 2014** o razglasitvi pogodbe o sodelovanju med Vlado republike Madžarske in Vlado Ruske federacije na področju mirne uporabe jedrske energije.

1. Člen – predmet sodelovanja

Pogodbeni strani bosta sodelovali pri vzdrževanju proizvodnje v jedrski elektrarni Paks, locirani na Madžarskem, pri razvoju, vključno z načrtovanjem, izgradnjo, zagonom in razgradnjo dveh novih enot reaktorjev tipa VVER (vodno hlajenje, vodna moderacija), vsaka ima zmogljivost vsaj 1000 MW, kot je zagotovljeno v spodnji pogodbi, z namenom nadomestiti enote 1 do 4, ki jih bodo v prihodnosti zaprli.

1.2 SPLOŠNI OPIS LICENCIRANJA NOVIH ENOT JEDRSKE ELEKTRARNE

V celotnem postopku licenciranja za načrtovano jedrsko elektrarno bo potrebno pridobiti **nekaj tisoč dovoljenj in licenc**. Na spodnjem seznamu so izpostavljena najpomembnejša dovoljenja in licence ter specifični organi, ki jih izdajajo.

Zaščita pred sevanjem – Nacionalni javni zdravstveni in medicinski servis (ÁNTSZ) , glavni uradnik za zdravstvo

Dovoljenje za omejitev doz

Varovanje okolja – Južni-transdonavski nadzorni organ za varovanje okolja in narave (DdKTF)

Okoljsko dovoljenje

Vodne pravice –Direktorat za nadzor nad nesrečami županije Fejér

Predhodna licenca za vodne pravice

Dovoljenje za vzpostavitev vodnih pravic

Licenca za delovanje v okviru vodnih pravic

Jedrska varnost – Madžarski organ za jedrsko energijo

Dovoljenje za pregled in oceno lokacije
Lokacijsko dovoljenje
Dovoljenje za vzpostavitev
Gradbeno dovoljenje
Dovoljenje za zasedbo stavb in stavbnih struktur
Dovoljenja sistemske stopnje

- Proizvodno dovoljenje
- Dovoljenje za javno naročilo
- Dovoljenje za implementacijo
- Dovoljenje za tip

Licenca za zagon
Operativna licenca

Energetski inženiring

Elektrarna – Madžarski urad za elektroinženiring in regulacijo javne uporabe

Preliminarna licenca za elektrarne, ki imajo znatni vpliv na delovanje energetskega omrežja
Dovoljenje za implementacijo, ki ga izda Madžarski urad za elektroinženiring in regulacijo javne uporabe (MEKH)
Licenca za proizvodnjo električne energije, ki jo izda MEKH.

Energetsko omrežje (prenosna linija) - Vladna pisarna okrožja Baranja, Urad za meritve, standarde in tehnično varnost Pécs

Dovoljenje za pripravljala dela
Dovoljenje za linijo
Operativna licenca

Tehnični nadzor – Madžarski urad za gospodarske licence

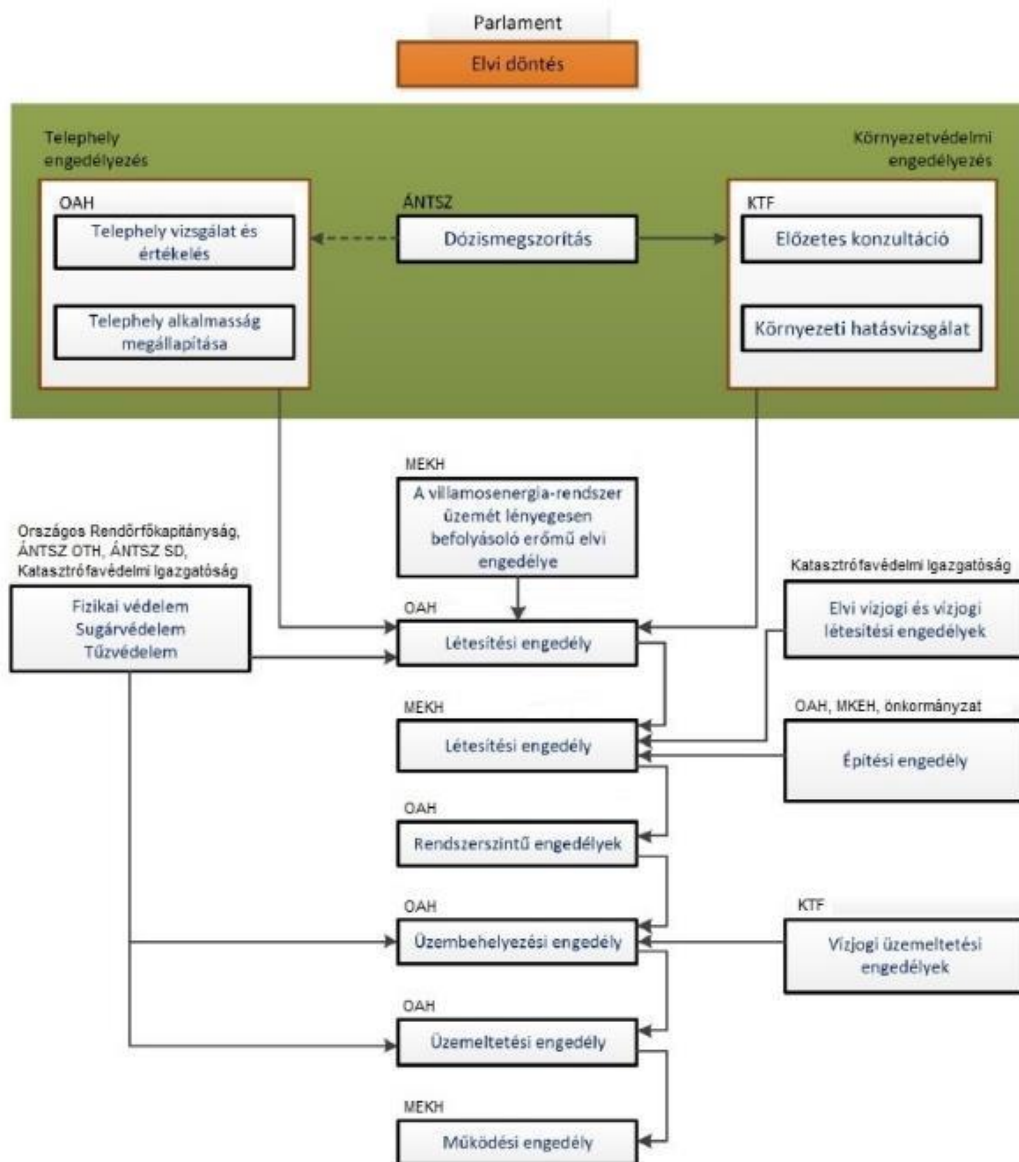
Stavbna dovoljenja, za katera je pristojen Madžarski urad za gospodarske licence (MKEH)
Licence, ki jih je treba pridobiti od MKEH med vzpostavitvijo (npr. za tlačne posode, področne grelnice, shranjevanje nevarnih odpadkov)
Stavbna dovoljenja, ki spadajo v pristojnost MKEH

Arhitektura – občine

Stavbna dovoljenja, ki so v pristojnosti občin

Dodatno licenciranje in drugi postopki

Fizično varovanje
Postopek, ki ga določa 37. člen EURATOM
Postopek, ki ga določa 41. člen EURATOM



Parlament	Parlament
Elvi döntés	Predhodna odločitev
Telephely engedélyezés	Lokációs dovojenje
Környezetvédelmi engedélyezés	Okoljevarstveno dovojenje
OAH - Telephely vizsgálat és értékelés	OAH - Pregled in ocena območja
ÁNTSZ - Dózismegszorítás	ÁNTSZ - Omejitve doz
KTF - Előzetes konzultáció	KTF - Predhodni posvet
Telephely alkalmasság megállapítása	Določitev primernosti območja
Környezeti hatásvizsgálat	Ocena vplivov na okolje
Országos Rendőrfőkapitányság, ÁNTSZ OTH, ÁNTSZ SD, Katasztrófavédelmi Igazgatóság	Štab državne policije, ÁNTSZ OTH, ÁNTSZ SD, Direktorat za varstvo pred nesrečami
MEKH - Villamosenergia-rendszer üzemét lényegesen befolyásoló erőmű elvi engedélye	MEKH - Predhodna licenca za elektrarne z znatnim vplivom na operativnost energetskega sistema
Katasztrófavédelmi Igazgatóság	Direktorat za varstvo pred nesrečami
Fizikai védelem, sugárvédelem, tűzvédelem	Fizična zaščita, zaščita pred sevanjem, protipožarna zaščita
OAH - Létesítési engedély	OAH - Dovojenje za izvedbo
Elvi vízjogi és vízjogi létesítési engedélyek	Predhodna licenca za vodne pravice in dovojenje za uvedbo vodnih pravic
MEKH - Létesítési engedély	MEKH - dovojenje za izvedbo
OAH, MKEH, önkormányzat	OAH, MKEH, občine
Építési engedély	Gradbeno dovojenje
OAH - rendszerszintű engedélyek	Sistemske licence/dovojenja OAH
OAH - üzembehelyezési engedély	OAH - licence za začetek obratovanja
KTF - vízjogi üzemeltetési engedélyek	KTF - Operativne licence za vodne pravice
OAH - üzemeltetési engedély	licenca OAH za upravljanje
MEKH - működési engedély	MEKH operativna licenca

Slika 1: Postopek licenciranja jedrske elektrarne

1.3 TRENUTNO STANJE OKOLJSKEGA LICENCIRANJA ZA NOVI ENOTI JEDRSKE ELEKTRARNE

Na podlagi 66. člena (1) akta LIII iz leta 1995 o splošnih pravilih o varovanju okolja se lahko katerakoli ocena vplivov na okolje začne šele po pridobitvi ustreznega končnega in nepreklicnega okoljskega dovoljenja, ki ga izda organ za okolje na prizadetem območju.

Dejavnosti, ki so predmet ocene vplivov na okolje, so navedene v dodatku 1 vladne odločbe št. 314/2005. (XII. 25.) o oceni vplivov na okolje in o enotnem postopku licenciranja uporabe okolja. 31. oddelek te odločbe govori o jedrskih elektrarnah brez omejitev velikosti.

Tako je kot predpogoj za vzpostavitev dveh enot jedrske elektrarne, vsaka z močjo 1200 MW, z vladno odločbo št. 314/2005. (XII.25.) predpisano, da mora biti izvedena ocena vplivov na okolje, ugotovitve morajo biti strnjene v študiji ocene vplivov na okolje, postopek okoljskega licenciranja pa mora biti izveden na podlagi te študije in kot rezultat tega postopka mora biti pridobljena okoljska licenca.

Med okoljskim licenciranjem novih enot jedrske elektrarne, ki sta načrtovani na lokaciji Paks, je bil kot pristojni organ za licenciranje v zvezi z zadevami o lokaciji jedrske elektrarne Paks Južni- transdonavskinadzorni organ za varovanje okolja in narave (v nadaljevanju: DdKTF).

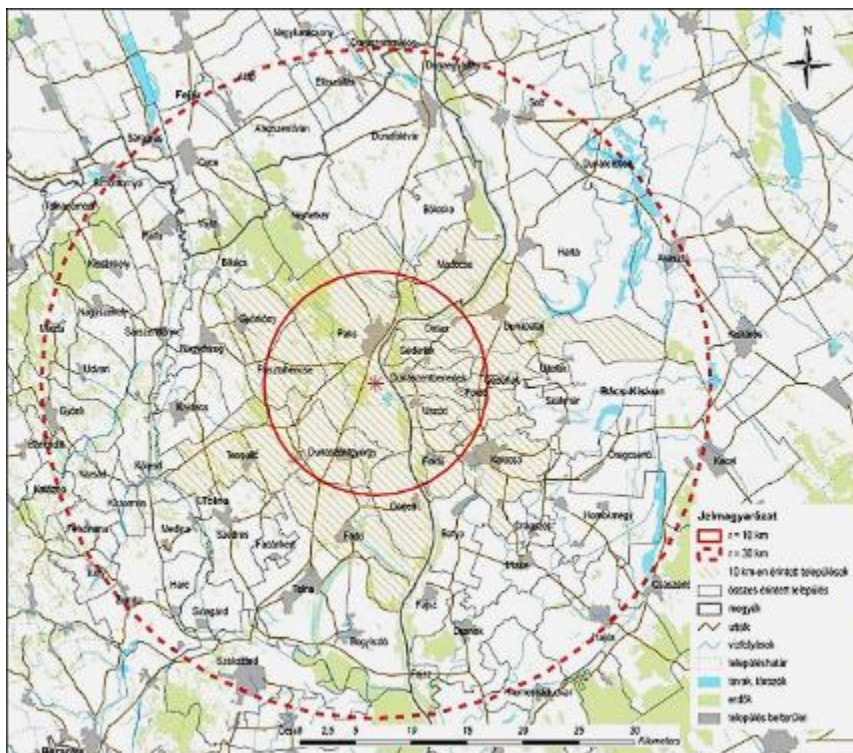
1.3.1 PREDHODNA POSVETOVALNA DOKUMENTACIJA O MOŽNIH 5 TIPIH ENOT (PCD)

Postopek okoljskega licenciranja se je začel 10. novembra 2012 s predložitvijo predhodne posvetovalne dokumentacije št. 6F111121 z naslovom "MVM Magyar Villamos Művek Zrt, Implementation of New Nuclear Power Plant Units" (MVM Magyar Villamos Művek Zrt, vzpostavitev dveh novih enot jedrske elektrarne), ki jo je sestavilo podjetje PÖYRY ERŐTERV Energetikai Tervező és Vállalkozó Zrt. [1-1]¹

PCD je bila pripravljena na podlagi specifikacije 5 tipov enot, ki bi lahko bile nameščene na lokaciji Paks.

V PCD so bila preučena območja v razdalji 10 km in 30 km od elektrarne.

¹Prenos PCD s spletne strani MVM PAKS II. Zrt:
<http://www.mvmpaks2.hu/hu/Dokumentumtarolo/EKD-HUN.pdf>
<http://www.mvmpaks2.hu/hu/Dokumentumtarolo/EKD-ENG.pdf>



Jelmagyarázat	Legenda
r = 10 km	r = 10 km
r = 30 km	r = 30 km
10 km-en érintett települések	občine, prizadete v območju 10 km
összes érintett település	vse prizadete lokacije
megyék	okrožja
utak	ceste
vízfolyások	vodni tokovi
településhatár	meje lokacije
tavak, tározók	jezera, zaječja
erdők	gozdovi
település belterület	poseljeno območje

Slika 2: Območja, preučena v PCD (10 km, 30 km)[1-1]

V času postopka, ki ga je vodil Južni-transdonavski nadzorni organ za varovanje okolja in narave, so svoje komentarje prispevali naslednji upravni organi:

Agencija javne uprave	številka akta
Vladna pisarna okrožja Tolna, Uprava za javno zdravje	XVII-R-084/01550-2/2012
Vladna pisarna okrožja Tolna, Oddelek za javne službe, Oddelek za varovanje kulturne dediščine, Szekszárd	II-P-18/184-2/2012
Vladna pisarna okrožja Tolna, Direktorat za varovanje rastlinstva in površja	26.2/1271-2/2012
Vladna pisarna okrožja Baranya, Direktorat za gozdove	II-G-033/8061/1/2012
Vladna pisarna okrožja Baranya, Urad za gradbeništvo, glavni državni arhitekt	II-D-15/157-2/2012
Rudarski inšpektorat področja Pécs	PBK/3519-2/2012
Področni vodja za Pusztahencse – Györköny	629/2012
Področni vodja za Dunaszentgyörgy - Némethér – Gerjen	625-5/2012
Upravitelj za Bölcse	1985-2/2012
Področni vodja za Zomba, Hanc in Medina, predstavništvo Medina	819-2/2012
Mestni upravitelj za območje Kalocsa	8350-1/2012/H

Tabela 1: Organizacije javne uprave, ki so komentirale PCD:

Naslednji deležniki do dne objave mnenja niso podali nobenih komentarjev:

Vladna pisarna za okrožje Tolna, področje Paks
Madžarski organ za atomsko energijo
Naslovni mestni upravitelj za Paks
Področni vodja za občine Nagydorog, Bikács in Sárszentlőrinc
Področni vodja za Kölesd, Kistormás, Kajdacs
Področni vodja za Foktő in Dunaszentbenedek
Področni vodja za Géderlak, Ordas in Uszód
Področni vodja za Harta in Dunatetőtlen
Področni vodja za Homokmégy in Öregcsertő
Področni vodja za Szakmár in Újtelek
Področni vodja za Miske in Drágszél
Področni vodja za Sióagárd in Fácánkert
Področni vodja za Bogyiszló, Tengelice, Szedres, Fadd, Pálfa, Madocsa, Dusnok, Dunapataj, Bács, Fajsz, Vajta, Tolna, Cece, Dunaföldvár, Előszállítás

DdKTVF je zahtevala pravno pomoč od Urada za poti, železnico in vodne poti Nacionalnega organa za transport zaradi pridobitve njihove pristojnosti; mnenje Južnega-transdonavskega nadzornega organa za varovanje okolja in narave zaradi jurisdikcije in izjavo Direktorata nacionalnega parka Donava-Drava. Te organizacije niso prispevale nobenega komentarja ali izjave do objave mnenja.

Publiciteta

V času postopka je Inštitut za klimatsko politiko in uporabno komunikacijo Energiaklub potrdil priznanje statusa stranke in na podlagi tega zahteval dostop do PCD za pregled in oblikovanje mnenja. Na podlagi statuta je DdKTVF odobril status stranke in zagotovil dostop do elektronske različice posvetovalne aplikacije. Do objave mnenja Energiaklub ni izrazil svojega mnenja o PCD.

V času postopka niso niti DdKTVF niti uradi prizadetih občin prejeli nobenega komentarja javnosti glede predhodnega posvetovanja.

Skladno s tem je DdKTVF 21. decembra 2012 objavil svoje mnenje pod datoteko št. 8588-32/2012; z navedbo naslednjega:

- Vzpostavitev načrtovane jedrske elektrarne je aktivni predmet ocene vplivov na okolje
- Na podlagi dostopnih podatkov v času predhodnega posvetovanja DdKTVF ne vidi **nobene pogoja, ki bi lahko preprečil** postopke okoljskega licenciranja v zvezi z načrtovanim projektom
- Študija ocene vplivov na okolje mora biti pripravljena skladno z vsebinskimi zahtevami DdKTVF in dodatoma 6 in 7 vladne odločbe št. 314/2005. (XII.)
- Specializirane dele študije ocene vplivov na okolje morajo pripraviti licencirani strokovnjaki.

DdKTVF poudarja, da trditve, podane v mnenju, odražajo njihov položaj in da se lahko razlikujejo od opazovanj, ki so jih opravile javne upravne organizacije.

Mednarodni postopek

Vzpostavitev enot jedrske elektrarne je predmet določb vladne odločbe št. 148/1999. (X. 13.) o razglasitvi Konvencije Espoo (Finska) o presoji čezmejnih vplivov na okolje, podpisane 26. februarja 1991, in direktive Sveta 85/337/EEC o presoji učinkov določenih javnih in zasebnih projektov na okolje, kot je spremenjena z direktivami Sveta št. 97/11/EC, 2003/35/EC in 2009/31/EC Evropske skupnosti.

Za začetek mednarodnega postopka po Konvenciji Espoo je DdKTVF poslal PCD in različice v tujih jezikih Oddelku za varovanje okolja pri Ministrstvu za razvoj ruralnega območja, ki je o postopku obvestilo 30 držav. Države, ki so bile obveščene, in njihov položaj v postopku, so strnjene v naslednji tabeli:

prepoznan možni sodelujoči	sodelovanje	status želje za sodelovanje	opazanja
Avstrija	da	želi sodelovati	poslan komentar
Belgija	ni podatka		
Bolgarija	ni podatka		
Ciper	ne	ne želi sodelovati	
Češka	da	želi sodelovati	poslan komentar
Danska	ni podatka		
Estonija	ne	ne želi sodelovati	
Finska	ni podatka		
Francija	ni podatka		
Grčija	da	želi sodelovati	poslan komentar
Nizozemska	ni podatka		
Hrvaška	da	želi sodelovati	poslan komentar
Irska	ni podatka		
Poljska	ne	ne želi sodelovati	
Latvija	ni podatka		
Litva	ni podatka		
Luksemburg	ni podatka		
Malta	da	želi sodelovati	poslan komentar
Nemčija	da	želi sodelovati	poslan komentar
Italija	ni podatka		
Portugalska	ni podatka		
Romunija	da	želi sodelovati	poslan komentar
Španija	ne	ne želi sodelovati	
Švica	ni podatka		
Švedska	ni podatka		
Srbija	ni podatka		
Slovaška	da	želi sodelovati	poslan komentar
Slovenija	da	želi sodelovati	komentar ni bil poslan
Združeno kraljestvo	ni podatka		
Ukrajina	da	želi sodelovati	komentar ni bil poslan

Tabela 2: Države s kontakti v teku mednarodnega postopka

Skupaj je bilo prejetih približno 15 tisoč pisem iz drugih držav, ki vsebujejo vprašanja in komentarje, ki jih lahko razvrstimo v naslednjih deset tem:

	Teme
1	Komentarji v zvezi z energetske strategijo
2	Komentarji v zvezi z večjimi nesrečami in okvarami
3	Vprašanja o jedrski varnosti
4	Opombe v zvezi z jedrsko odgovornostjo
5	Predstavitev vplivov gorivnega ciklusa na okolje
6	Komentarji v zvezi z upravljanjem z jedrskimi odpadki
7	Skupni vplivi dveh elektrarn, vplivi nove elektrarne na staro
8	Komentarji na vsebino študije ocene vplivov na okolje
9	Ekonomski pomisleki
10	Ostale opombe, komentarji

Tabela 3: Vprašanja, postavljena v teku mednarodnega postopka

Pisni podani odgovori individualnim skupinam vprašanj so vključeni v poglavje o mednarodnih zadevah.

1.3.2 ŠTUDIJA OCENE VPLIVOV NA OKOLJE (EIAS) JEDRSKE ELEKTRARNE PAKS II

Namen analize ocene vplivov na okolje (EIAS), ki je bila izvedena pred izgradnjo jedrske elektrarne Paks II na lokaciji Paks je prepoznati in oceniti okoljske vplive tehnologije načrtovane jedrske elektrarne na individualne elemente in sisteme v okolju, odvisno od pogojev in količine obremenitve na načrtovanem območju.

Če temelji na zakonodajni podlagi strokovnih pozicij, ocena vplivov, narejena v tem sistemu pogojev, ne prepozna nobene nesprejemljive rabe ali izpostavljenosti kateregakoli okoljskega elementa ali sistema, kar pomeni, da noben okoljski pomislek ne preprečuje vzpostavitve in delovanja dveh enot z močjo 1200 MW.

1.3.2.1 Raziskave pogojev za osnovno načrtovanje

Za zagotovitev osnove za analizo ocene vplivov na okolje, so bile od 1. marca 2012 naprej narejene raziskave in analize na območju načrtovane vzpostavitve enot jedrske elektrarne in na podlagi predhodnih ocen vplivnih območij; naslednje teme so primerne za oceno trenutnega stanja in karakterizacije ter obvestila o osnovnih pogojih.

- I. **Karakterizacija lokacije**
- II. **Vremenski pogoji**
 - a) Meteorologija
 - b) Mikro in srednja klima v bližini lokacije
- III. **Opis geološke formacije in tal ter podzemnega vodnega okolja**
 - c) Opis in značilnosti geološke formacije
 - d) Opis in značilnosti pozemnega vodnega okolja
 - e) Hidrološka karakterizacija območja
 - f) Pogoji Donave in drugih površinskih voda
 - g) Pogoji rečne struge in obrežnih sten Donave
- IV. **Splošne značilnosti radioaktivnosti okolja**
- V. **Ocena izpostavljenosti hrupu in vibracijam**
- VI. **Ocena kakovosti zraka**
- VII. **Zdravstveno stanje divjih živali in rastlin**
 - h) Izpostavljenost divjih živali in rastlin sevanju (brez izpostavljenosti ljudi)
 - i) Model raziskav bio opazovanja
- VIII. **Zdravstveno stanje prebivalstva**
 - j) Definicija izpostavljenosti sevanju prebivalstva
 - k) Zdravstveno stanje prebivalstva, ki živi v bližini lokacije

Osnovne meritve, testi in analize, ki zagotavljajo podatke za analizo ocene vplivov na okolje, so bili zaključeni leta 2012, torej je relevantni zaključni datum leto 2012. Zaključni datum za zbiranje meteoroloških podatkov za analizo je drugačen, to je leto 2010.

Leto 2012 je bilo ekstremno suho. Ugotovitve raziskav bio opazovanja odražajo izjemno sušo v tem letu. Da ne bi zabeležili osnovnega statusa divjih živali in rastlin v teh ekstremno suhih pogojih, so bile raziskave bio opazovanja ponovljene leta 2013. Iz istega razloga so bile izvedene tudi meritve visoke vode v Donavi leta 2013.

V vseh primerih, ko so bile raziskave na območju narejene leta 2013 ali pa so bile analize pripravljene kasneje (npr. meritve visoke vode v Donavi, analize podatkov opazovanja izvirov površinskih voda), je za posamezno specialistično področje prikazan ustrezeni zaključni datum.

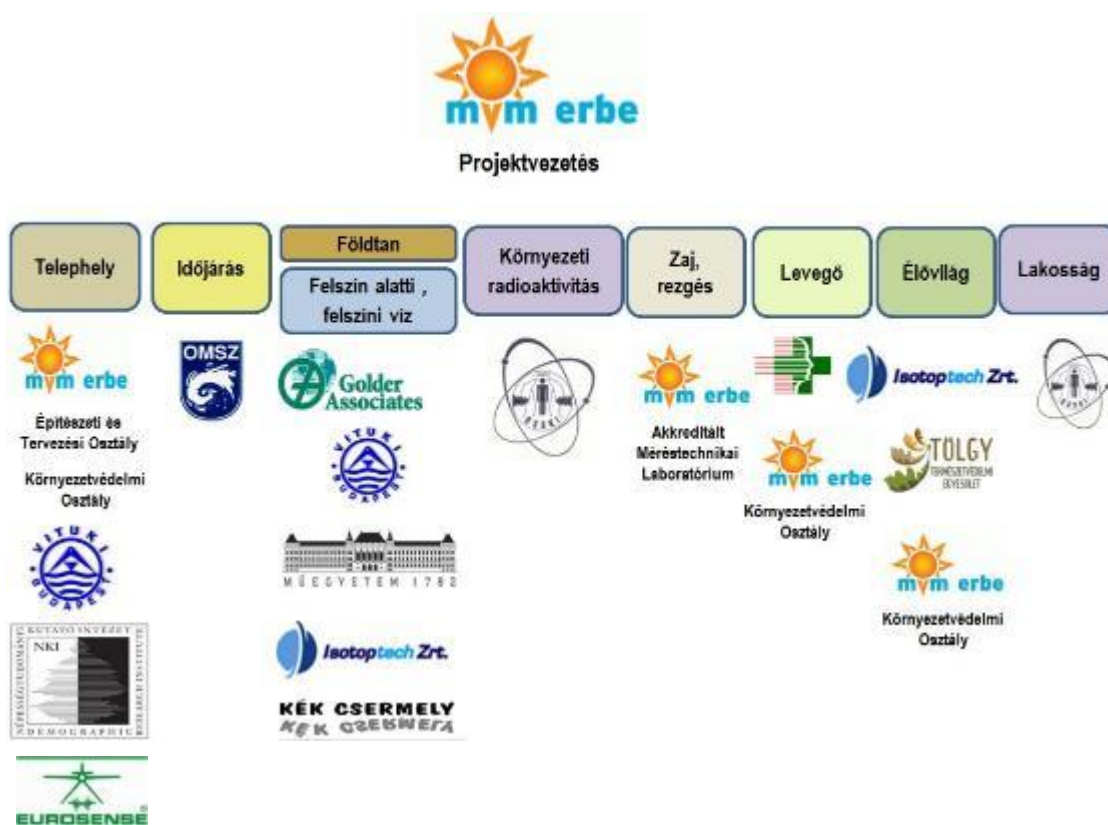
Področja študije

V času osnovne raziskave, ki je potekala v obdobju 2012-2013, je bilo območje v krogu 30 km od lokacije vzpostavitve novih enot področje za raziskavo splošnega stanja okolja lokacije. Večina specialnih raziskav je bila narejena v mejah tega območja. Raziskave Donave se v osnovi razlikujejo v različnih obsegih in individualnih temah, prav tako pa je v določenih primerih bila preučevana celotna dolžina Donave na Madžarskem.

Hipotetični vpliv naj bi se pojavil v krogu 10 km od območja, podrobnejše analize so bile zato izvedene na tem področju. Tudi osnovno stanje področij Natura 2000 izven Donave je bilo tudi raziskano na tem področju.

Podrobne bio opazovalne raziskave in kartiranje flore se je tudi izvajalo na hipotetičnem področju neposrednega vpliva, torej v krogu 3 km. Ta enoletna raziskava osnov za onesnaženje zraka je bila izvedena na pričakovanih vplivnih območjih, prilagojeno lokaciji točk, ki bodo zaščitene. Na teh področjih načrtovane namestitve novih enot in v neposredni bližini so bile izvedene tudi meritve hrupa in vibracij. Prav tako so tukaj bile izvedene področne raziskave s ciljem določiti lastnosti območja, vključno s tistimi za karakterizacijo geoloških formacij in podpovršinskih voda.

Naslednje strokovne organizacije so prispevale k izdelavi raziskave in evalvaciji programov, ki zagotavljajo analizo ocene vplivov na okolje:



Projektvezetés	Vodenje projekta
Telephely	Območje
Időjárás	Vreme
Földtan	Geologija
Felszín alatti víz, felszíni víz	Podzemne vode, površinske vode
Környezeti radioaktivitás	Radioaktivnost v okolju
Zaj, rezgés	Hrup, vibracije
Levegő	Zrak
Élővilág	Divje živali in rastline
Lakosság	Prebivalstvo
Építészeti és Tervezési Osztály	Oddelek za arhitekturo in načrtovanje
Akkreditált Méréstechnikai Labor	Akreditirani meteorološki laboratorij
Környezetvédelmi Osztály	Okoljski oddelek

1.3.2.2 Tehnični pogoji in načrt namestitvenega območja za analizo ocene vplivov na okolje

Upoštevač podatke iz že obratujoče jedrske elektrarne Paks je MVM ERBE Zrt. pripravil in objavil okvirni načrt tehničnih pogojev in namestitve na lokaciji, ki omogoča oceno okoljskih vplivov jedrske elektrarne Paks II in ki se sklada s sedanjo stopnjo načrtovanja, glede globine podrobnosti, na podlagi podatkov, ki jih je skrbnik enot zagotovil vnaprej, podatkov, ki so že bili objavljeni o elektrarnah, ki so bile zgrajene kot tudi referenčne podatke iz javnih zbirk podatkov, predstavitev in enot, ki so že dokončane, z uporabo slik največjih okoljskih izpustov, ki povzročajo največji vpliv na okolje.

V načrtu vzpostavitev na območju so zgradbe in strukture razporejene na podlagi tehnoloških razmislekov, ob upoštevanju znanih tehnoloških enot z največjimi prostorskimi zahtevami. Specifikacije za stavbe so bile narejene tudi na podlagi podatkov, ki jih je sporočil dobavitelj ob upoštevanju strukture obstoječe jedrske elektrarne.

Skladno s postopkom, predstavljenim v PCD je bilo preučeno hlajenje s svežo vodo do podrobnosti kot uporabna metoda hlajenja. Točke, kjer se jemlje voda iz Donave in kjer se vroča voda izpušča v Donavo ter metode, ki se uporabljajo pri teh postopkih, so različne od tistih, predstavljenih v PCD.

Za prepoznavanje primerne tehnologije temeljne konstrukcije so bile v zadnjih letih narejene vrtine, da bi pregledali plasti in za namen varovanja okolja zagotovili začetne podatke o oceni pričakovane globine temeljev. Kasneje bodo vse stavbe in strukture na gradbišču morale biti dimenzionirane skladno s požarno varnostjo in protipotresno zaščitene. Za določene zgradbe s posebnimi velikostmi je treba upoštevati tudi dejavnike, kot so minimalni vpliv letalske nesreče, obsega sevanja, zaščite pred hrupom in vibracijami in izgradnja reševalnih objektov za zaščito geoloških formacij in površinskih voda.

Dokumentacija za licenciranje gradnje, vključno z arhitekturnim načrtovanjem zgradb in struktur, bo temeljila na rezultatih vrtanj, izvedenih med programom geološkega raziskovanja in med različnimi geološkimi študijami kot tudi na specifičnih mehanskih analizah prsti.

Na podlagi zgoraj navedenega lahko pride do sprememb v razporeditvi in velikostih zaradi funkcionalnosti, fizike gradnje, strukture zgradb, protipotresne zaščite in zaščite pred požari in morda tudi zaradi doslej neznanih premislekov dobavitelja enot.

Obseg potrebnih dobav je bil določen na podlagi tehničnih rešitev, osnovnih specifikacij in načrta namestitve na lokaciji, ki ga je za dokončanje pripravil EIAA. Viri dobav zaenkrat še niso znani, posebni organizacijski načrt bo pripravljen, ko bo načrtovana implementacija. Viri in obseg dobav ter kazalci gibanj na območju bodo specificirani v fazi postopka načrtovanja. V času priprav EIAA so bile narejene kalkulacije, določene z zakonom, za vsako upošteveno pot v krogu 25 km.

Postopek in okoliščine za zaprtje, razgradnjo in demontažo Paks II – z upoštevanjem dejstva, da je pričakovana življenjska doba enot vsaj 60 let – ta trenutek ne more biti določen.

1.3.2.3 Analiza ocene vplivov na okolje (EIAA) – Študija ocene vplivov na okolje (EIAS)

Nekaj mesecev dolg postopek analize ocene vplivov na okolje je bil izveden na podlagi okvirnih tehničnih pogojev in načrta lokacije namestitve, ki je veljal marca leta 2014.

Med različicami, ki so bile upoštevane v dokumentaciji predhodnega posvetovanja (PCD), je študija ocene vplivov na okolje (EIAS), ki opisuje in strne rezultate ocene vplivov na okolje Paks II, analizirala ocenljivost pomembnejših vplivov na okolje ruske tehnologije jedrske elektrarne, izbrane za vzpostavitev, glavne povezave, uporabo vode za hlajenje, izpuste ogrevane vode v Donavo in linijo enote, ki prenaša elektriko, proizvedeno v elektrarni, seveda z upoštevanjem mnenj, podanih v PCD.

Študija ocene vplivov na okolje ni izpostavila nobenih ekonomskih ali finančnih zadev v zvezi z namestitvijo načrtovanih enot.

Študija ocene vplivov II ima naslednji pristop: preučuje procese vplivov in vplive, ki jih povzročijo vplivni dejavniki v različnih fazah projekta ter teritorialno pokritost, to je cono, ki je prizadeta zaradi individualnih okoljskih elementov in sistemov.

Vsebina študije ocene vplivov na okolje je strukturirana na podlagi splošnega opisa v aneksih 6 in 7 vladne odločbe št. 314/2005. (XII. 25.) o pravilih postopka izvajanja analiz ocene vplivov na okolje in izdanih integriranih dovoljenj za uporabo okolja.

Aneks 6 - O splošnih zahtevah vsebine študije ocene vplivov na okolje

Aneks 7 - O splošnih zahtevah vsebine študije ocene vplivov na okolje

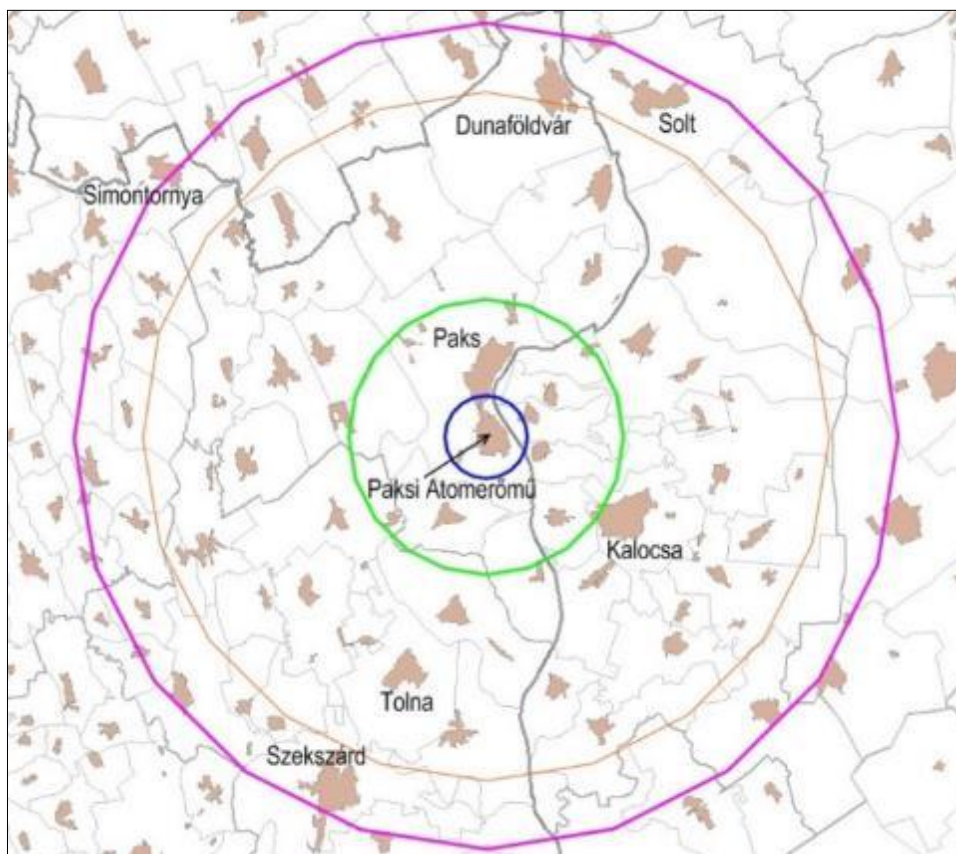
Na podlagi dokončanja EIAA in ugotovitev je bila EIAS sestavljena za kazalce, ki povečajo največje vplive na okolje za individualne elemente in sisteme – z upoštevanjem splošnih pogojev na lokaciji Paks.

Študija ocene vplivov Paks II opisuje in ocenjuje naslednje teme:

- ❖ podrobni opis načrtovanega projekta jedrske elektrarne in predstavitev osnovnih tehnoloških podatkov,
- ❖ opis izbranih območij za namestitve ter neposredno in širše okolje, lokacijo območja, ki je zahtevano za aktivnost, in predstavitev načrta za namestitve na območju,
- ❖ predstavitev predhodno preučenih in upoštevanja vrednih različic,
- ❖ specifikacija in kalkulacija vplivov na okolje tehnologije jedrske elektrarne na individualne elemente in okoljske sisteme,
- ❖ razmejitve območij, prizadetih zaradi načrtovanega projekta,
- ❖ predstavitev čezmejnih vplivov.

Na podlagi tega je Študija ocene vplivov na okolje Paks II razdeljena na naslednja glavna poglavja:

- 1 Osnovni podatki o načrtovanem projektu
- 2 Napovedi in strategije v zvezi z načrtovanim projektom
- 3 Splošni vodnik po jedrskem inženiringu
- 4 Opis načrtovane lokacije izgradnje
- 5 Možne metode hlajenja novih jedrskih enot s kondenzatorjem
- 6 Značilnosti in specifikacije jedrske elektrarne Paks II, ki bo zgrajena na območju Paks
- 7 Omrežna povezava z madžarskim energetske sistemom
- 8 Potencialni vplivni faktorji in vplivne matrice za Paks II
- 9 Socialni in ekonomski učinki
- 10 Klimatski profil Paksa in okolice v krogu 30 km
- 11 Modeliranje morfologije rečne struge Donave in toplotne obremenitve na Donavi
- 12 Ocena kakovosti vode v Donavi in drugih površinskih vodah skladno z okvino direktivo o vodah (WFD)
- 13 Geološka formacija in površinske vode na lokaciji in v neposredni bližini
- 14 Geološka formacija in podpovršinske vode v dolini Donave nizvodno od Paksa
- 15 Hrup in vibracije
- 16 Zunanji zrak
- 17 Neradioaktivni odpadki
- 18 Divje živali in rastline in ekosistem
- 19 Radioaktivni odpadki in porabljeno gorivo
- 20 Okoljska radioaktivnost in izpostavljenost sevanju prebivalstva, ki živi v bližini lokacije
- 21 Izpostavljenost sevanju divjih živali in rastlin v bližini lokacije
- 22 Povzetek vplivnih matric in skupnih vplivnih območij



Modri krog: ocenjeno območje z neposredno prizadetostjo
Zeleni krog: ocenjeno območje s posredno prizadetostjo
Škrlatni krog: območje raziskovanja za splošno karakterizacijo
Oranžni krog: območje v premeru 25 km, raziskovano v zvezi z dodatnimi učinki

Slika 3: Različna območja raziskave v EIA[2], [3]

1.3.3 INFORMACIJE MVM PAKS II

MVM Paks II Atomerőmű Fejlesztő Zrt je sprožil serijo programov pod naslovom "Posel za prihodnost – informacije za podjetnike" z namenom zagotoviti madžarskim malim, srednjim in velikim podjetjem informacije o projektu, varnostnih zahtevah v jedrski industriji, ustreznih posebnih tehničnih izzivih, zahtevanem pripravljalnem postopku, potrebnih dovoljenjih, licencah in kvalifikacijah.

Bila so izvedena posvetovanja z župani zadevnih področij in z namenom informiranja prebivalstva je deloval interakcijski informativni tovarnjak kot mobilno središče za obiskovalce, da bi prebivalstvo Madžarske seznanil z jedrsko energijo, pomenom, varnostjo in okolju prijazno porabo ter pomembnostjo vloge v pridobivanju energije na Madžarskem. V pripravljalni fazi projekta so bili pripravljeni informativni materiali za prebivalstvo o podrobnostih novega projekta in o nalogah, povezanih z licenciranjem in raziskovanjem lokacije, razdeljeni so bili v vsa gospodinjstva v bližini. Podobni informativni materiali so predvideni tudi v naslednjih fazah vzpostavitve.

Načrtovani projekt je bil podrobno predstavljen na " Forumu o vzdrževanju zmogljivosti jedrske elektrarne – izgradnja Paks II" na Univerzi za tehnologijo in ekonomijo v Budimpešti, časovna vprašanja o projektu pa so bila usmerjena na številnih drugih programih in znanstvenih forumih.

Prav tako redno zagotavljamo informacije o izvajanju del na mednarodnih forumih. En najpomembnejših takih dogodkov je avstrijsko-madžarski bilateralni posvetovalni forum jedrskih ustanov, ki je organiziran vsako leto.

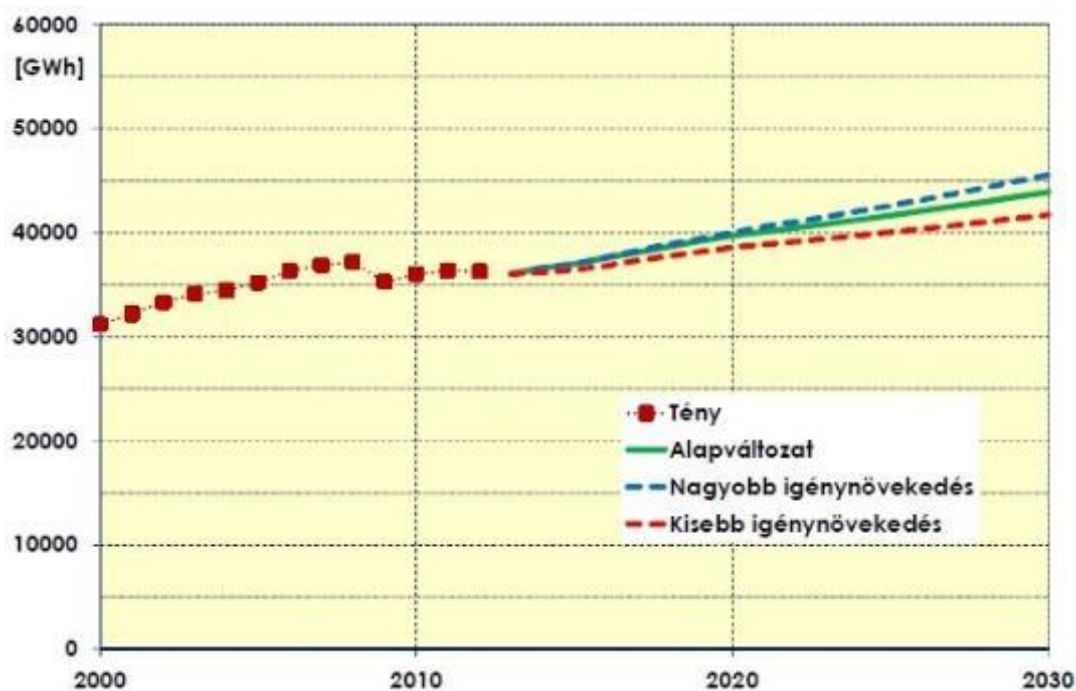
2 NAPOVED PORABE ELEKTRIČNE ENERGIJE NA MADŽARSKEM

Ena najpomembnejši statutarne naloge sistema operaterja MAVIR Zrt. (MAVIR Hungarian Independent Transmission Operator Company Ltd) je napoved dolgoročnega razvoja v elektroenergetskem sistemu Madžarske. Upravitelj sistema mora oceniti pričakovano porabo električne energije v prihodnje in spremljati spremembe v sistemu- stopnji energetskega ravnovesja, zmogljivostih elektrarn, javnem elektro omrežju in porabi.

2.1 NAPOVED PORABE ELEKTRIČNE ENERGIJE NA MADŽARSKEM DO LETA 2030

Od leta 2012 so napovedi povpraševanja potrošnikov in prezentacija srednje- in dolgoročnega razvoja zmogljivosti na Madžarskem objavljeni v posebni študiji, ki temelji na porabi električne energije in naloženih sistemskih podatkih zadnjih nekaj let ter na podlagi predvidevanj ekonomske rasti različnih ekonomskih raziskovalnih inštitutov. Kratkoročne napovedi za obdobje do leta 2018 temelji na kratko in srednjeročnih napovedih MAVIR, medtem ko so napovedi za obdobje do leta 2030 narejene na podlagi predvidevanj Nacionalne energetske strategije 2030.

Analiza za obdobje do leta 2030, ki vključuje predvidevanja MAVIR o porabi do leta 2013, vsebuje tri različne scenarije, kot so prikazani na sliki 4.



Tény	Dejstvo
Alapváltozat	Osnovna različica
Nagyobb igénynövekedés	Hitrejše povečanje povpraševanja
Kisebb igénynövekedés	Počasnejše povečanje povpraševanja

Slika 4: Pričakovana neto poraba električne energije do leta 2030[2-1]

Temeljna različica, ki je skladna s strateškimi cilji (na sliki označeno z zeleno črto), predvideva povprečno letno povečanje za 1,5% neto porabe električne energije za obdobje od leta 2014, po letu 2020 se bo ta hitrost počasi zmanjšala. Dodatno k temeljni različici je kot alternativa **različica hitrejšega povečevanja povpraševanja** (označena z modro črto), ki predvideva letno stopnjo rasti med 1,4 in 1,7% med letoma 2014 in 2020, z upadom na 1,4% do leta 2030. **Počasnejše povpraševanje** od temeljne različice (označeno z rdečo črto) je rast porabe za 1% na leto med letoma 2014 in 2020 ter postopno upadanje na 0,8% na leto do leta 2030.

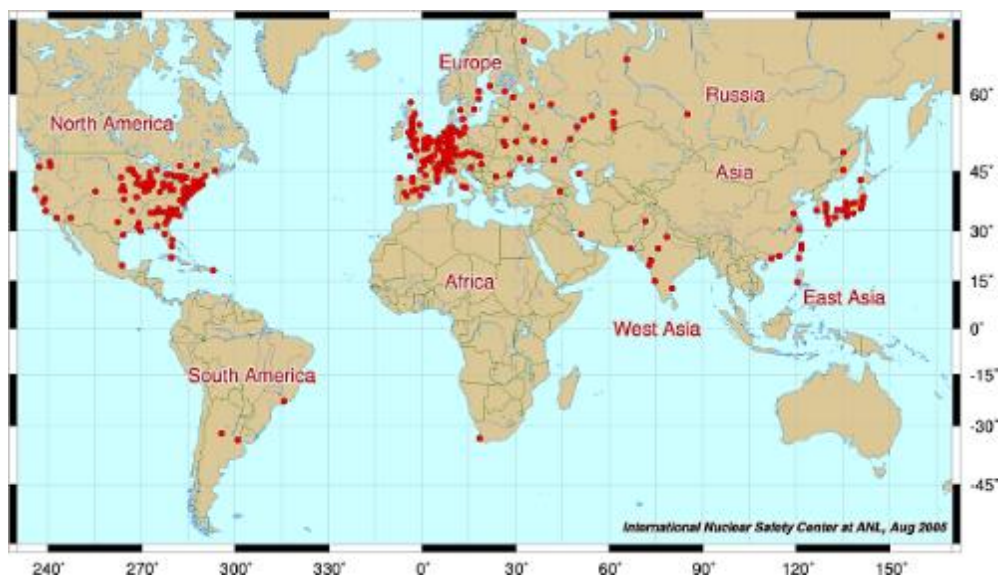
Pričakovana neto poraba električne energije je (glede na temeljno različico) okrog 40 te_h in se do leta 2030 lahko poveča na 44 te_h .

Skupna poraba električne energije (vključno s porabo madžarskih elektrarn kot izgube v sistemu) lahko doseže 47,6 te_h leta 2020 in – glede na osnovno različico – 54,7 te_h leta 2030.

3 SPLOŠNI VODNIK PO JEDRSKEM INŽENIRINGU

3.1 PROIZVODNJA JEDRSKE ELEKTRIČNE ENERGIJE NA SVETU

Leta 2012 je bila celotna svetovna proizvodnja električne energije 22,668 te_h , od česar je bilo 2,461 te_h proizvedeno v jedrskih elektrarnah, kar pomeni, da je 10,9 % električne energije na svetu proizvedene v jedrskih elektrarnah (vir: IEA: Key World Energy Statistics 2014-ključna svetovna energetska statistika 2014). Jedrske elektrarne imajo tipično večjo vlogo pri proizvodnji električne energije v razvitih regijah, kot je Evropa, Severna Amerika in Japonska.



Slika 5: Geografske lokacije jedrskih elektrarn na svetu[4]



Slika 6: Geografske lokacije jedrskih elektrarn v Evropi[5]

Večina (62,2%) od 434 enot jedrskih elektrarn, ki trenutno delujejo, delujejo na tlačnovodne reaktorje. Velika večina jedrskih elektrarn v postopku konstrukcije je tudi elektrarn s tlačnovodnimi reaktorji (82,6%).

3.2 SPLOŠNI UVOD V ENOTE TLAČNOVODNIH REAKTORJEV (PWR)

3.2.1 POSTOPEK PRIDOBIVANJA ENERGIJE V ENOTAH, KI DELUJEJO Z REAKTORJI PWR

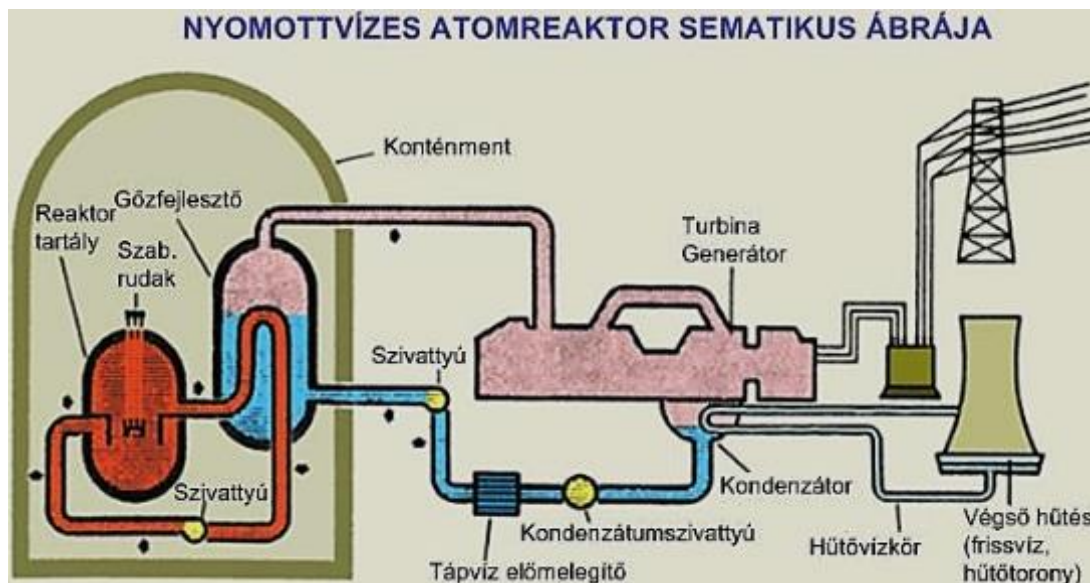
Osnova za pridobivanje jedrske energije je regulirana in samozadostna verižna reakcija, ki temelji na fiziji jedrskih delcev. Pri tem se sprosti ogromna količina energije: moč enega samega grama ^{235}U , ki se sprosti v postopku fizije, ustreza energiji, ki jo dobimo iz gorenja približno 3 ton zelo kakovostnega premoga. Sproščena energija stalno povečuje temperaturo gorivnega polnila in da bi zagotovila stalno in trajnostno pridobivanje energije, mora biti ta toplota odstranjena. Toplota se odstrani s hlajenjem, ki je v primeru reaktorjev PWR lahka voda (H_2O). Odstranjena toplotna energija je uporabljena za proizvodnjo električne energije.

Tlačnovodni reaktor je sestavljen iz dveh vodov: primarnega in sekundarnega.

Primarni vod sestavlja voda pod pritiskom, jedrski reaktor, hlajen z lahko vodo, cirkulacijska zanka (glavni vodni tokokrog), glavne cirkulacijske črpalke, cevi za prenos toplote parnih generatorjev in ekspanzijska posoda. Reaktorska posoda je posoda s cilindričnim pritiskom in hemisferičnim dnom ter demontažnim hemisferičnim pokrovom, ki vsebuje reaktorsko sredico. Dodatno ima jedrski parni generator, imenovan reaktor, povezave s številnimi drugimi pomožnimi sistemi, ki imajo varnostne funkcije, izboljšujejo učinkovitost elektrarne in stalno čistijo vodne tokokroge. Glavni vodni tokokrog absorbira toploto, ki se sprošča v aktivni coni reaktorja, jo odvaža in prenaša v sekundarni vod parnih generatorjev. Glavna funkcija parnega generatorja je uporaba toplote, prenesene po primarnem vodu in proizvodnja pare s kazalci, primernimi za delovanje turbin. Ta oprema je cilindrična, vertikalno ali horizontalno postavljena posoda v nepredušnem prostoru, imenovanem struktura kontejnerja, in vsebuje cevi za izmenjavo toplote in vgrajen odvajalnik pare.

Sekundarni vod je v osnovi del parnih generatorjev na strani dovajanja vode in je sestavljen iz sistema glavnega toka, različnih visoko in nizkotlačnih delov turbine, kondenzatorja in sistema dovajanja vode. Funkcija sekundarnega voda je prenos parne energije, proizvedene v parnem generatorju (uparjalniku) v rotacijsko gibanje in s tem vodenje generatorja.

Ta izhodna para se transformira v vodo (kondenzacija) z uporabo zadnjega absorberja toplote, kar je lahko morska voda, rečna voda v primeru stolpnega hlajenja, zrak, odvisno od značilnosti določenega območja.



NYOMOTTVÍZES ATOMREAKTOR SEMATIKUS ÁBRÁJA	SPLOŠNA SHEMATSKA STRUKTURA REAKTORJA PWR
Konténment	Zadrževalnik
Reaktor tartály	Reaktorska posoda
Szab. rudak	Nadzorne ročice
Gőzfejlesztő	Parni generator
Szivattyú	Črpalčka
Turbina generátor	Turbinski generator
Tápvíz előmelegítő	Predgrelnik napajalne vode
Kondenzátumszivattyú	Kondenzatorska črpalčka
Kondenzátor	Kondenzator
Hűtővízkör	Hladilni vod
Végző hűtés (frissvíz, hűtőtorony)	Končno hlajenje (sveža voda, hladilni stolp)

Slika 7: Splošna shematska struktura reaktorja PWR[6]

3.2.1.1 Gorivo

Jedrsko gorivo najdemo v aktivni coni.

Naravni uran je tipično sestavljen iz dveh izotopov: ^{235}U , ki se razdeli kot rezultat nizke energije (ali "termalnih") nevtronov (naravni uran vsebuje samo 0,72% ^{235}U), in izotopa ^{238}U , ki se razdeli kot rezultat visoke energije (ali "hitrih") nevtronov (99,275% naravnega urana je te vrste). Če je reaktor napolnjen samo s čistim ^{238}U , se ne zgodi nobena samodejna verižna reakcija.

Enote PWR v osnovi uporabljajo gorivo na osnovi obogatenega urana (UO_2) in tudi jedrska elektrarna Paks trenutno uporablja to vrsto. To gorivo je narejeno po obdelavi in obogatitvi surovega urana.

3.2.2 ZMOGLJIVOSTNE LASTNOSTI ENOT S TLAČNOVODNIMI REAKTORJI PWR

3.2.2.1 Zmogljivosti v glavni stavbi

JEDRSKI OTOK

Struktura kontejnerja: zaradi varnega delovanja so sistemi primarnega voda tipično (npr. v primeru tipov EPR-1600 in VVER-1200) nameščeni v kontejnerski strukturi z dvojno steno. Funkcija notranje kontejnerske strukture je zadržati radioaktivne substance, ki izhajajo v primeru kakršne koli okvare med načrtovanjem in za prenos sproščene toplote.

Notranja struktura kontejnerja je obdana z zunanjo opazovalno zgradbo, ki zagotavlja povečano zaščito pred zunanjimi vplivi (npr. večji potres, letalska nesreča, poplava).

Zgradbe varnostnega sistema: zaradi večkratnih presežkov v jedrskih elektrarnah obstaja več varnostnih sistemov (npr. napake pri hlajenju cone), pravilno delovanje vsakega posameznega pa je dovolj za ravnanje pri napakah. Za zagotovitev pravilne prostorske razdeljenosti so običajno nameščeni v različnih stavbah ali delih zgradb.

Pomožni objekti: namestitve pomožnih sistemov primarnega voda.

Objekt za jedrsko vzdrževanje: zgradba, ki se uporablja za izvajanje vzdrževanja v povezavi s primarnim vodom in za dekontaminacijo.

Zgradba za upravljanje z odpadki: tekoči in trdni radioaktivni odpadki, ki nastanejo med delovanjem, so obdelani v tej stavbi.

Zgradba za gorivo: uporablja se za upravljanje in shranjevanje svežega in uporabljenega jedrskega goriva

TURBINSKI OTOK

Turbinska zgradba: zgradba za turbino vsebuje opremo sekundarnega voda, ki prenaša vročino iz parnega generatorja v mehanično in potem električno energijo, kondenzira paro, ki izhaja iz turbine, in jo vrača v parni generator.

Objekt za obdelavo vode: objekt, ki se uporablja za pridobivanje dodatne vode, po kakovosti in količini primerne in zahtevane za primarni in sekundarni vod.

Soba električnih stikal: v tej zgradbi so nameščena električna stikala, oprema nadzornih sistemov in komunikacijske naprave.

Transformatorsko območje: zunanji prostor, kjer so nameščene enote transformatorjev in drugi transformatorji elektrarne.

3.2.2.2 Povezane zmogljivosti

- ✓ **Vmesno skladišče za porabljeno gorivo:** zgradba, ki se uporablja za vmesno shranjevanje porabljenega goriva, pridobljenega med delovanjem jedrske elektrarne (pred drugo nadaljnjo obdelavo ali končnim shranjevanjem brez obdelave)
- ✓ **Dizelski generatorji:** Dizelski generatorji zagotavljajo neposredno polnjenje toka v primeru prekinitve (zaradi primerne fizične razdelitve so nameščeni v različnih stavbah).
- ✓ **Objekt za zdravstveno varstvo:** objekt, ki vsebuje zdravstveni dom, sistem primarnega dostopa in pisarne, zahtevane za delo s primarnim vodom.
- ✓ **Objekt za vnos vode:** zagotavlja industrijsko vodo, ki jo potrebuje elektrarna. Večina vode, pridobljene iz Donave, se uporablja za hlajenje.
- ✓ **Kemično odlagališče:** zgradba za shranjevanje kemikalij, zahtevanih za delovanje.
- ✓ **Shranjevalni prostor za industrijske pline:** zgradba, v kateri so plini, ki so zahtevani za delovanje.
- ✓ **Objekt za jedrsko vzdrževanje:** zgradba, ki se uporablja za izvajanje vzdrževanja v zvezi s sekundarnim vodom.

- ✓ *Objekti gasilcev:* zgradba v mejah elektrarne, ki služi kot glavna pisarna gasilske službe in vsebuje požarno vodo ter sisteme za boj s požari.
- ✓ *Električna podpostaja:* zagotavlja prenos električne energije, proizvedene z generatorji, v madžarsko nacionalno omrežje.
- ✓ *Shranjevanje odpadkov:* služi kot skladišče za neradioaktivne odpadke, ki se proizvedejo v jedrski elektrarni.
- ✓ *Zaklonske civilne zaščite:* varuje operativno in nadzorno osebje med nujnimi primeri.
- ✓ *Varovana kontrolna točka (z rezervami):* zagotavlja delovno okolje za nadzor v sili in nujnih primerih ter varuje osebje za reševanje težav in čiščenje.
- ✓ *Okoljski nadzorni sistemi:* vključujejo sistem okoljskega vzorčenja in meritev.
- ✓ *Infrastruktura:* dostopne ceste in tiri do jedrske elektrarne, sistemi pitne vode in kanalizacijski sistemi, ipd.
- ✓ *Fizični obrambni sistemi:* recepcija, sistemi dostopa, ograje ipd.

4 JEDRSKA VARNOST

Pri načrtovanju, namestitvi in delovanju novih enot jedrske elektrarne je prva in največja prioriteta zagotavljanje jedrske varnosti.

4.1 OSNOVNA NAČELA JEDRSKE VARNOSTI

Jedrska varnost je ključni vidik jedrske energije.

Jedrske elektrarne morajo biti skladne s tremi osnovnimi varnostnimi zahtevami:

- I. Jedrska verižna reakcija mora biti ustavljena pri nenormalnem delovanju.
- II. Ko se jedrska verižna reakcija ustavi, mora biti zagotovljeno stabilno in varno hlajenje gorivnih celic.
- III. Količine radioaktivnih onesnaževalcev čez limit ne smejo uiti v okolje.

Varnost jedrske elektrarne je zagotovljena z uporabo načela obrambe v globino s poudarkom na preprečevanju nujnih stanj.

Mednarodna agencija za atomsko energijo je razvila osnovna načela in petstopenjsko lestvico jedrske varnosti. Nacionalni organi za jedrsko varnost morajo uporabljati ta načela v svojih pravilih v največjem možnem obsegu. Obramba v globino je uporabljena pri vsakem objektu glede na lokalne značilnosti.

Osnovni cilji obrambe v globino so:

- ❖ Preprečevanje nesreč s konservativnim inženiringom,
- ❖ Preprečevanje nenormalnega delovanja s stalnim opazovanjem,
- ❖ Preprečevanje izbruha kakršnega koli nenormalnega delovanja in zmanjšanje posledic takega delovanja z integriranimi obrambnimi napravami,
- ❖ V primeru dogodkov izven osnovnega načrtovanja je treba imeti prave vzvode in določene ukrepe za zmanjšanje posledic.

Varnost jedrske elektrarne je zagotovljena s kompleksnim sistemom tehničnih rešitev in operativnih zahtev.

Obramba v globino določa pet hierarhičnih stopenj v zvezi z varnostnimi dogodki, opremo in postopki. Vsaka stopnja ima cilj preprečiti pojav naslednje.

Stopnja	Cilj	Izvedba
Stopnja I	Preprečevanje nenormalnega delovanja	Visoka kakovost, načrtovanje zaščite
Stopnja II	Zaznavanje neobičajnih pogojev in preprečevanje nenormalnega delovanja	Pravilno delovanje nadzornih in pregledovalnih sistemov
Stopnja III	Upravljanje s kriznimi stanji na osnovi načrtovanega	Varnostni sistemi in postopki
Stopnja IV	Upravljanje pri resnih nesrečah, ugotavljanje resnosti in lajšanje posledic nesreč	Ustrezna orodja, ukrepi, dejanja in vodniki za ravnanje ob nesrečah
Stopnja V	Zmanjševanje posledic radioaktivnih izpustov izven območja elektrarne	Načrti za preprečevanje nesreč in postopki v sili

Tabela 4: Pet stopenj zaščite

- Stopnja I je povezana s tehničnimi postopki, kjer mora biti elektrarna načrtovana v načinu ohranjanja, z rezervami v delovanju in varnosti, z uporabo rešitev, ki minimizirajo možnost človeške napake (avtomatizacija, popolno ravnanje). V tej fazi morajo biti določeni vsi zunanji dogodki, ki bi lahko ogrozili delovanje jedrske elektrarne (potresi, ekstremni vremenski pogoji ipd.).
- Stopnja II se nanaša na orodja in postopke, ki morajo biti vedno pripravljeni in shranjeni v elektrarni in tako varnostne ovire niso prekoračene. Ti vsebujejo kontinuirane meritve (tlaka, temperature, kroženja ipd.) kot tudi redne teste in poskuse, vzdrževalna dela in preglede.
- Stopnja III vključuje sisteme in meritve, ki zagotavljajo delovanje varnostnih funkcij v nujnih primerih vključno s pogoji osnovnega načrtovanja. Nekateri dogodki (kot je delna napaka v materialu ali naravna katastrofa) ne morejo biti preprečeni niti z najbolj pozornim inženiringom, namestitvijo in delovanjem. Ta stopnja vključuje samodejno zaustavitev verižne reakcije, medtem ko se zagotovi kontinuirano hlajenje goriva in ohranjanje radioaktivnih izpustov pod mejnimi vrednostmi, za morajo biti vzpostavljeni vsi ustrezni varnostni sistemi.
- Stopnja IV predstavlja zelo nizko verjetnost dogodkov izven načrtovanih nujnih primerov. Na tej stopnji varnostni sistemi ne morejo popolnoma izpolniti svoje naloge in obstaja tveganje taljenja in radioaktivnega onesnaženja. Kljub zelo majhni verjetnosti resnost možnih posledic primora jedrsko elektrarno, da ima vzvode za zadrževanje izbruha takih nesreč, zmanjša vpliv in zagotovi čas za druge ukrepe (npr. dostava dodatne opreme na območje, pomoč prebivalstvu pri primernem zaklonišču ali začasni izselitvi).
- Stopnja V se pojavi, ko so vse ostale stopnje izčrpane. Vključuje izpust znatnih količin radioaktivnih onesnaževalcev v okolje, kar zahteva posredovanje ustreznih organov, skladno s scenariji, ki so pripravljeni za take dogodke.

NAČELA OSNOVNEGA NAČRTOVANJA

- ❖ Merila za izbiro geografske lokacije na območju
 - ❖ Evalvacija možnih nevarnosti delovanja
 - ❖ Določitev osnove načrtovanja in analiza dogodkov
- Temeljne zahteve vključujejo naslednje:
- Možnost preiti v podkritično fazo
 - Odstranitev odvečne toplote
 - Ohranjanje radioaktivnih izpustov pod mejnimi vrednostmi
- ❖ Minimiziranje nenormalnosti izven osnovnega načrtovanja
 - ❖ Ohranjanje radiološke izpostavljenosti na najnižji razumni stopnji

SISTEM TEHNIČNIH OVIR

Sistem tehničnih ovir je narejen za preprečevanje radioaktivnim onesnaževalcem izhajanje v okolje oziroma za zmanjšanje izpustov. Te prepreke so vzpostavljene ena za drugo in načrtovane za blokiranje razširitve onesnaževalcev naprej, potem ko so prešli prejšnjo stopnjo. Štiri fizične ovire so:

1. gorivna matrica (UO₂),
2. zaščitno ohišje goriva (nepredušno ohišje gorivnih celic),
3. omejitev tlaka primarnega voda (v reaktorski posodi in drugih sistemih, vključenih v primarni vod),
4. varnostni plašč, imenovan kontejnerska struktura (nepredušno, običajno z dvojno steno).

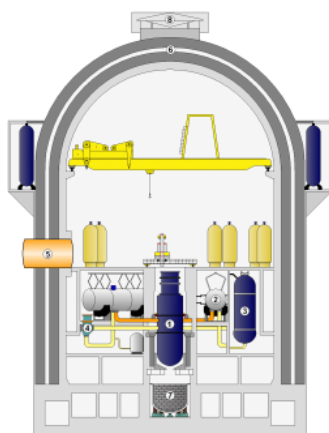


Üzemanyag mátrix	Gorivna matrica
Üzemanyag burkolat	Zaščitno ohišje goriva
Primerköri nyomáshatár	Omejitev tlaka primarnega voda
Konténment	Struktura kontejnerja

Slika 8: Inženirske pregrade v primeru enot jedrske elektrarne[7]

KONTEJNERSKA STRUKTURA Z DVOJNO STENO

Kontejnerska struktura je komponenta izrednega pomena za obrambo v globino, ker je to zadnja prepreka v notranjem prostoru jedrske elektrarne med radioaktivnimi substancami in okoljem.



Slika 9: Prečni prerez strukture kontejnerja z dvojno steno[7]

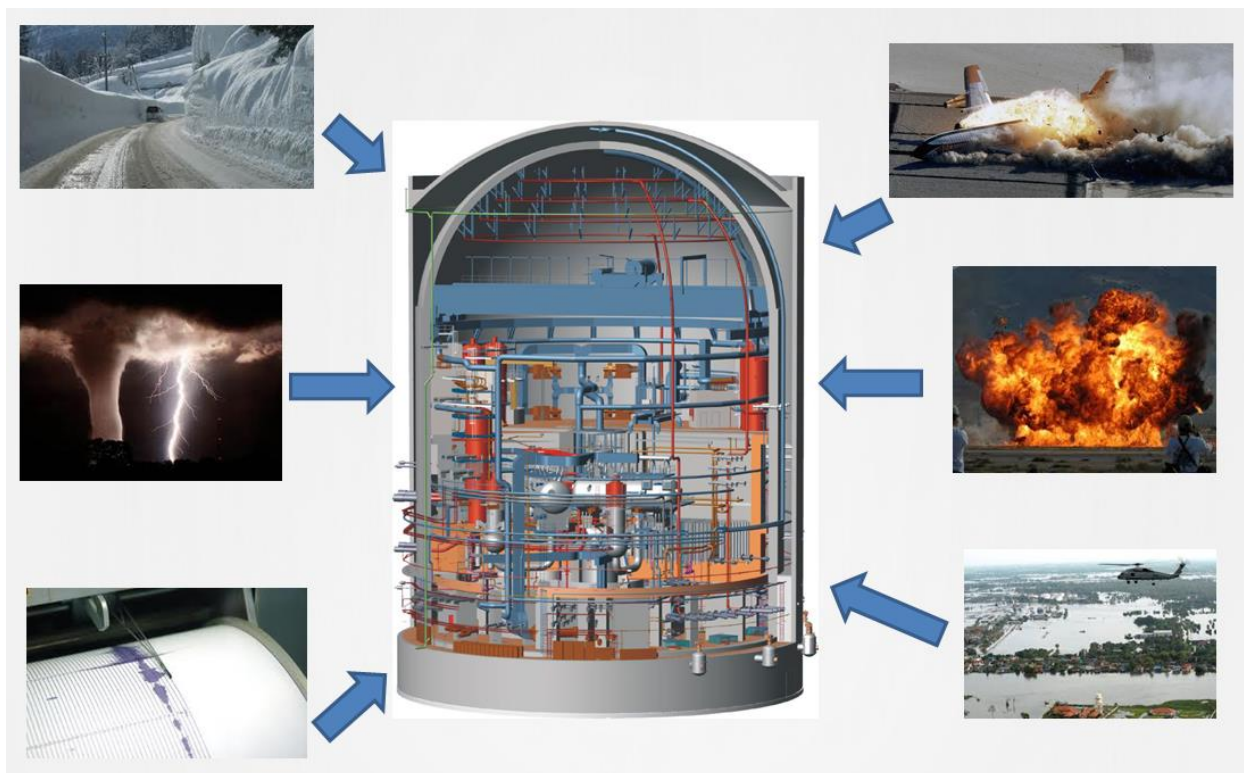
Stalno in varno hlajenje reaktorja mora biti zagotovljeno pod katerikoli pogojem. V primeru razpoke na katerikoli cevi je hlajenje zagotovljeno s sistemom hlajenja v nujnih primerih, na pasivni ali aktivni način. Če tlak pade, pasivni sistem hlajenja napolni reaktor z vodo in zagotavlja hlajenje, dokler črpalke ne začnejo delovati. Aktivni sistem hlajenja sestavljata visokotlačni in nizkotlačni del, rezervno hlajenje pa je shranjeno v velikih posodah, ki nadomestijo izparelo vodo.

Večina varnostnih sistemov za delovanje potrebuje električno energijo. Ti sistemi morajo ostati delujoči tudi v primeru izgube energije. To je zagotovljeno z dizelskimi generatorji za nujne primere, ki začnejo samodejno delovati, ko je potrebno, in zagotavljajo neprekinjeno električno energijo potrošnikom, ki so ključnega pomena za varnost jedrske elektrarne.

Struktura, ki se na veliko uporablja za ravnanje pri taljenju v primeru resnih nesreč, je "lovilec sredice": taljenje betona pod reaktorsko posodo je preprečeno s prostori, zgrajenimi na dnu sredice, ki omogočajo širitev taljenja, ali s substancami, ki so umeščene pod posodo, kamor staljena sredica ne more prodreti.

Ojačenje kontejnerske strukture in vzdrževanje integritete strukture v daljšem časovnem obdobju sta neizmernega pomena. Integriteta kontejnerske strukture je prav tako zaščitena s postopki, ki veljajo za obdelavo vodikovega plina – ta je eksploziven, ko doseže določeno koncentracijo in je pomešan s kontaminiranim zrakom – sprošča pa se v hipotetično najhujših nesrečah. V pasivnem procesu se vodik, ki se sprošča v zrak, neprekinjeno spreminja v vodno paro s katalitičnimi rekombinacijskimi sistemi, medtem ko se v aktivnem procesu uporabljajo "vodikovi vžigalniki", ki namerno vžigajo vodikov plin, ki se nabira v kontejnerski strukturi, preden je dosežena tvegana koncentracija z namenom preprečiti doseganje eksplozivne koncentracije.

V večini držav trenutne zahteve za kontejnersko strukturo zahtevajo, da ostane nepoškodovana tudi pri neposrednem strmoglavljenju velikega potniškega letala.



Slika 10: Prva kontejnerska struktura, ki zagotavlja zaščito pred zunanjimi vplivi[7]

Najpomembnejše jamstvo za varnost jedrske elektrarne se imenuje **inherentna varnost**. V določenih stanjih nesreč inherentni fizični in tehnični procesi gretja ter pregrade delujejo tako, da se reaktor upočasni in končno ustavi vse neželene postopke. Ta inherentna varnost je **vedno zagotovljena ne glede na operabilnost varnostnih in obrambnih naprav**. Ta značilnost reaktorja je odvisna od tipa. Tlačnovodni reaktorji, ki so trenutno najbolj razširjeni na svetu, spadajo v to kategorijo. Reaktorji VVER-440 jedrske elektrarne Paks so tudi te vrste. (Drugi tip, razvit in zgrajen v nekdanji Sovjetski zvezi, je tip RBMK, ki pa ne ustreza vsem pogojem inherentne varnosti. Reaktorji jedrske elektrarne Černobil, kjer se je 26. aprila 1986 zgodila jedrska nesreča, spadajo v ta tip. Dokazano je bilo, da je bil eden temeljnih razlogov za nesrečo pomanjkanje inherentne varnosti. Zato katastrofa v jedrski elektrarni Černobil ne pomeni, da so drugi tipi reaktorjev nevarni. Zaradi pomanjkanja inherentne varnosti so reaktorje tipa kot v Černobilu ustavili skoraj po celem svetu.)

Naslednje pomembno jamstvo zaščite pred nesrečami v jedrski elektrarni je uporaba **eksternih varnostnih naprav**, ki preprečujejo napredovanje in kvarjenje v različnih situacijah, ki bi lahko privedle do nesreče, in dopolnjujejo inherentno varnost. V okviru teh eksternih varnostnih naprav imajo veliko vlogo **pasivni obrambni sistemi**, ki lahko delujejo brez eksterne dobave energije.

Kot rezultat zgoraj navedenega je verjetnost velikih nesreč v jedrskih elektrarnah, ki jih gradijo zdaj, z učinkom na okolje, manj kot 10^{-6} na reaktor letno.²

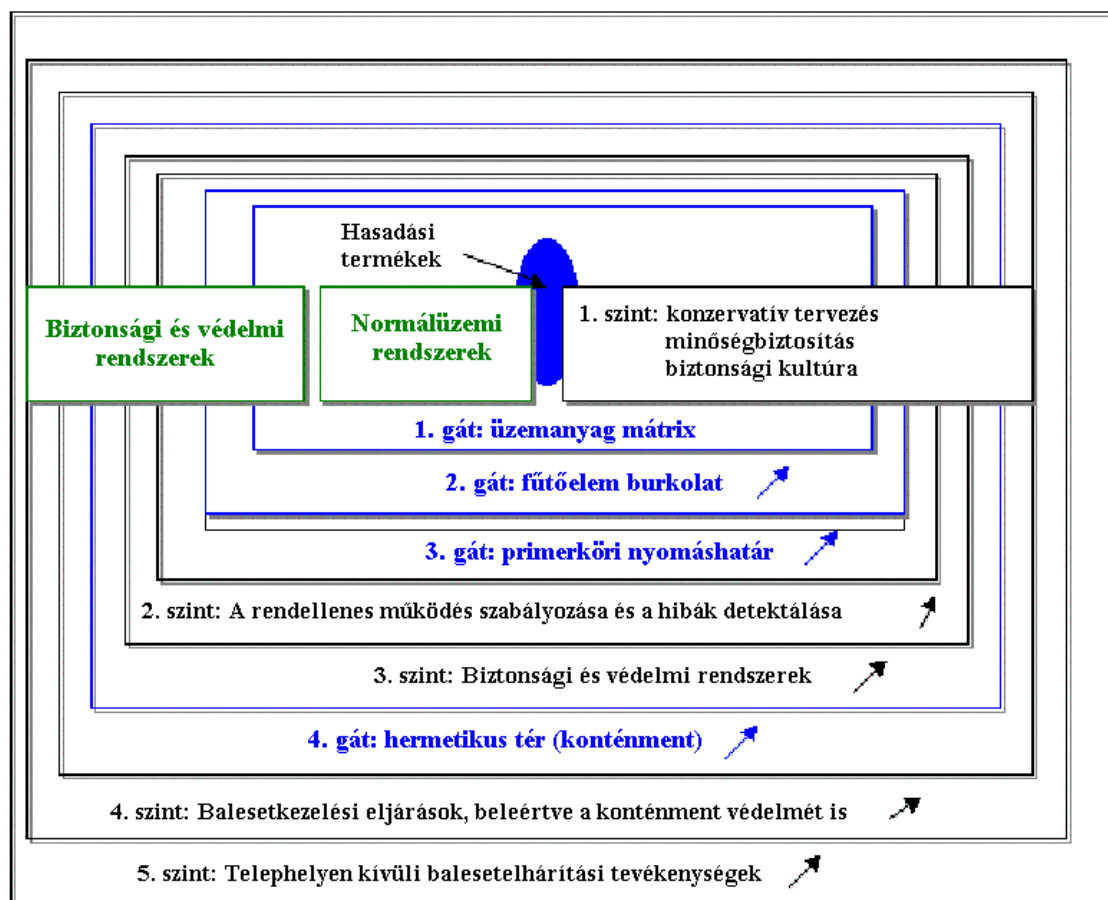
Verjetnost potencialnega tveganja mora biti ohranjena na najnižji možni stopnji skladno s principom ALARA (As Low as Reasonably Achievable – najnižje kot je razumno možno doseči), da bi zagotavljali najboljšo razumno dosegljivo varnost.

Temeljni cilj obrambe v globino je vzdrževati integriteto fizičnih preprek s pomočjo samodejno ali ročno varnostjo in varovalnimi sistemi proti inherentnim ali eksternim dogodkom, ki ogrožajo njihovo integriteto.

² Enoletno obratovanje enega reaktorja šteje za eno reaktorsko leto, kar pomeni, da enoletno istočasno delovanje okrog 440 danes aktivnih reaktorjev pomeni v koledarskem letu 440 reaktorskih let.

HIERARHIJA VARNOSTNIH IN ZAŠČITNIH SISTEMOV

Pet stopenj obrambe v globino, ki se uporabljajo pri novih enotah, štiri fizične pregrade in odnosi med samodejnimi in ročnimi intervencijami so predstavljene na naslednji sliki.



Hasadási termékek	Produkti fizije
Biztonsági és védelmi rendszerek	Varnostni in obrambni sistemi
Normálüzemi rendszerek	Sistemi normalnega delovanja
1. szint: konzervatív tervezés, minőségbiztosítás, biztonsági kultúra	Stopnja 1: varovalni načrt, zagotavljanje kakovosti, varnostna kultura
1. gát: üzemanyag mátrix	Ovira 1: gorivna matrica
2. gát: fűtőelem burkolat	Ovira 2: zaščitno ohišje goriva
3. gát: primerköri nyomáshatár	Ovira 3: omejitev tlaka primarnega voda
2. szint: A rendellenes működés szabályozása és a hibák detektálása	Stopnja 2: Ureditev nenormalnega delovanja in prepoznavanje napak
3. szint: Biztonsági és védelmi rendszerek	Stopnja 3: Varnostni in obrambni sistemi
4. gát: hermetikus tér (konténment)	Ovira 4: kontejner (hermetično področje)
4. szint: Balesetkezelési eljárások, beleértve a konténment védelmét is	Stopnja 4: Postopki ravnanja ob nesrečah, vključno z obrambo kontejnerja
5. szint: telephelyen kívüli balesetelhárítási tevékenységek	Stopnja 5: postopki preprečevanja nesreč izven območja

Slika 11: Varovalne ovire, obramba in globina po stopnjah ter hierarhija intervencij[3-14]

V primeru novih enot so okvare, ki so bile predhodno klasificirane kot "pogoji širšega načrtovanja" (kot multiple napake), zdaj del osnovnega načrtovanja. Iz tega razloga je vsebina kategorij "širšega načrtovanja" različna med trenutnimi in novimi reaktorji. V primeru reaktorjev, ki obratujejo zdaj, je obramba v globino v glavnem vezana na jedrsko gorivo in tiste operativne faze, ko je gorivo v reaktorju. V primeru novih enot to vključuje vse možne faze jedrskega goriva (vključno s stanji, ko je gorivo shranjeno v bazen za porabljeno gorivo).

V času razvoja reaktorjev generacije III* ključni načrtovalni cilji vključujejo preprečevanje resnih nesreč in zmanjšanje posledic nesreč z ekstremno nizko verjetnostjo. Uporabljeno načrtovanje in tehnološke rešitve zagotavljajo, da v okolje

niso izpuščene nobene radioaktivne substance, tudi če pride do resne nesreče, zato enote generatorjev generacije III+ nimajo pomembnejših vplivov na prebivalstvo in na okolje elektrarne, tudi v primeru resnih nesreč.

STRESNI TEST

Po nesreči, ki jo je povzročil potres in nepričakovani poplavni val v jedrski elektrarni Fukušima marca 2011 je Evropski svet ponovno preučil ciljno varnostno raziskavo v vseh jedrskih elektrarnah v Evropski uniji. V času trajanja raziskave je bila ocenjena varnost jedrskih elektrarn in njihova zmožnost prenesti ekstremne naravne razmere kot so poplave, potresi, ekstremne vremenske razmere. Operaterji jedrskih elektrarn so izvedli samo-ocene glede na določena merila in predložili rezultate v pregled nacionalnim organom za jedrsko varnost. Nacionalni organi za jedrsko varnost so pripravili nacionalna poročila, ki so jih preučile mednarodne skupine strokovnjakov, ki so imele v nekaterih primerih tudi posvetoovanja na lokacijah.

Poleg držav članic EU, kjer delujejo jedrske elektrarne, sta v raziskavi sodelovali tudi Ukrajina in Švica. Raziskava, ki je bila izvedena v 17 državah je končno prišla do zaključka, da imajo evropske jedrske elektrarne dovolj varnostnih rezerv in niso našli nobenih pomanjkljivosti, zaradi katerih bi katero jedrsko elektrarno morali zapreti. Istočasno je poročilo Evropske komisije vključevalo številna priporočila glede povečanja varnosti, za katerih izvajanje so države članice razvile posebne programe.

Ciljna varnostna raziskava Evropske unije v zvezi z jedrsko elektrarno Paks je pokazala pozitivne ugotovitve. Poročilo je izpostavilo dobre prakse, ki bi lahko bile vzor drugim na nekaterih področjih. Najdenih ni bilo nobenih kritičnih ali pomembnejših pomanjkljivosti in nekatera priporočila so zadevala razvoj, ki je že v teku.

Na podlagi priporočil stresnega testa je elektrarna Paks razvila program za povečanje varnosti s periodičnimi poročili o izvajanju. Podobne programe izvajajo v drugih elektrarnah v EU in ustrezna poročila bodo povzeta za stopnjo presoje EU. [9], [10], [11]

VARNOSTNE ANALIZE

Varnostne analize z uporabo *determinističnih in probabilističnih metod* kot tudi **poročila o varnosti**, ki so pripravljena na tej podlagi, so osnovnega pomena za licenciranje v jedrski varnosti.

Najresnejša posledica napake v delovanju jedrske elektrarne je kontaminiranje okolja z radioaktivnim materialom, kar se v glavnem lahko zgodi ob resni škodi, narejeni v aktivni coni, predvsem pri taljenju, če se kontaminacija ne zadrži v kontejnerski strukturi. Zato **verjetnostne varnostne analize** (PSA) primarno zadevajo predvsem verjetnost **poškodovanja cone**. To zahteva preučitev vseh možnih verig dogodkov, ki lahko vodijo v poškodovanje cone, s pomočjo determinističnih analiz in kalkulacij individualnih verjetnosti, da se to zgodi. Skupna vsota ponazarja varnost jedrske elektrarne. Analiza prav tako označuje šibke točke jedrske elektrarne z vidika varnosti. Rezultati omogočajo ustvarjanje sredstev in opreme za povečanje varnosti. Varnostne analize so izpeljane na različnih stopnjah.

Namen verjetnostnih varnostnih analiz je kalkulacija verjetne frekvence dogodkov stopnje 1 (vključno s poškodovanjem cone) in dogodkov stopnje 2 (vključno z večjimi uhajanja radioaktivnega materiala).

4.2 ZAHTEVE ZA JEDRSKO VARNOST

2. člen akta CXVI iz leta 1996 o jedrski energiji (kot je veljal 16. julija 2014) določa:

"29. člen – jedrska varnost: "Zagotavljanje pravih pogojev za delovanje, preprečevanje nesreč in blažitev posledic nesreč v vsaki fazi življenjske dobe jedrskega objekta, zaščita delavcev in javnosti pred tveganji, ki jih povzroča ionizirajoče sevanje jedrskih objektov."

Akt CXVI iz leta 1996 o jedrski energiji določa splošne zahteve za miroljubno uporabo jedrske energije ter določa pravice in obveznosti strani, vključenih v uporabo jedrske energije. Pravila o izvajanju zakona o jedrski energiji določajo zadeve v zvezi z jedrsko varnostjo in licenciranjem jedrske varnosti ter dajejo pristojnosti madžarskemu organu za jedrsko energijo.

V postopku licenciranja tehnologije nove jedrske elektrarne mora biti posvečena posebna pozornost preverjanju, ali načrtovana jedrska elektrarna, ki bo vzpostavljena, ustreza zahtevam jedrske varnosti.

Jedrske elektrarne in njihova oprema ter varnostni sistemi so načrtovani tako, da je tudi v primeru nesreče zjamčena varnost okolice jedrske elektrarne, kolikor je to mogoče. Neprenehni nadzor varnega delovanja in razvoj ukrepov za povečanje varnosti sta osnovni zahtevi za operaterje. Nadzorni organ dovoljuje zagon in delovanje reaktorja ali dejavnosti, ki naj bi bile izvedene na določenih delih reaktorja samo, če obstaja dokaz, da je zjamčeno varno delovanje reaktorjev.

Skladnost z geološkimi in jedrskimi varnostnimi zahtevami mora biti potrjena v okviru postopka licenciranja na lokaciji, ki ga vodi OAH na podlagi pravil za jedrsko varnost (NSR), ki so dodatek vladni odločbi št. 118/2011. (VII.11.) o zahtevah za jedrsko varnost jedrskih objektov in povezani dejavnostmi organov oblasti.

OAH določa primernost lokacije in podatke o geoloških temeljih, povezanih z lokacijo, na podlagi rezultatov zelo natančnih ocen. Program za oceno lokacije je bil razvit z namenom ustrezati zadnjim mednarodnim zahtevam (po Fukušimi). Program za oceno lokacije so evalvirali strokovnjaki Mednarodne agencije za atomsko energijo (IAEA) v okviru neodvisnega nadzornega postopka.

Skladno z veljavnimi statutarnimi pravili (NSR) bodo enote jedrske elektrarne, ki bodo vzpostavljene v Paksu, zavarovane pred vplivi strmoglavljenja večjega potniškega letala. Obstajajo izjemno stroga merila za nadzor kakovosti na kraju, predvsem glede opreme in zgradb enot jedrske elektrarne. Dobavitelj enot je sprejel evropske zahteve o uporabnosti (EUR); izvedli bodo različne arhitekturne in druge tehnične rešitve v času implementacije, da bi zagotovili zaščito objektov, tudi v primeru strmoglavljenja letala.

Gradbena in dovoljenja sistemske stopnje bodo priskrbljena za zgradbo razreda ABOS, strukturalne dele, sisteme in sistemske elemente, ki zadevajo jedrsko varnost v jedrski elektrarni.

Varnostne zahteve, ki veljajo za jedrske objekte, ki bodo nameščeni na Madžarskem, so v temeljih določene z madžarsko statutarno zakonodajo. Seveda je priporočljivo upoštevati tudi ustrezna mednarodna varnostna pravila, varnostne direktive IAEA, ameriške standarde ASME kot tudi priporočila EUR, da bi zagotovili enotno stopnjo skladnosti jedrske varnosti za različne vrste reaktorjev, zgrajene v različnih državah.

Zahteva, ki zadeva tip enote, ki bo zgrajena, je bila izvedena v času licenciranja pred implementacijo in mora biti očitno, da so priporočila glede emisij, veljavna za tip enote v primeru različnih okvar, v skladu z madžarskimi in mednarodnimi pravili, ki veljajo v času licenciranja.

REGULATIVA JEDRSKE VARNOSTI (NSR)

NSR, domača klasifikacija (aneks 10 vladni odločbi št. (118/2011. (VII. 11.), operativno stanje 163) določa individualna operativna stanja novih jedrskih enot glede na naslednje:

Osnovni načrt (DB)				Razširjeni načrt (DE)	
Pogoji normalnega delovanja	Pogoji osnovnega načrta			Pogoji razširjenega načrta	
Normalno delovanje	Pričakovani dogodki pri delovanju	Napake osnovnega načrta		Napake razširjenega načrta	Resne nesreče
		Redke napake pogojev osnovnega načrta	Zelo malo verjetne napake osnovnega načrta		
DBC1	DBC2	DBC3	DBC4	DEC1	DEC2
Frekvenca (verjetnost) (f [1/leto])					
1	$1 > f > 10^{-2}$	$10^{-2} > f \geq 10^{-4}$	$10^{-4} > f \geq 10^{-6}$		

Tabela 5: Klasifikacija posamičnih statusov delovanja glede na možnost pojavitve

NORMALNO DELOVANJE

121 Normalno delovanje (DBC1)

“Delovanje jedrskega objekta z opazovanjem operativnih pogojev in omejitev, odobreno od organa za jedrsko varnost, vključno, v primeru jedrskih reaktorjev in jedrskih elektrarn, **spremembe obremenitve, zaprtje, zagon, zamenjava gorivne ročice, vzdrževanje, testi in druge načrtovane operacije.**”

POGOJI ZA OSNOVNO NAČRTOVANJE

179 Pričakovani operativni dogodek (DBC2)

“Proces, moten z dogodkom, ki je predviden v pogojih za osnovno načrtovanje in analiziran skladno z načelom posamične okvare ter pokrit s temi analizami, za katere je verjetno, da bi se zgodile med časom obratovanja jedrske elektrarne.”

159 Okvare osnovnega načrtovanja (DBC3 in DBC4)

“Proces, ki se zgodi z dogodkom, predvidenim v pogojih za osnovno načrtovanje in analiziranim po principu za posamično napako, ki ga pokrivajo te analize in ima majhno verjetnost, da se pojavi v času delovanja jedrske elektrarne in ki povzroči škodo na gorivni ročici le v vrsti in obsegu, določenem v načrtovanju..”

POGOJI RAZŠIRJENEGA NAČRTOVANJA (DEC)

155 Napaka razširjenega načrtovanja (DEC1)

Proces, ki ne spada v obseg pričakovanih dogodkov pri obratovanju in okvar, ki ne more biti izključen, lahko pa se pojavi kot posledica več nepovezanih napak in ki lahko ima resnejše posledice kot procesi iz pogojev za osnovno načrtovanje, povzročitev poškodbe cone brez taljenja.

145 Resna nesreča (DEC2)

Stanje nesreče, ki vključuje znatno poškodbe cone reaktorja in vključuje taljenje, kar ima resnejši eksterni učinek od pogojev načrtovanja in razširjenega načrtovanja.

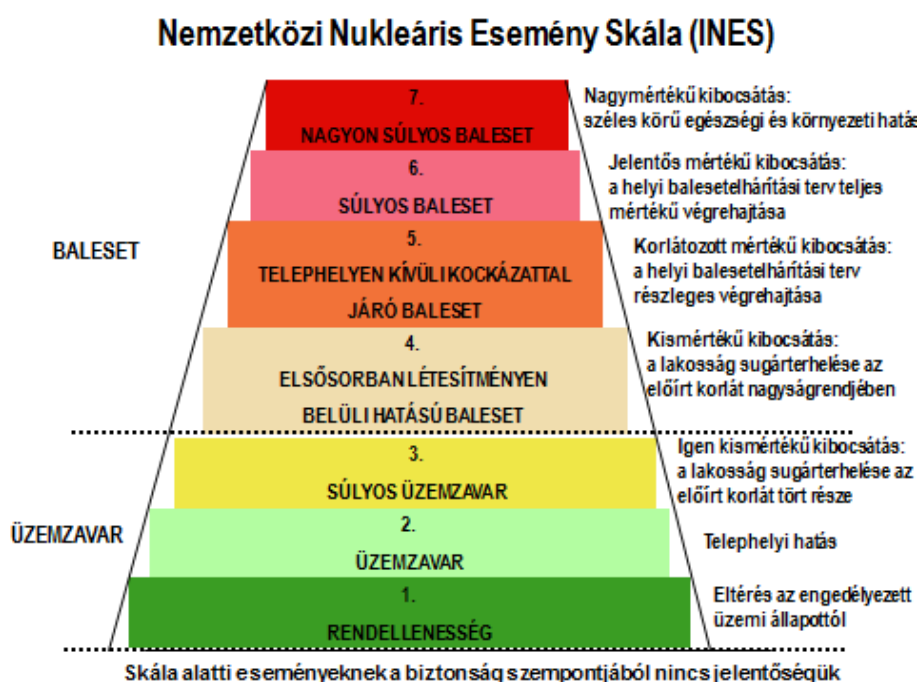
4.3 MEDNARODNA LESTVICA JEDRSKIH DOGODKOV

Da bi omogočili širitev informacij v zvezi z jedrskimi dogodki in hitro ter **ustrezno informiranje javnosti, socialnih in političnih organizacij ter medijev**, sta Agencija za jedrsko energijo (NEA) pri Organizacija za evropsko sodelovanje in razvoj (OECD) in Mednarodna agencija za atomsko energijo (IAEA) razvili mednarodno lestvico jedrskih in radioloških dogodkov (INES).

Lestvica INES ima namen **informirati in obvestiti javnost z uporabo primerjalne lestvice** o kakovosti in resnosti dogodkov, incidentov in nesreč ter njihovih vplivih na varnost v jedrskih elektrarnah in drugih jedrskih objektih.

Lestvica INES razvršča dogodke na lestvica na sedem stopenj, razlikuje tri stopnje v primeru incidentov (operativnih napak) in štiri stopnje nesreč.

Mednarodna lestvica jedrskih in radioloških dogodkov je prikazana na naslednji sliki.



BALESET	NESREČA
7. Nagyon súlyos baleset	7. Večja nesreča
Nagymértékű kibocsátás: széles körű egészségi és környezeti hatás	Znatni izpust: širši vplivi na zdravje in okolje
6. Súlyos baleset	6. Resna nesreča
Jelentős mértékű kibocsátás: A helyi balesetelhárítási terv teljes mértékű végrehajtása	Znatni izpust: popolna izvedba načrtovanih lokalnih ukrepov
5. Telephelyen kívüli kockázatokkal járó baleset	5. Nesreča s širšimi posledicami
Korlátozott mértékű kibocsátás: a helyi balesetelhárítási terv részleges végrehajtása	Omejeni izpust: izvedba nekaterih načrtovanih lokalnih ukrepov
4. Elsősorban létesítményen belüli hatású baleset	4. Nesreča z lokalnimi posledicami
Kismértékű kibocsátás: a lakosság sugárterhelése az előírt korlát nagyságrendjében	Manjši izpust: izpostavljenost prebivalstva sevanju z določenimi omejitvami
3. Súlyos üzemzavar	3. Resni incident
Igen kismértékű kibocsátás: a lakosság sugárterhelése az előírt korlát tört része	Zelo majhen izpust: izpostavljenost prebivalstva sevanju z določenimi omejitvami v delih
ÜZEMZAVAR	INCIDENT
2. Üzemzavar	2. Incident
Telephelyi hatás	Vpliv znotraj objekta
1. Rendellenesség	1. Anomalija
Eltérés az engedélyezett üzemi állapottól	Odklon od običajnih pogojev delovanja
Skála alatti eseményeknek a biztonság szempontjából nincs jelentőségük	Dogodki izven lestvice s pomenom za varnost

Slika 12: Mednarodna lestvica jedrskih in radioloških dogodkov (INES)

Odstopanja od stopnje normalnega delovanja so razvrščena na stopnja 1-7 na lestvici INES, tri stopnje v primeru operativnih napak in štiri stopnje nesreč.

Nesreča, ki se je leta 1986 zgodila v jedrski elektrarni v Černobilu je določena kot stopnja 7 na lestvici INES. Nesreča je resno vplivala na zdravje ljudi in okolje. Eden glavnih pomislekov pri razvoju kriterijev za razvrščanje po lestvici INES je bil jasno razmejiti manj resne dogodke z manjšimi vplivi od takih resnih nesreč. Zato je bila nesreča, ki se je leta 1979 zgodila v jedrski elektrarni na Otoku treh milj, razvrščena v stopnjo 5 na lestvici INES.

Dogodki katerekoli stopnje na lestvici morajo biti sporočeni Nacionalnemu uradu za jedrsko varnost (OAH) in Mednarodni agenciji za atomsko energijo (IAEA) s sedežem na Dunaju ter ostalim organom, skladno z lokalnimi in mednarodnimi pogodbami, v okviru določenega časovnega okvira, zahtevanega za posamično stopnjo.

Dogodke na Madžarskem razvršča operativno tehnično osebje jedrske elektrarne Paks skladno z navodili št. 1.48. OAH na podlagi pravil za jedrsko varnost (NSR), ki jih je odobril OAH. Informacijsko središče za obiskovalce jedrske elektrarne Paks izda kratko, javnosti jasno razumljivo javno obvestilo o vseh dogodkih na lestvici in ga posreduje madžarski agenciji za tisk.

Tabela 6 prikazuje splošna merila za razvrščanje jedrskih dogodkov, tabela 7 pa daje primere za uporabo meril INES za razvrščanje dogodkov v jedrskih objektih.

Opis in stopnja INES	Ljudje in okolje	Tehnični nadzor objekta in radiološke ovire	Obramba v globino
Velika nesreča INES 7	Veliko sproščanje radioaktivnega materiala z velikimi vplivi na zdravje in okolje, zahteva izvajanje načrtovanih ukrepov		
Resna nesreča INES 6	Večje sproščanje radioaktivnega materiala, ki zahteva izvajanje načrtovanih ukrepov.		
Nesreča z večjimi posledicami INES 5	Omejeno sproščanje radioaktivnega materiala, ki najbrž zahteva izvajanje nekaterih načrtovanih ukrepov. Nekaj mrtvih zaradi sevanja.	Resna poškodba reaktorske sredice. Sproščanje velikih količin radioaktivnega materiala na območju z možno izpostavljenostjo (enega ali več) prebivalcev. Lahko se zgodi zaradi večje nesreče ali požara.	
Nesreča z lokalnimi posledicami INES 4	Majhno sproščanje radioaktivnega materiala, ki se morda pokaže v izvajanju načrtovanih ukrepov, najbrž samo lokalni nadzor hrane. Vsaj en mrtev zaradi sevanja.	Gorivo se tali ali poškoduje, kar se kaže kot več kot 0.1% sproščanja jedra. Sproščanje znatnih količin radioaktivnega materiala na območju z veliko verjetnostjo izpostavljenosti prebivalstva.	
Resni incident INES 3	Izpostavljenost desetkrat večjemu sevanju kot je letni limit za delavce. Posledice sevanja za zdravje niso usodne (npr. opekline).	Stopnje izpostavljenosti več kot 1 Sv/h na operativnem območju. Resna kontaminacija, ki ni pričakovana po načrtu, z majhno verjetnostjo za večjo izpostavljenost prebivalstva.	Blizu nesreče v jedrski elektrarni brez preostalih varnostnih določil. Izgubljen ali ukraden zapečaten vir radioaktivnosti. Napačno dostavljen visoko radioaktiven zapečaten vir brez ustreznega postopka za ravnanje.
Incident INES 2	Izpostavljenost javnosti do 10 mSv. Izpostavljenost delavca presega letni limit.	Stopnje sevanja na operativnem območju več kot 50 mSv/h. Resna kontaminacija na območju, ki ni pričakovana po načrtu.	Pomembne napake v varnostnih določilih, brez aktualnih posledic. Najden visoko radioaktiven zapečaten vir, naprava ali transportni paket z nedotaknjenimi varnostnimi določili. Neprimerno pakiranje visoko radioaktivnega zapečatenega vira.
Anomalija INES 1			Prevelika izpostavljenost člana javnosti, ki presega letne limite. Manjši problem z varnostnimi komponentami s preostalo obrambo v globino. Nizko aktiven izgubljen ali ukraden radioaktiven vir, naprava ali transportni paket.
Brez pomena za varnost (izven lestvice/INES 0)			

Tabela 6: Splošna merila za razvrščanje jedrskih dogodkov[12]

Opis in stopnja INES	Ljudje in okolje	Tehnični nadzor objekta in radiološke ovire	Obramba v globino
Velika nesreča STOPNJA 7	Černobil 1986 široko razpršeni vplivi na zdravje in okolje. Sprostitev v okolje pomembnega dela iz notranjosti cone.		
Resna nesreča STOPNJA 6	Kishtim, Rusija, 1957 Pomembna sprostitvev radioaktivnega materiala v okolje po eksploziji zelo aktivnega kontejnerja z odpadki.		
Nesreča z večjimi posledicami STOPNJA 5	Windscale Pile, VB, 1957, sprostitvev radioaktivnega materiala v okolje po tem, ko je cono reaktorja zajel ogenj.	Otok treh milj, ZDA, 1979, resna poškodba cone reaktorja.	
Nesreča z lokalnimi posledicami STOPNJA 4	Tokaimura, Japan, 1999, Usodna izpostavljenost delavcev zaradi kritičnega dogodka na jedrskem objektu.	Saint-Laurent des Eaux, Francija, 1969, taljenje enega od kanalov za gorivo v reaktorju brez sproščanja izven objekta.	
Resni incident STOPNJA 3	Ni precedenta.	Sellafield, VB, 2005, sprostitvev pomembnejše količine radioaktivnega materiala, kontaminacija v objektu.	Vandellors, Španija, 1989, skoraj bi prišlo do nesreče zaradi požara, ki je ustavil varnostni sistem v reaktorju.
Incident STOPNJA 2	Alucha, Argentina, 2005, izpostavljenost delavca, večja od letnih omejitev v energetske reaktorju.	Cadarache, Francija, 1993, radioaktivna kontaminacija v objektu na področju, kjer z načrtom ni bilo pričakovano.	Forsmark, Švedska, 2006, poškodovane varnostne funkcije in okvara Sistema oskrbe z energijo v nujnih primerih z običajnim primerom v jedrski elektrarni
Anomalija STOPNJA 1			Škoda, narejena operativnim limitom v jedrskem objektu.

Tabela 7: Primeri razvrščanje jedrskih dogodkov za ponazoritev meril INES[12]

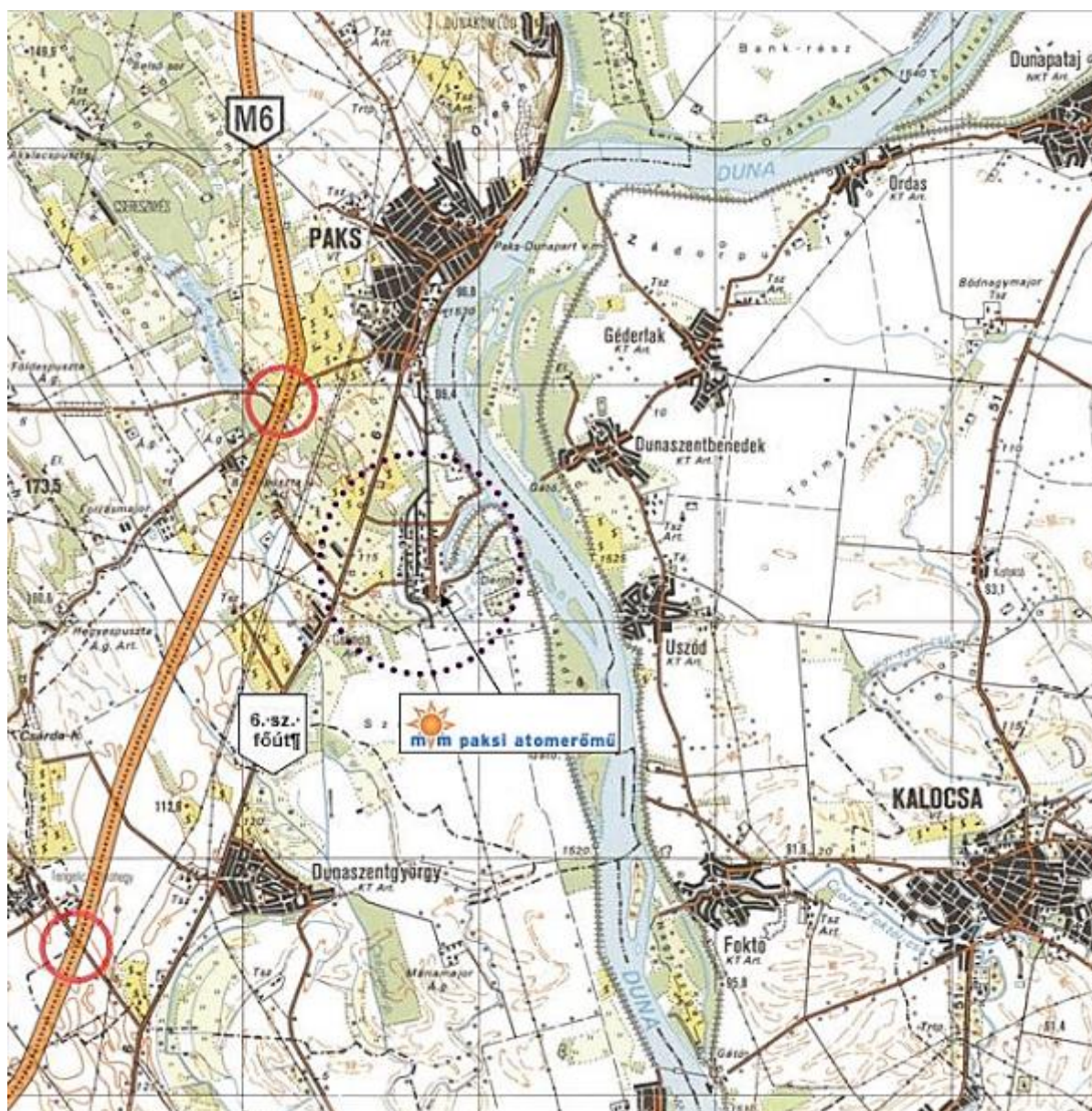
Dve zgornji tabeli ne vsebujeta resne okvare 3. Stopnje, ki se je zgodila 10. aprila 2003 v enoti 2 jedrske elektrarne Paks ali ekstremno resne nesreče 7. Stopnje, ki se je zgodila 11. marca 2011 v enotah 1, 2 in 3 jedrske elektrarne Fukušima Daiichi na Japonskem.

5 OPIS NAČRTOVANEGA OBMOČJA IZGRADNJE

Načrtovano območje izgradnje novih enot jedrske elektrarne Paks II spada v meje območja jedrske elektrarne Paks.

Območje jedrske elektrarne Paks je v županiji Tolna, 118 km južno od Budimpešte.

Elektrarna leži 5 km južno od središča mesta Paks, 1 km zahodno od reke Donave in 1,5 km vzhodno od glavne ceste št. 6. Naslednja slika prikazuje lokacijo območja in neposredno okolico.

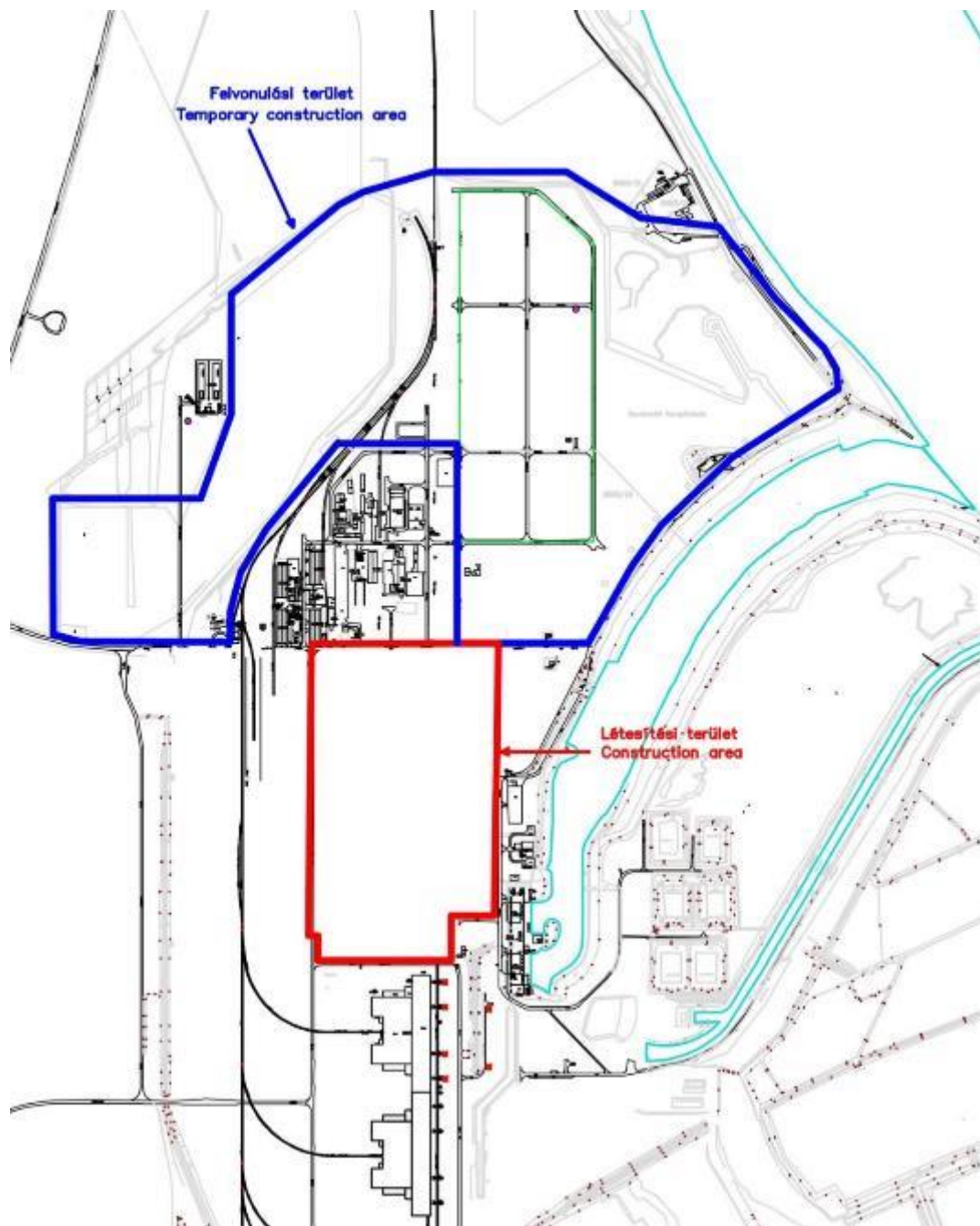


MVM Paksi Atomerőmű – MVM jedrska elektrarna Paks

Slika 13: Splošni zemljevid elektrarne Paks [13]

5.1 OBMOČJE IZGRADNJE PAKS II V MEJAH OBMOČJA JEDRSKE ELEKTRARNE PAKS

Za namen izgradnje novih enot jedrske elektrarne so upoštevali območje severno od obstoječe enote jedrske elektrarne Paks. Območje, ki je označeno z rdečo črto, kot je prikazano na spodnji sliki, bo operativno območje novih enot, območje, ki je obkroženo z modro črto, pa bo začasno gradbišče.



Legenda

Rdeča črta: geografski obseg delovanja
Modra črta: začasno gradbišče

Slika 14 Območje Paks z označeno načrtovano jedrsko elektrarno

Skupno območje obsega 105,8 ha, od česar bodo operativni objekti in začasno gradbišče obsegali 29,5 ha in 76,3 ha. Operativno območje bo služila za namestitev enot jedrske elektrarne, pomožno opremo in sisteme, ki zagotavljajo podporo kot tudi druge stavbe, začasno gradbišče pa ponuja primerno lokacijo za fazo izgradnje in izvedbe.



Slika 15: Lokacija načrtovanih enot[14]

5.2 INFRASTRUKTURNE POVEZAVE NA OBMOČJU IZGRADNJE

Vir: Analiza predmetov izven obsega pogodbenika za nove enote jedrske elektrarne, ki bo zgrajena na območju Paks, 2013, MVM ERBE Zrt.

Naloga največje pomembnosti v pripravljalni fazi investicije je študija dosegljivosti razvojnega območja in zmožnost dostave velike količine opreme. Območje, označeno za gradnjo novih enot je dosegljivo po cesti, železnici in vodi, vendar pa fizično stanje trenutne infrastrukture ne omogoča ali delno omogoča dnevno gibanje ali dostavo velikih količin opreme v času vzpostavitve.

Obe – lokacija delovanja in izgradnje nove jedrske elektrarne sta dosegljivi po avtocesti M6 (izvoz Paks jug) in po glavni cesti št. 6. Ločena pasova vodita do severnega in do južnega vhoda v jedrsko elektrarno. Že vnaprej je bilo preučenih nekaj možnosti dostopa po cesti:

- ❖ Uvedba nove dostopne ceste z izvozom z avtoceste M6;
- ❖ Nadgradnja cestnega omrežja, ki povezuje sosednja naselja (Tengelic, Kölesd, Nagydorog, Némethkér in Bölcse) z glavno cesto št. 6 na 2 x 1 pas standardne širine;
- ❖ Razširitev in nadgradnja obstoječe poti do kraja Gerjen.

Cesta Gerjen-jedrska elektrarna Paks in trajektne oziroma ladijske storitve na reki Donavi lahko v projekt izgradnje vključijo mesto Kalocsa z okolico.

Glede **železniških** povezav je trenutno na območju samo železniška proga v smeri Pusztaszabolcs (Pusztaszabolcs-Dunaújváros-Paks, madžarske železnice so deloma elektrificirale 79 km odsek enotirne proge). Izvirni odsek je bil nad-

grajen v času gradnje jedrske elektrarne Paks in je primeren za osno obremenitev 20 ton; vendar pa je odsek treba posodobiti. Alternativno bi morali zgraditi tudi drugi tir.

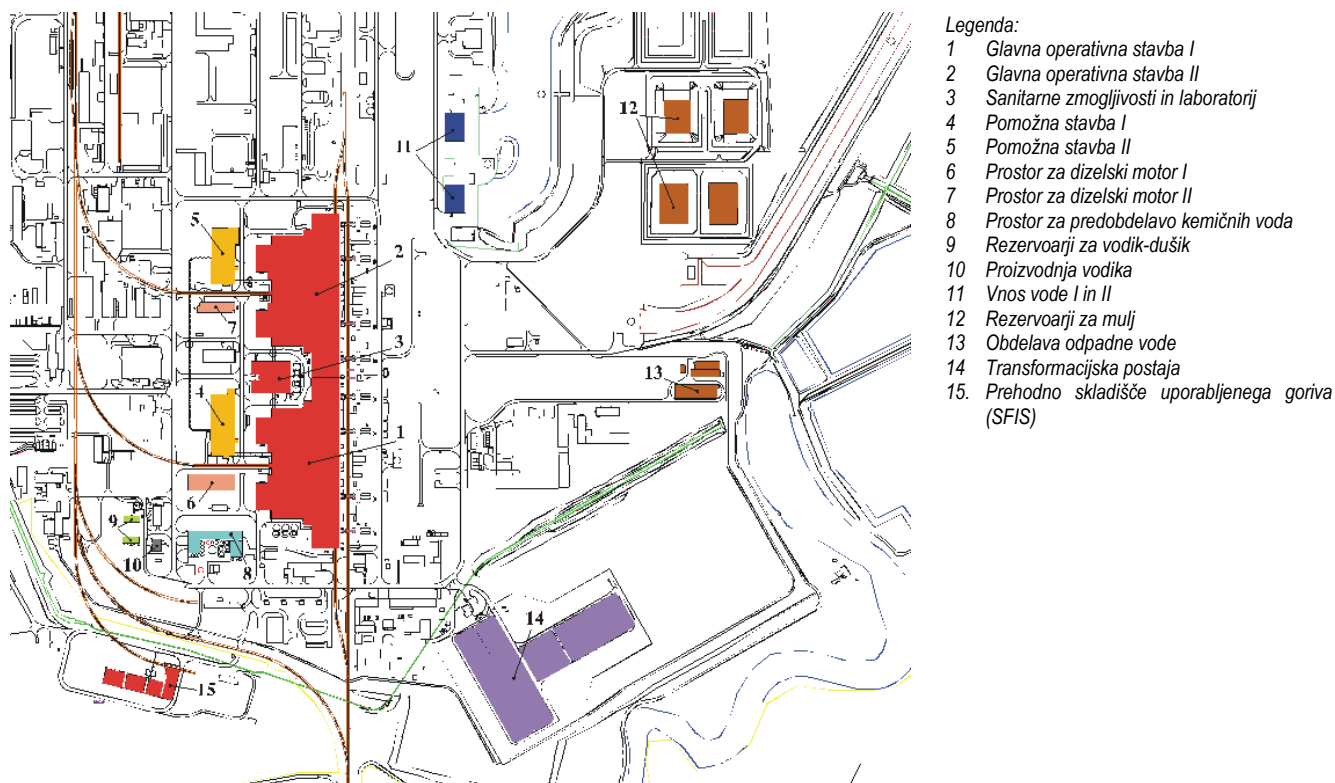
V zvezi z dostopom po **vodi** je treba povedati, da jedrska elektrarna Paks že ima pristanišče, ki pa bi moralo biti posodobljeno s premičnim žerjavom in najbrž tudi razširjeno.

Delovanje začasnega gradbišča nove jedrske elektrarne bo locirano severno od obstoječih enot jedrske elektrarne Paks, kjer trenutno ni na voljo neposredne oskrbe z vodo in ne odlagališča odpadkov, zato bo moralo biti rešeno tudi to vprašanje.

5.3 JEDRSKA ELEKTRARNA PAKS IN POVEZANE ZMOGLJIVOSTI



Slika 16: Pogled na dve enoti jedrske elektrarne Paks[13]



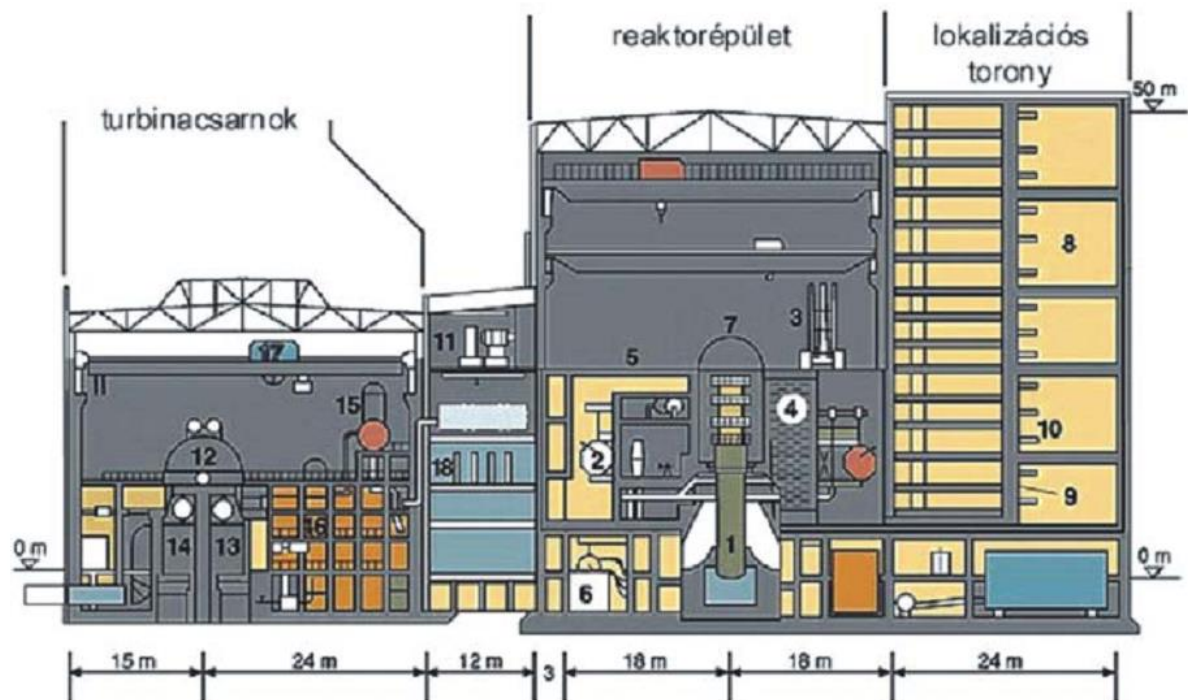
Slika 17: Jedrska elektrarna Paks in povezane zmogljivosti na območju Paks[15]

5.3.1 JEDRSKA ELEKTRARNA PAKS

Jedrska elektrarna Paks ima ključno vlogo v oskrbi z električno energijo na Madžarskem. Prve štiri enote so bile zagnane med letoma 1982 in 1987 z eni tlačnim, vodno hlajenim moderiranim reaktorjem VVER-440 tipa V-123 v vsaki enoti. Začetna nominalna zmogljivost enot je bila 440 MW_e. To je bilo s programom povečanja zmogljivosti nadgrajeno na 500 MW_e, kar pomeni, da je bila skupna nominalna zmogljivost elektrarne Paks povečana na 2000 MW_e. Izpust toplote vsake enote je 1485 MW_{th}, skupni izpust elektrarne pa 5940 MW_{th}.

Jedrska elektrarna Paks deluje na podlagi osnovne obremenitve elektrarne z izhodno obremenitvijo, ki jo ohranjajo kar najbolj stalno. Leta 2013 je proizvedla 15,369,6 GWh elektrike, kar je 50,7% madžarske bruto domače porabe elektrike.

Tehnologija jedrske elektrarne se deli na primarni in sekundarni vod. Primarni vod sestavlja jedro z glavnim vodnim tokokrogom in povezanimi sistemi primarnega voda ter drugimi pomožnimi sistemi. Glavna oprema primarnega voda je vertikalni cilindrični reaktor, kjer je aktivna cona. Reaktor uporablja za gorivo 42 ton uranskega-dioksida. Tlačni jedrski reaktor je moderiran in hlajen z lahko vodo (H₂O). Visoki tlak in visoka temperatura vode primarnega voda prenaša vročino iz reaktorja v sekundarni vod preko prenosnih cevi za toploto parnega generatorja. V sekundarnem vodu se toplota, ustvarjena v reaktorju transformira v kinetično in potem v električno energijo. V parnem generatorju voda hlapi in doseže turbine preko glavnega sistema. Para, ki izhaja iz turbin, se kondenzira na površinah prenosa toplote kondenzatorja, ki je hlajen z vodo iz reke Donave, in se vrača nazaj v parne generatorje. Jedrska elektrarna Paks uporablja vodo iz reke Donave za hlajenje in jo izpušča nazaj v Donavo po ogrevanju. Glavni transformatorji (2 za vsako enoto) prenašajo proizvedeno elektriko do 400 kV.



Turbinacsarnok	Stavba turbin
Reaktorépület	Stavba reaktorja
Lokalizációs torony	Stavba za lokalizacijo

Slika 18 Prečni prerez vzhod-zahod jedrske elektrarne Paks[16]

Ravnanje z gorivom in shranjevanje

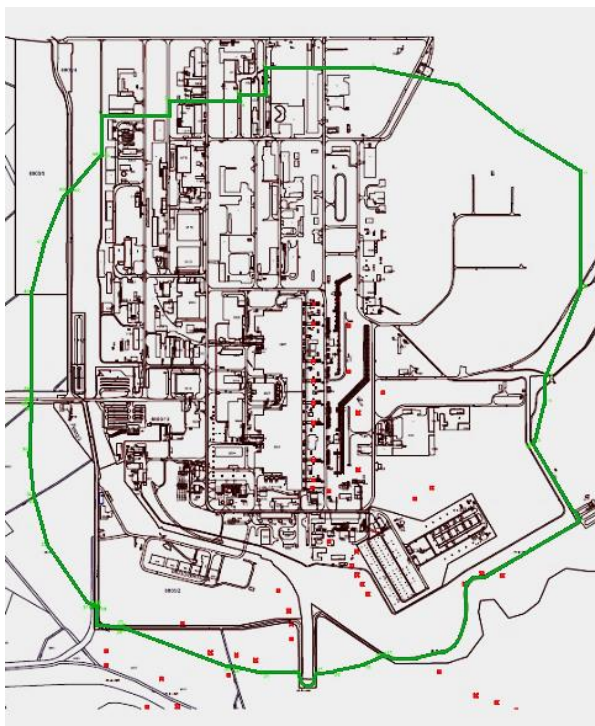
Sestava uporabljenega in porabljenega goriva, torej goriva, ki več ni primerno za uporabo v reaktorjih, mora biti shranjena v pod-kritičnih pogojih, mora biti zavarovana in zaščitena proti sevanju in mora biti ohlajena, da odvaja preostalo toploto. Po odstranitvi je porabljeno gorivo začasno shranjeno v gorivni mlaki z neodvisnim vodom hlajenja v neposredni bližini reaktorja.

Po shranitvi v gorivni mlaki za 3 do 5 let, so kasete s porabljenim gorivom transportirane v Prehodno skladišče goriva (KKÁT/SFIS), da bi bila gorivna mlaka pripravljena za neprekinjeno delovanje reaktorja.

Varnostna cona jedrske elektrarne Paks

Najmanjša širina varnostne cone v jedrski elektrarni Paks je 500 m, izračunano iz naslednjih elementov in struktur:

- stene prostorov črpalk za hlajenje vode v nujnih primerih na vodnem zajetju,
- stene vodov, kjer so črpalke za hlajenje vode v nujnih primerih in kjer so cevi zakopane v zemljo,
- stene prostora turbinskega motorja,
- stene prostorov črpalke za razsoljeno vodo,
- stene galerij električne prečne linije,
- stene hal za reaktorje, vključno s stenami lokalizacijskih stolpov,
- zunanje točke subterenskih rezervoarjev za gorivo dizelskih generatorjev,
- stene prostora za dizelski motor,
- stene pomožnih zgradb in
- stene ojačanega betonskega cevnega mostu.



Slika 19: Varnostna cona jedrske elektrarne Paks[15]

5.3.2 PODPOSTAJA 400 kV

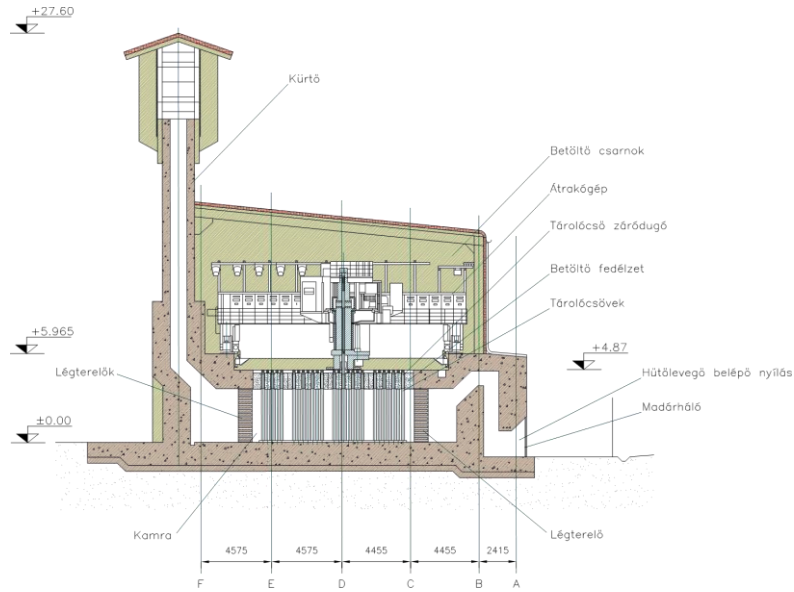
Elektrika, proizvedena s turbinami jedrske elektrarne Paks, se prenaša po glavnih transformatorjih z zmogljivostjo 400 kV. Glavni transformatorji so povezani z 400 kV nadzemnim električnim vodom do 400 / 120 kV podpostaje, ki sestavlja nacionalno omrežje, na jugovzhodni strani elektrarne Paks. 400 kV prenosne linije, ki tečejo od podpostaje, zagotavljajo glavne poti dobave proizvedene električne energije. 400 kV odsek postaje je povezan s 120 kV podpostajo in 120 kV prenosno linijo za dolge razdalje preko dveh 400 / 120 / 18 kV, 250 / 250 / 75 MVA transformatorjev. 400 kV podpostaja uporablja SF6 plinsko izolirano stikalno tehnologijo v ureditvi enega-in-pol prekinjala. 120 kV dej je tradicionalna podpostaja z dvema glavnima in eno pomožno linijo.

5.3.3 PREHODNO SKLADIŠČE UPORABLJENEGA GORIVA (SFIS)

Porabljeno gorivo med delovanjem jedrske elektrarne mora biti začasno shranjeno pred nadaljnjo obdelavo ali končnim shranjevanjem brez obdelave. Po shranitvi za 3 do 5 let v gorivni mlaki kasete s porabljenim gorivom prestavijo v Prehodno skladišče goriva (SFIS), ki je locirano poleg jedrske elektrarne Paks.

SFIS je modularni vmesni objekt za shranjevanje z zmogljivostjo, ki je lahko razširjena z dodanimi novimi zmogljivostmi skladišča. Skladno z aktom CXVI iz leta 1996 (Zakon o jedrski energiji) prehodno skladišče uporabljenega goriva spada k neprofitnemu Radioaktív Hulladékot Kezelő Közhatalnó Kft. SFIS je bilo zgrajeno v bližini jedrske elektrarne Paks, to je poseben jedrski objekt, neodvisen od operaterja elektrarne, ki ima svojo licenco za obratovanje in končno varnostno poročilo.

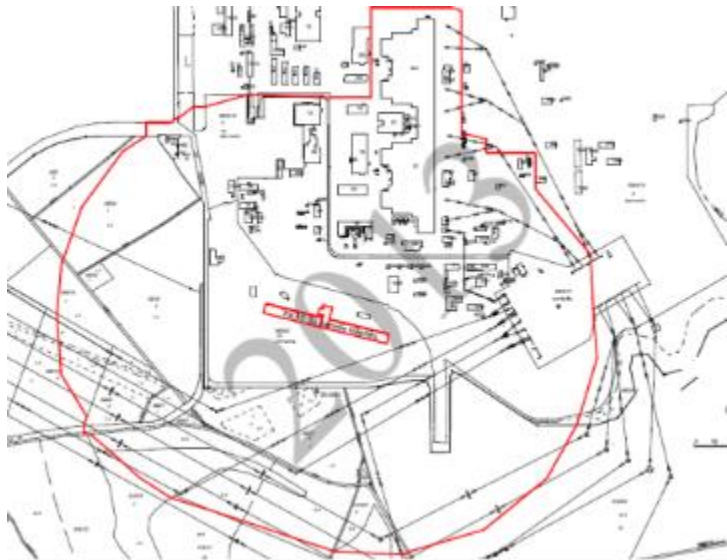
Prečni prerez shranjevalne komore, ki vsebuje shranjevalne cevi in zagotavlja naravno suhost, je ponazorjen na naslednji sliki.



Kürtő	Cev
Légterelő	Odvodi zraka
Betöltő csarnok	Nakladalna komora
Átrakógép	Stroj za prenos
Tárolócső záródugó	Vtič za shranjevalno cev
Betöltő fedélzet	Nakladalna ploščad
Tárolócsövek	Shranjevalne cevi
Hűtőlevegő belépő nyílás	Vhod za hlajenega zraka
Madárháló	Lovilna mreža
Kamra	Komora

Slika 20: Prečni prerez SFIS[15]

Varnostna cona SFIS



Slika 21: Varnostna cona SFIS[15]

5.4 OPAZOVALNI SISTEMI V SOSEŠČINI JEDRSKE ELEKTRARNE PAKS

Kot vsi objekti za proizvodnjo električne energije tudi jedrska elektrarna Paks neprenehoma opazuje svoje značilne izpuste v okolje, ki so potrebni spremljajoči elementi tehnologije, kot tudi pojave v okolju (imisija) in izdela poročilo s povzetki o tem, glej okoljsko poročilo MVM Paks Atomermű Zrt za leto 2013.

5.4.1 NADZOR TRADICIONALNIH KAZALCEV OKOLJSKIH POGOJEV

5.4.1.1 Nadzor nad odpadnimi vodami in izpusti uporabljene vode

Odpadna in uporabljena voda je pod nadzorom skladno s samorevizijskim načrtom, ki ga je odobril DdKTVF.

- V1 vzorčenje in postaja oddaljenih meritev: vzorčenje voda hladne vode
- V2 vzorčenje in postaja oddaljenih meritev: vzorčenje voda tople vode
- V4 postaja za vzorčenje (vzorčno črpanje iz kasete naprave za razširitev energije): vzorčenje mešanice uporabljene vode in očiščene odpadne vode, ki je vrnjena v Donavo; konvencionalne meje izpustov veljajo na tej točki
- Območje širjenja črpalnega jaška: kakovost odpadne vode, ki je prenesena na čistilno napravo mesta Paks (z določeno mejno vrednostjo).
- Druga mesta vzorčenj: pred in po obratu za obdelavo komunalne odpadne vode, pri napravi za obdelavo, pri bazenu za mulj in bazenu za kemično odpadno vodo

5.4.1.2 Izpostavljenost Donave toploti

Pregled skladnosti z mejami obremenitve s toploto, ki veljajo za Donavo, se izvaja glede na samorevizijski načrt, ki ga je odobril DdKTVF. Skladno z določbami tega načrta mora biti temperatura vode, vzete iz Donave, in temperatura vode, vrnjene v Donavo, stalno merjena in če temperatura vode, vrnjene v Donavo, preseže 25 °C, se meri tudi temperatura vode v Donavi 500 m nizvodno od mesta, kjer je bila izmerjena temperatura izpusta.

5.4.1.3 Opazovanje površinskih voda

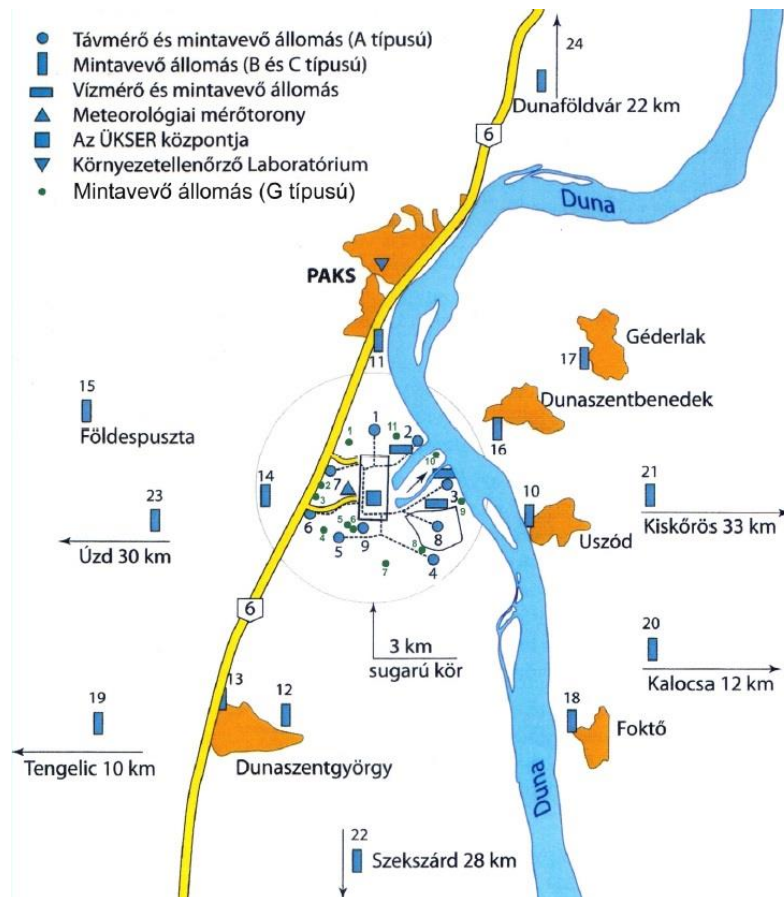
Za opazovanje potencialnih virov onesnaževanja okolja jedrska elektrarna Paks upravlja sistem opazovanja površinskih voda, kot je to zahtevano z okoljskim dovoljenjem. V sistemu, ki je bil vzpostavljen za opazovanje konvencionalnih izpustov, se merijo in analizirajo točke vzorčenja:

- Na izviri v soseščini delovanja zbiralnice tveganih odpadkov:
vrednosti pH, celotna sol, celotna nafta, KOl_{ps} , Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cr, Ni,
- Na področju izvirov blata:
vrednosti pH, prevodnost, celotna trdnost, celotna vsebina soli, amonijak, celotna nafta, KOl_{ps} , NO_3^- , Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cr, Ni, Cl^- ,
- Pri izviri, lociranih v bližini naftnih rezervoarjev:
vrednosti pH, vsebine nafte, NO_3^- , amonijak, Cl,
- Pri opazovalnih izviri, načrtovanih za območje delovanja:
pH, amonijak, nitrati, KOl_{ps} .

5.5 OPERATIVNI NADZORNI SISTEM ZA ZAŠČITO SEVANJA V OKOLJU (PERMS)

Okolje jedrske elektrarne Paks je bilo spremljano od leta 1978 z meritvami radioaktivnosti vzorcev, vzetih iz okolja iz osnovne raziskave za kontinuirane operativne meritve.

Teritorialna razporeditev radiološkega in okoljskega sistema opazovanja jedrske elektrarne Paks je prikazana na sliki 22.



Távmérő és mintavevő állomás (A típusú)	Postaja za oddaljeno merjenje in vzorčenje (tip A)
Mintavevő állomás (B és C típusú)	Postaja za vzorčenje (tip B in C)
Vízmerő és mintavevő állomás	Postaja za meritve voda in vzorčenje
Meteorológiai mérőtorony	Meteorološki opazovalni stolp
Az ÜKSER központja	Center PERMS
Környezetellenőrző Laboratórium	Laboratorij za opazovanje okolja
Mintavevő állomás (G típusú)	Postaja za vzorčenje (tip G)

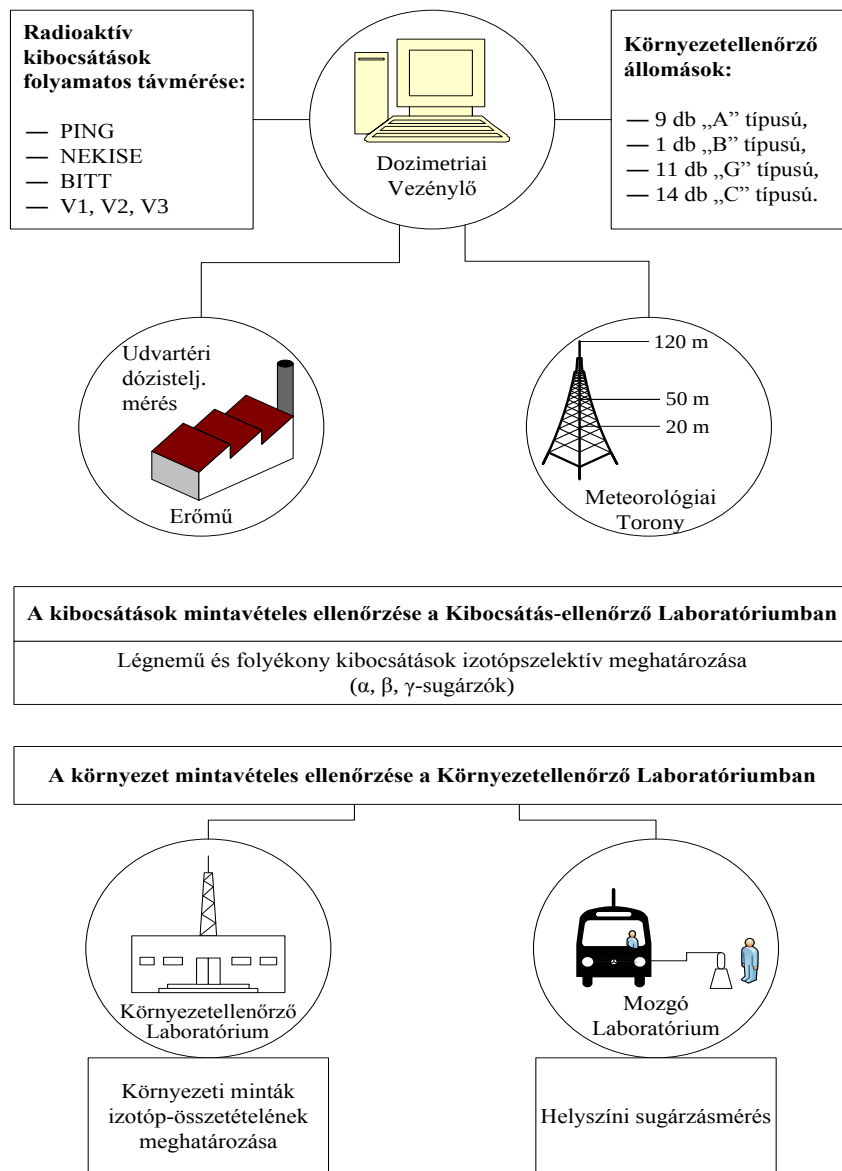
Slika 22: Geografska lokacija radiološkega in okoljskega nadzornega sistema v jedrski elektrarni Paks[17]

Te meritve so izvedli jedrska elektrarna Paks, različni organi in druge ustanove.

Osnovni namen jedrskega okoljskega opazovanja je preučiti izpuste radioaktivnih substanc iz jedrske elektrarne, kasnejše pojave v okolju in prepoznati stopnje sevanja v okolju.

Kontinuirano opazovanje v bližini jedrske elektrarne Paks mora izvajati Operativni nadzorni sistem zaščite pred sevanjem v okolju (PERMS). Povzetek poročila o ugotovitvah v zvezi z meritvami radiacije v okolju in radioaktivnih koncentracij, ki temelji na vzorčenju individualnih okoljskih medijev, je vsako leto objavljen pod naslovom Dejavnost zaščite pred sevanjem v jedrski elektrarni Paks.

Struktura dvostopenjskega radiološkega in okoljskega opazovalnega sistema jedrske elektrarne Paks je prikazana na naslednji sliki.



Radioaktiv folyamatos távmérése	Kontinuirano daljinsko opazovanje radioaktivnih izpustov
Dozimetriai Vezénylő	Prostor za nadzor doziranja
Környezetellenőrző állomások:	Okoljske opazovalne postaje:
- 9 db A típusú	- 9 tipa A
- 1 db B típusú	- 1 tipa B
- 11 db G típusú	- 11 tipa G
- 14 db C típusú	- 14 tipa C
Udvertéri dózistelj. mérés	Merjenje doziranja na dvorišču
Erőmű	Elektrarna
Meteorológiai Torony	Meteorološki stolp
A kibocsátások mintavételes ellenőrzése a Kibocsátás-ellenőrző laboratóriumban	Opazovanje izpustov z vzorčenjem v laboratoriju za opazovanje izpustov
Légnemű és folyékony kibocsátások izotópszelektív meghatározása (α-, β- és γ- sugárzók)	Izotopska- izbirna definicija aeriformnih in tekočih izpustov (onesnaževalci α-, β- in γ)
A környezet mintavételes ellenőrzése a Környezetellenőrző Laboratóriumban	Okoljsko opazovanje z vzorčenjem v laboratoriju za opazovanje okolja
Környezetellenőrző Laboratórium	Laboratorij za opazovanje okolja
Mozgó Laboratórium	Mobilni laboratorij
Környezeti minták izotóp-összetételének meghatározása	Definicija zgradbe izotopov v okoljskih vzorcih
Helyszíni sugárzásmérés	Merjenje sevanja na lokaciji

Slika 23: Struktura dvostopenjskega radiološkega in okoljskega nadzornega sistema v jedrski elektrarni Paks [18]

Izpusti in pogoji v okolju se ocenjujejo z opazovanjem na dveh stopnjah:

- ❖ s kontinuiranimi meritvami
 - *omrežje spletnega daljinskega opazovanja meri najbolj pomembne radioaktivne izpuste (v zraku in tekoče) in obseg sevanja v okolju na kontinuirani osnovi.*
- ❖ z vzorčenjem
 - *Laboratorij za opazovanje izpustov uporablja izotopsko izbirne zelo natančne laboratorijske raziskovalne metode za izboljšanje natančnosti daljinsko izmerjenih vrednosti vzorcev, vzeti iz mest uhajanja.*
 - *Laboratorij za opazovanje okolja meri izotopsko selektivno radioaktivno koncentracijo, doze gama sevanja in stopnje doz različnih okoljskih vzorcev, vzeti iz okolja na območju 30 km od elektrarne.*

Oba laboratorija imata akreditacijo nacionalnega odbora za akreditiranje.

5.5.1.1 Radioaktivni izpusti in nadzor

Leta 2004 je začel veljati sistem omejitev izpustov, predpisan z odločbo št. 15/2001. (VI.8.) ministra za okolje. Primerja izpuste v zraku in tekoče izpusti v izotopsko specifične meje izpustov, ki izhajajo iz omejitev doz (90 $\mu\text{Sv}/\text{leto}$) in so določene za jedrsko elektrarno Paks.

Leta 2013 je jedrska elektrarna Paks uporabila 0,26% limita izpustov, kar pomeni, da je bilo izpustov za 0,26% od dovoljenih izpustov.

Izkoriščanje limitov za tekoče izpuste je bilo $1,77 \cdot 10^{-3}$ oziroma 0,18%, medtem ko je bilo uporabljenih $7,77 \cdot 10^{-4}$ ali 0,08% limita zračnih izpustov.

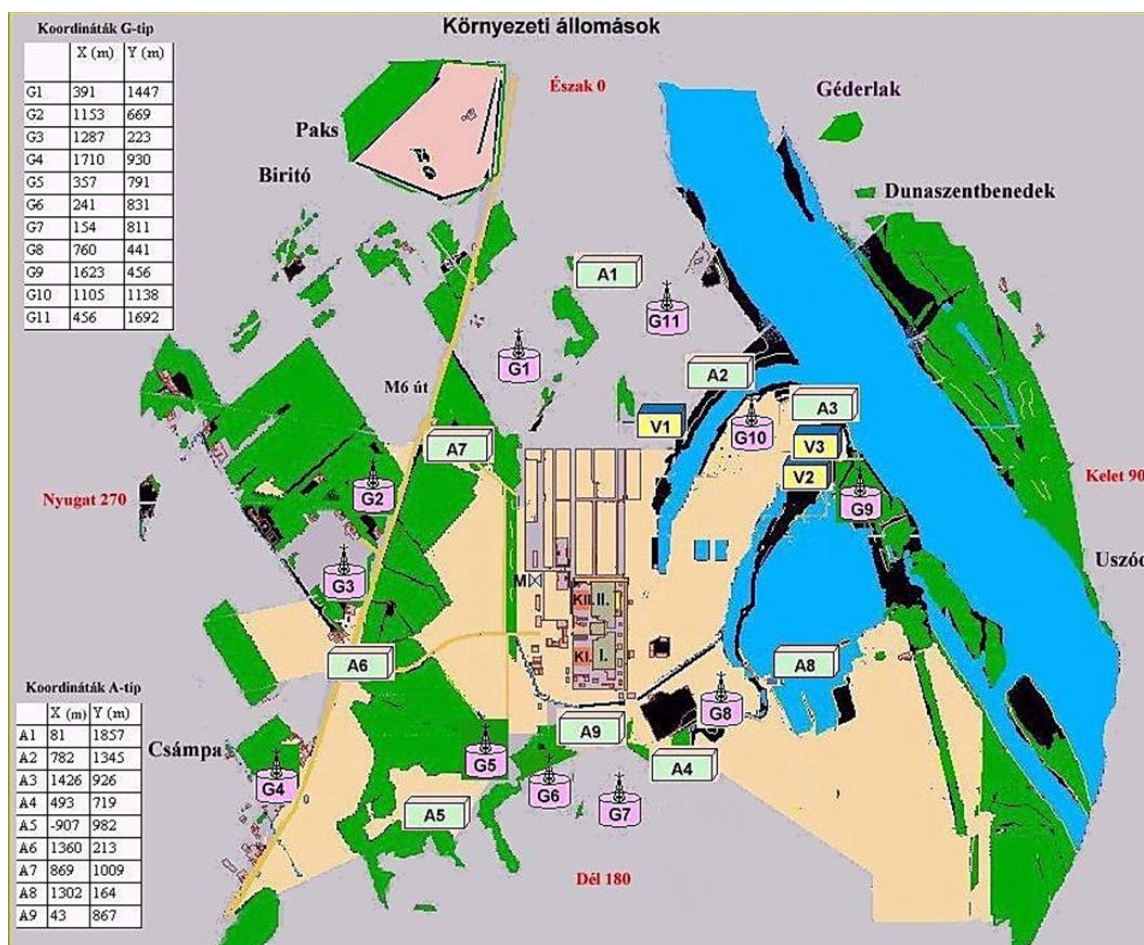
Izkoriščanje je bilo podobno v prejšnjih letih: 2012 – 0,26%, 2011 – 0,20%, 2010 – 0,25%, 2009 – 0,22%.

5.5.1.2 Ocena stanja v okolju

Stanje v okolju, ki je bilo ocenjeno z analizo rezultatov naslednjih meritev:

- merjenje radioaktivne koncentracije v zraku, na prostem, v prsti, vodah in naravni vegetaciji (trava),
- dejavnosti meritev na vodni površini (Donava, ribniki, lovilni odtoki), vodi, v mulju in vzorcih rib,
- merjenje aktivnih koncentracij v določenih vzorcih hrane (mleko),
- merjenje gama radiacijske doze in stopnje doziranja v okolju.

Naslednja slika prikazuje lokacijo oddaljenih meritvenih postaj, ki opazujejo stanje okolja v bližini jedrske elektrarne Paks.



Környezeti Állomások	Okoljske postaje
Koordináták G-típus	Koordinate tipa G
Koordináták A-típus	Koordinate tipa A

Slika 24: Oddaljene merilne postaje tipa A in tipa G za opazovanje okolja v bližini jedrske elektrarne Paks[19]

5.5.1.2.1 Oddaljeni merilni sistemi

Oddaljeni merilni sistemi v krogu 1,5 km od lokacije jedrske elektrarne Paks

- 9 tipa "A" merilnih in postaj za vzorčenje (A1-A9)
 - merjenje stopnje gama doze (spletno)
 - (spletno) merjenje skupnih beta aktivnih koncentracij v aerosolih
 - (spletno) merjenje radio-jodida v elementu in organskih fazah
 - jemanje vzorcev aerosolov in jodida za laboratorijske meritve (tedensko in mesečno)
 - ³ vzorčenje na prostem (mesečno)
 - t/¹⁴c vzorčenje (t: izparevanje in vodik), ¹⁴C: CO₂ in CO₂ + C_nH_m); (mesečno)
- 11 postaj tipa "G" (G1-G11)
 - merjenje stopnje gama doze (spletno)

³radioaktivni izotopi na prostem v zraku se lahko nabirajo s skladiščenjem (gravitacijska precipitacija) ali kot rezultat erozije, ki jo povzroči dež ali sneg. Ti procesi so skupno imenovani "na prostem".

Oddaljeni merilni sistemi v krogu 30 km od lokacije jedrske elektrarne Paks

- 1 postaja za meritve in vzorčenje tipa "B" (B24) – **Nadzorna postaja Dunaföldvár**
za namen določitve nadzora stopnje v ozadju so izvedene iste meritve kot na postajah tipa "A".
- 15 postaj tipa "C"
 - meritve doz, ki se izvajajo s termo-luminescentnimi detektorji (TLD) (mesečno)
 - vzorčenje in analiza na prostem (periodično)

5.5.1.2.2 Vzorčenje, laboratorijski testi

- vzorci vode na točkah vzorčenja vode v1, v2 in v3 (dnevno vzorčenje za skupne gama, skupne beta in mesečna ali četrletna vzorčenja za izotopske selektivne meritve)
- vzorci vode v vzorcih mulja
 - Donava, ribniki, lovni odtoki, bazen za mulj/blato (četrletno)
 - Donava odvodne vode Fadd (mesečno)
- vzorci prsti in trave iz bližine daljinskih opazovalnih postaj (periodično)
- vzorci mleka iz mlekarn Dunaszentgyörgy in Tengelic (mesečno)
- vzorci rib iz ribnikov za ribarjenje (četrletno)

5.5.1.2.3 Meritve aktivnih koncentracij tritija v podzemnih vodah

Za merjenje vsebnosti tritija v podzemnih vodah pod glavno stavbo ima jedrska elektrarna Paks opazovalni sistem, da bi ustrezala zahtevam oddelka 13-2 a resolucije HA-4797 (naloge IBJ) OAH.

Testi v osnovi temeljijo na omrežju opazovalnih izvirov voda okrog jedrske elektrarne, sestavlja jih skoraj 140 izvirov, od katerih jih 52 mesečno ali letno vzorči Oddelek za radiološko in okoljsko zaščito. Meritve aktivnih koncentracij tritija v vzorcih se izvajajo s skupnimi beta in gama spektrometričnimi meritvami, ko koncentracija tritija preseže 500 Bq/dm³. V okviru opazovanja okolja so nameščene posode za vzorce vode v 25 izvirov, katerih glavni namen je zaznavanje drugih radioaktivnih substanc, ki bi lahko bile prisotne (gama spektrometrija enkrat na 2 meseca, ¹⁴C enkrat na 4 mesece, ^{89,90}Sr enkrat na 4 mesece, Pu-TRU trans-uran enkrat na 8 mesecev z povprečno večjih volumnov vzorcev - 20 litrov na mesec), kar je dodatek k opazovanju tritija.

Letna dodatna izpostavljenost sevanju tritija iz podzemnih voda je približno 0,01 nSv/leto, kar je praktično zanemarljivo v primerjavi z izpostavljenostjo elektromagnetnim poljem, ki izhaja iz sevanja v ozadju, ki je okrog 20% višja (2,4 mSv/) na Madžarskem od globalnega povprečja (2,4 mSv/leto), saj je 3 ali na določenih krajih 4 mSv/leto.

5.5.1.3 Dodatna izpostavljenost prebivalstva sevanju

Na podlagi podatkov o izpustih in metodoloških podatkov za leto 2013 ob normalnem delovanju je letna dodatna izpostavljenost prebivalstva sevanju, ki izhaja iz normalnega delovanja elektrarne, prikazana na spodnji tabeli.

Mejna doza	μSv/leto	90
Doza pri prebivalstvu	μSv/leto	4,83 · 10 ⁻²
Izkoriščenost mejne doze	%	5,37 · 10 ⁻²

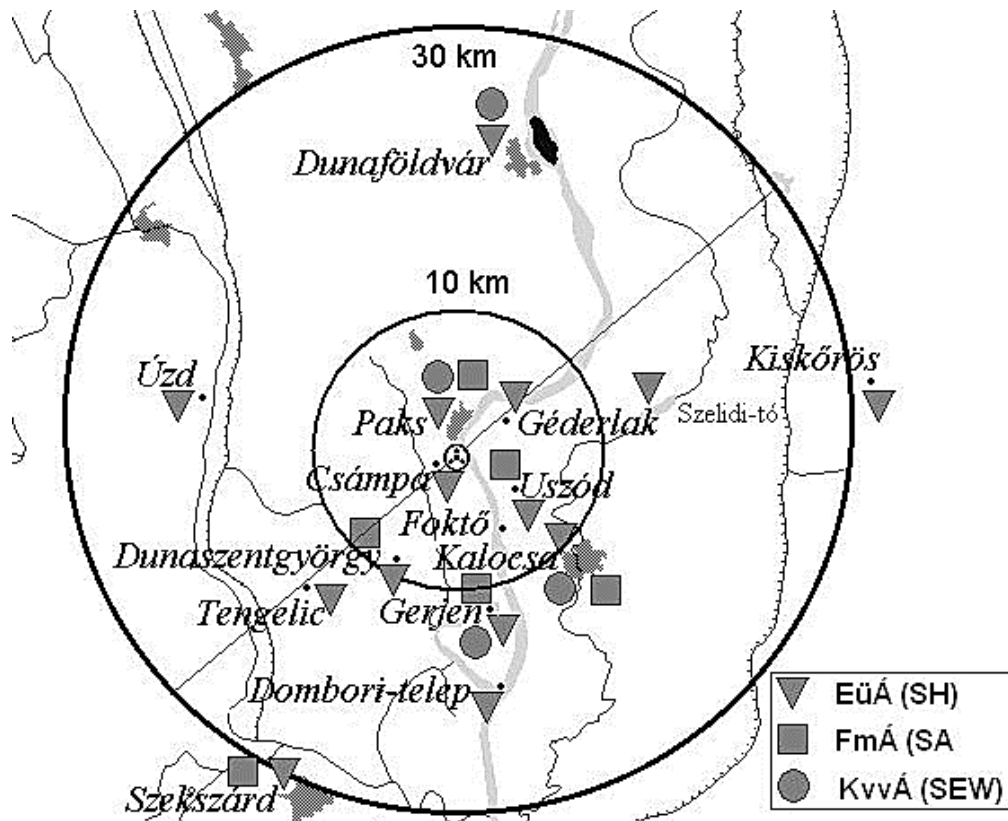
Tabela 8: Mejna izkoriščenost doze sevanja na območju jedrske elektrarne Paks - 2013[19]

Skladno z izračuni je bila kot rezultat normalnega delovanja jedrske elektrarne Paks za leto 2013 dodatna izpostavljenost elektromagnetnim poljem 48,3 nSv, kar je 0,0537% od 90 Sv dovoljene letne doze.

Ta dodatna izpostavljenost sevanju je identična učinkoviti dozi, ki jo prejmemo, če smo pol ure na zraku, torej ne pomeni praktično nobenega tveganja za zdravje in prebivalstvo je izpostavljeno zanemarljivi količini dodatnega sevanja.

5.6 POVEZANI NADZORNI SISTEM SEVANJA V OKOLJU (JERMS)

Povezani nadzorni sistem sevanja v okolju (JERMS) izvajajo oblasti, da bi preverile zaščito pred sevanjem pri delujočih elektrarnah vzporedno z meritvami, ki jih izvaja jedrska elektrarna Paks.



Opomba:

EüÁ	Skrb za zdravje
FmÁ	Kmetijstvo
KvVÁ	Okolje in upravljanje z vodami

Slika 25: Uradna merilna mesta v krogu 30 km od jedrske elektrarne Paks[4-13]

Člani JERMS so naslednja ministrstva:

Ministrstvo za človeške vire (EMMI), oddelek za zdravje (EüÁ)
Ministrstvo za kmetijstvo (FM)
Oddelek za kmetijstvo (FmÁ)
Oddelek za okolje in upravljanje z vodami (KvVÁ)

V okviru pregledov teh organov se dodatno izvaja raziskava atmosferskih in vodnih okoljskih izpustov, narejene pa so tudi laboratorijske analize vode in blata iz Donave, prsti, rastlin in vzorcev mleka.

Dodatno k meritvam višine doz sevanja v zraku morajo od leta 2001 ustrezni organi izvajati meritvene dejavnosti še za naslednje:

- aerosoli v atmosferi,
- na prostem, izsušena področja
- površinske vode (reke, naravna in umetna jezera, kanali)
- pitna voda (izviri, globina)
- odlaganje (reke, naravna in umetna jezera)
- prst in vzorci trave (obdelana in neobdelana zemlja, vrtovi, travniki in obcestne površine)
- listna zelenjava (rastline z vrtov za prehranjevanje, surova hrana, sadje)
- meso (svinjina, govedina, ovčatina, perutnina, divjačina, ribe)
- nepredelano mleko.

V teku ocene vplivov na okolje Paks II so bili analizirani podatki, izmerjeni z JERMS in so podrobno predstavljeni v poglavju z naslovom Radioaktivnost v okolju.

Pod naslovom *Poročilo povezanega nadzornega sistema sevanja v okolju* JERMS objavlja letna poročila o svojih dejavnostih, ki jih izvaja v okviru rednih nadzorov soseščine jedrske elektrarne Paks. Poročila vsebujejo ugotovitve, zabeležene v letih 1999-2012, so javna in se jih lahko prenese s spletne strani JERMS:

<http://www.hakser.hu/eredmenyek/eredmenyek.html>.

5.7 NACIONALNI NADZORNI SISTEM SEVANJA V OKOLJU (NERMS)

Po vladni odločbi št. 275/2002. (XII.21.) Korm. ključna odgovornost Nacionalnega nadzornega sistema sevanja v okolju (NERMS) vključuje na državni ravni zbiranje rezultatov meritev naravne in od človeka povzročene radiacije v okolju, ki ji je izpostavljeno prebivalstvo, in koncentracije radioaktivnih materialov v okolju.

Meri se naslednje:

- stopnja doze sevanja v okolju,
- aktivna koncentracija radioaktivnih izotopov,
 - v okoljskih elementih (zrak, prst, površinske vode, naravne in kmetijske rastline, divja favna in živa bitja),
 - v hrani na živalski in rastlinski osnovi, ki jo uživa prebivalstvo, in v surovih materialih,
 - v pitni vodi,
 - v sestavi materialov in surovih materialov,
- aktivna koncentracija radona in derivatov na prostem in v zgradbah,
- interna radioaktivna onesnaženost človeškega telesa.

Povzetki poročila NERMS za leto 2012

Vir: [4-15]2012 Poročilo nacionalnega nadzornega sistema sevanja v okolju (madžarska krajšava: NERMS)[12/27/2013]

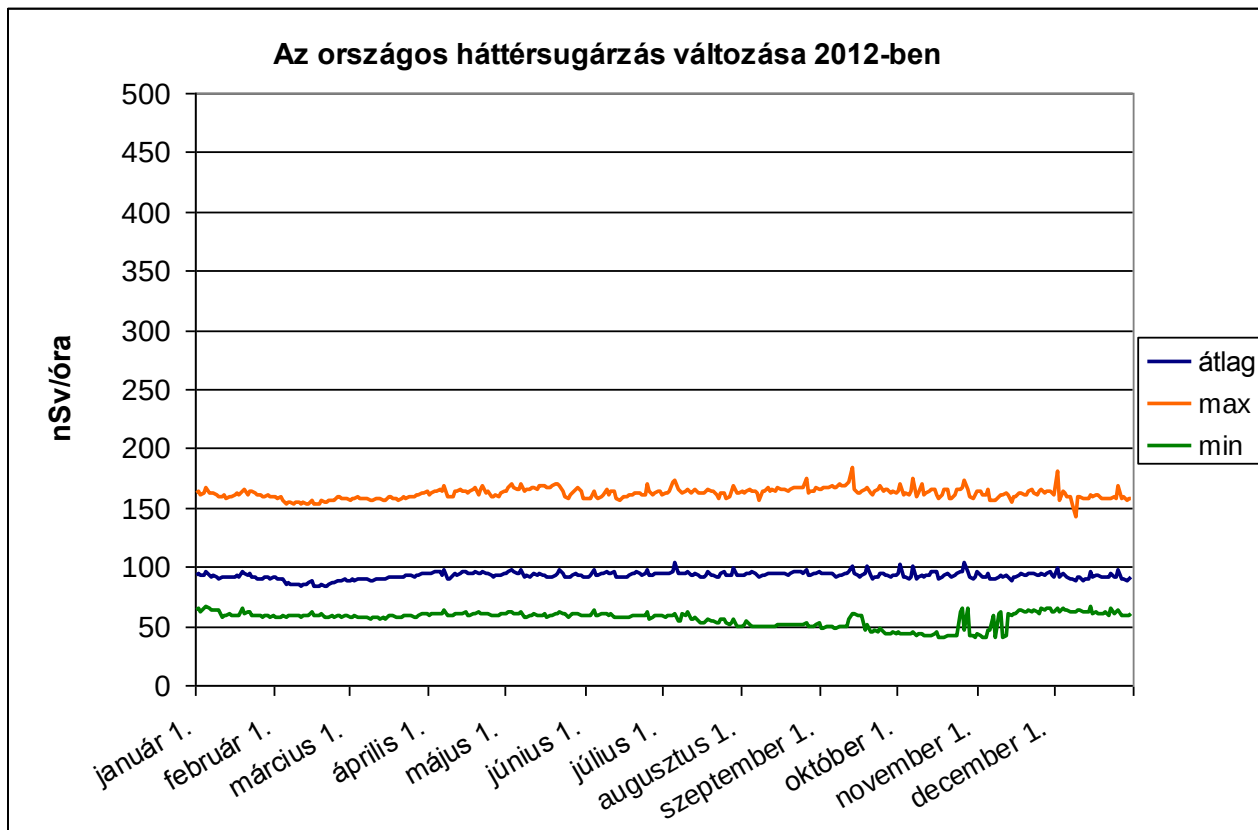
Poročilo nacionalnega nadzornega sistema sevanja v okolju (NERMS) za leto 2012 povzema rezultate meritev, izvedenih na Madžarskem, kot sledi:

“Potrebno je poudariti, da je skladno z ustreznimi pravili, ki jih predpisuje Evropska unija {Po Černobilu 733/2008/EC, uredba Sveta št. 733/2008 z dne 15. julija 2008 o pogojih, ki urejajo uvoz kmetijskih izdelkov, ki izhajajo iz tretjih držav, po nesreči v jedrski elektrarni Černobil (kodirana različica); uredba Sveta (EC) št. 1048/2009 podaljšuje veljavnost do 31. marca 2020} (UL L-201 z dne 30/07/2008, stran 1)} najvišja dovoljena stopnja akumulirane maksimalne radioaktivne stopnje v okvirih cezija-134 in -137 600 Bq/kg (370 Bq/kg za mleko in mlečne izdelke ter v prehranskih dodatkih, namenjenih za prehrano dojenčkov) najvišja izmerjena vrednost v letu 2012 v obdelani hrani na Madžarskem ostala pod 40 Bq/kg.

“Končno omenjamo tudi, da je izpostavljenost prebivalstva sevanju zaradi človeških virov – razen tiste za medicinske namene – ocenjena na vrednost med 3 in 6 μSv na Madžarskem v zadnjih letih, medtem ko je izpostavljenost sevanju zaradi naravnih virov višja za skoraj tri velikostne rede.”

“V povzetku se da razbrati, da glede na oboje rezultate meritev, na nacionalni ravni, in na ravni opazovanja okolja, ki ga izvaja specifični objekt, so aktivnosti radioaktivnih elementov, ki so predmet licenciranja, na zanemarljivi ravni in praktično nimajo vpliva na okolje in na prebivalstvo, saj koncentracija radioaktivnih izotopov ostaja pod mejnimi vrednostmi v veliko različnih vzorcih.”

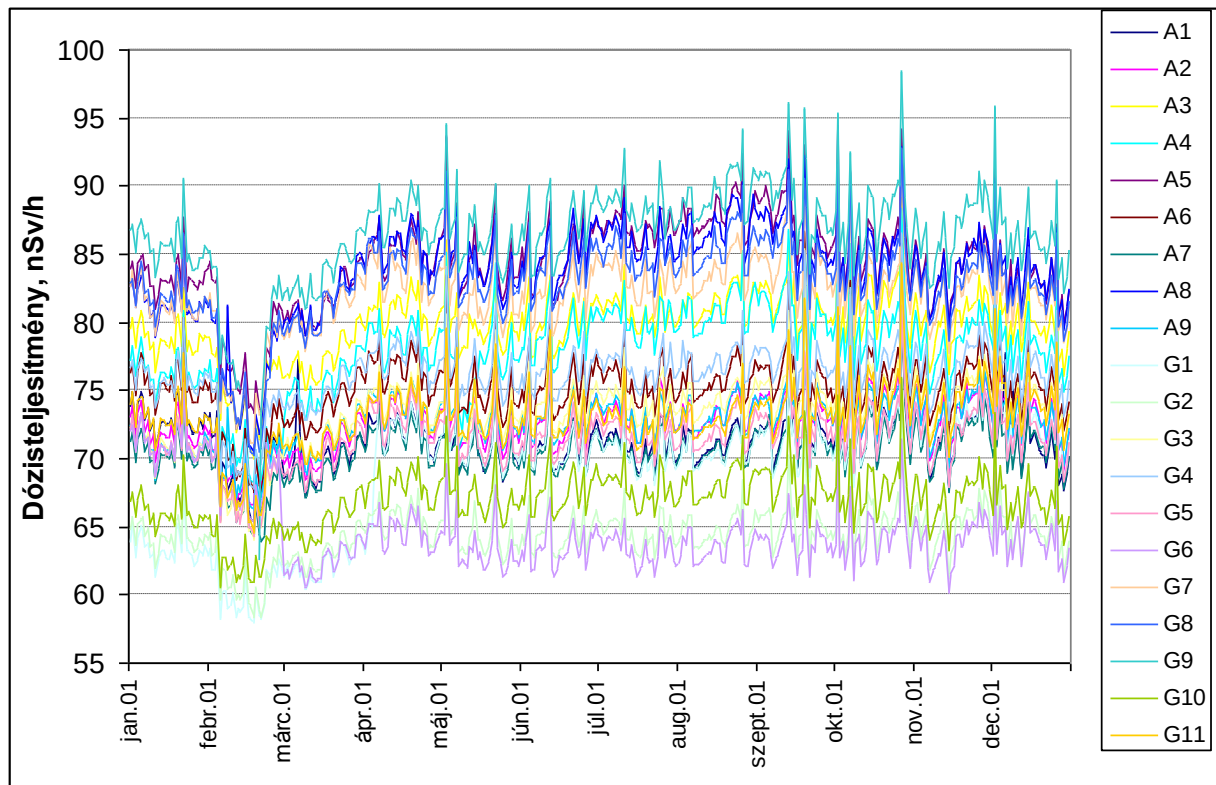
Da bi okarakterizirali pogoje, ki prevladujejo na Madžarskem, naslednja slika prikazuje spremembe v nacionalnem povprečnem in dnevnem najvišjem in najnižjem gama doziranju, kar ponazarja prevladujoče pogoje na Madžarskem.



Az országos háttérsugárzás változása 2012-ben	Spremembe sevanja v ozadju, 2012
nSV/óra	nSv/h
átlag	povprečno
max.	največ
min.	najmanj
január 1.	1. januar
február 1.	1. februar
március 1.	1. marec
április 1.	1. april
május 1.	1. maj
június 1.	1. junij
július 1.	1. julij
augusztus 1.	1. avgust
szeptember 1.	1. september
október 1.	1. oktober
november 1.	1. november
december 1.	1. december

Slika 26: Spremembe v nacionalnem povprečju, največjih in najmanjših gama dozah leta 2012[22]

Dnevne doze, izmerjene s poskusi stopenj doz, ki vključujejo okoljski opazovalni sistem jedrske elektrarne Paks leta 2012 za tipa "A" in "G" postaj za opazovanje okolja, se vrednosti doz gibljejo med 58 in 98 nSv/h v okolici jedrske elektrarne Paks. Te vrednosti ponazarjajo nižji razpon vseh vrednosti, izmerjenih na Madžarskem. Začasne spremembe v izmerjenih vrednostih so prikazane spodaj.



Dózisteljesítmény, nSv/h – stopnja doziranja nSv/h

Slika 27: Dnevne doze leta 2012 v jedrski elektrarni Paks, merjene na okoljskih nadzornih postajah

5.8 POVZETEK TOPOGRAFSKIH ZNAČILNOSTI IN LASTNOSTI NA OBMOČJU PAKS

Na lokaciji Paks je veliko ugodnih značilnosti za vzpostavitev novih enot jedrske elektrarne:

- jedrska elektrarna v Paksu obratuje že več kot 30 let,
- prebivalstvo, ki živi v bližini, je sprejelo obstoj in delovanje jedrske elektrarne Paks,
- lokacija in okolje jedrske elektrarne Paks je temeljito raziskovano in preučeno območje,
- vplivi, ki so rezultat delovanja jedrske elektrarne Paks, so stalno nadzorovani z nadzornimi sistemi na lokaciji in v okolici,
- lokacija elektrarne je neposredno na obrežju Donave,
- Donava je vir vode za hlajenje,
- zahtevana infrastruktura je na lokaciji že vzpostavljena in razpoložljiva,
- lokacija ima lahek dostop po cesti in železnici,
- del gradbenega materiala in večje opreme je lahko transportiran po vodi,
- zaradi posebnega površja območja so zagotovljeni nadzori poplav in izlivov odvečnih površinskih voda,
- ugodne meteorološke značilnosti,
- v okolici jedrske elektrarne v krogu 30 km je gostota prebivalstva pod nacionalnim povprečjem, razen v mestu Paks,
- dostop do nacionalnega električnega omrežja je že vzpostavljen,

- v regiji je na voljo kvalificirana in ustrezno usposobljena delovna sila za delo v jedrski elektrarni,
- zaradi dobrih naravnih in infrastrukturnih virov je Paks dobra možnost za namestitev ljudi, ki bodo zaposleni pri gradnji in kasneje pri delovanju nove jedrske elektrarne.

Skladnost z geološkimi in zahtevami za jedrsko varnost bodo podrobno evalvirane in certificirane v okvirnem postopku licenciranja madžarskega organa za jedrsko energijo, ki bo izveden na podlagi pravil za jedrsko varnost (NSR), kot je zapisano v aneksu k vladni odločbi št. 118/2011. (VII.11.) o zahtevah za jedrsko varnost jedrskih objektov in povezanih dejavnostih oblasti.

6 MOŽNE METODE HLAJENJA NOVIH JEDRSKIH ENOT S KONDENZATORJEM

6.1 ZAHTEVE ZA HLAJENJE IN OPCIJE ZA ELEKTRARNE S KONDENZATORJI

V primeru vseh vrst hlajenih elektrarn zakoni fizike narekujejo, da je večina toplote, ki se sprosti z izpustu zaradi goriva – ali gorivnih palic v primeru jedrskih elektrarn – in ne more biti uporabljena za proizvodnjo električne energije, je izpuščena v okolje, ki deluje kot končni absorbent toplote. Razlog za to je, da kondenzator ne more biti ohlajen na temperaturo, nižjo od temperature okolja. To tudi pojasnjuje učinkovitost tega cikličnega procesa.

V primeru sodobni jedrskih elektrarn s trenutno tehnologijo, se približno 65-67% toplote, ki se sprosti v reaktorju, eventualno sprosti v okolje pri temperaturi, ki je blizu temperaturi okolja.

V dodatku pri proizvodnji električne energije je toplota proizvedena tudi v primarnem in sekundarnem vodu jedrskih elektrarn, ki ne more biti uporabljena za proizvodnjo elektrike in ki jo odvajajo hladilni sistemi. Odvečna toplota, proizvedena v primarnem vodu jedrske elektrarne se odvaja s tako imenovanim hladilnim vodnim sistemom v nujnih primerih; kondenzacija toplote, ki mora biti ekstrahirana iz kondenzatorja v sekundarnem vodu, se odvaja s kondenzatorskim vodnim sistemom; toplota, ki se proizvede s tehnološkimi sistemi sekundarnega voda, pa se odvaja s tehnološkim sistemom vodnega hlajenja.

Več kot 95% zahtev po hlajenju v jedrski elektrarni se ustvari s hlajenjem s kondenzatorjem.

Primarno so upoštevane naslednje možnosti za absorbiranje proizvedene toplote, odvisno od možnosti lokacije:

- reka z visokim donosom;
- večje jezero;
- morje.

V primerih, ko je na voljo večja količina vode v bližini jedrske elektrarne, se hlajenje izvaja z usmerjanjem hladne vode skozi kondenzator; to je tako imenovana metoda hlajenja s svežo vodo. Ogreta voda za hlajenje je izpuščena v morje ali reko.

Ko ni na voljo dovolj sveže vode za hlajenje, se uporablja jo mokri ali suhi stolpi za hlajenje. Voda v hladilnih stolpih kroži med hladilnim stolpom in kondenzatorjem. V tem primeru je večina toplote izpuščena z izparevanjem vode za hlajenje, preostanek toplote pa se absorbira v zrak preko transformatorja toplote.

Skoraj 75 odstotkov jedrskih elektrarn, ki trenutno obratujejo, uporablja hlajenje s svežo vodo, ostale pa hladilne stolpe.

V primeru načrtovanih novih enot jedrske elektrarne, so glavne tehnologije in večina pomožnih sistemov in objektov relativno malo odvisni od okolja vzpostavitve, vendar pa mora biti sistem ohlajevanja izbran na način, ki je specifičen za projekt, z upoštevanjem vseh značilnosti okolja lokacije namestitve. Načini ohlajevanja zelo vplivajo na tehnične in ekonomske značilnosti vplivov novih načrtovanih enot jedrske elektrarne.

6.2 SPLOŠNA REGULATIVA IN OMEJITVE, VELJAVNE ZA TOPLOTNE OBREMENTIVE V VODNEM OKOLJU

Topla voda, ki je izpuščena v vodno okolje (termalni izpust) lahko vpliva na življenje v vodi, vključno z ribami in drugimi vodnimi živimi bitji. Učinek na vodno floro in favno je lahko omejen z znižanjem temperature bode, preden je izpuščena in s povečanjem toplotnih izgub. Ti učinki se lahko urejajo z merili za upravljanje z mejnimi vrednostmi toplotnih izpustov v mešanem območju.

6.2.1 SPLOŠNI OKVIR REGULATIVE ZA IZPOSTAVITEV VODNEGA OKOLJA TOPLOTI

6.2.1.1 Evropska unija

Termalne izpuste omejuje Aneks I uredbe 2006/44 (EC) Evropskega parlamenta in sveta:

- ❖ V primeru ciprinidnih voda temperatura, ki je merjena nizvodno na točki termalnega izpusta (na robu mešane cone) ne sme presegati temperature brez vpliva za več kot 3%
- ❖ Termalni izpusti ne smejo povzročiti, da bi temperatura nizvodno na točki termalnega izpusta (na robu mešane cone) presegla 28°C.

Zaradi neuravnoteženega mešanja izpustne in prejemne vode, morajo biti cone višje temperature oblikovane znotraj mešane cone. Glavni dejavniki, ki vplivajo na mešano cono, vključujejo temperaturo, hitrost in količino izpuščene vode.

6.2.1.2 Madžarska

Splošna pravila, določena v vladni odločbi št. 220/2004. (VII. 21.), ki ureja zaščito kakovosti površinskih voda, in odločbe št. 28/2004. (XII. 25.) o mejah izpustov onesnaževalcev vode in pravil, ki urejajo te omejitve. Mejne vrednosti termalnih obremenitev vodnega okolja morajo biti specificirane na podlagi neodvisne analize z upoštevanjem občutljivosti in zmogljivosti obremenitve prejemne vode, da bi zavarovali želena kemična in ekološka ravnovesja. Ni pa navedene omejitve za izpust toplote in izpostavljenost toploti v odločbi št. 10/2010. (VIII. 18.) o omejitvah kontaminiranosti površinskih voda in pravilih, ki urejajo uporabo

Tabela I dodatka št. 4 v odločbi št. 6/2002. (XI.5.) ministra za transport in upravljanje z vodami (KvVM) o onesnaženosti površinskih voda, ki so določene kot viri ali rezerve pitne vode oziroma površinskih voda, ki so zaščitene zaradi ribjega življa, so navedene naslednje omejitve:

Kazalci kakovosti		Vode s postrvjo	Vode z mreno	Vode s poščičem
Temperatura*	°C	18	25	30
Sprememba temperature**	°C	1,5	3	5

Opomba:

Začasna odstopanja od mejnih vrednosti onesnaženja voda, ki so dovoljena s členom 12 (1)

** : temperatura, merjena nizvodno na točki toplotnega odstopanja (na robu mešane cone) ne sme preseči temperature brez vpliva za več kot vrednost, označeno zgoraj.

Tabela 9: Mejne vrednosti onesnaženja voda, v katerih so ribe

Do danes je bilo kategoriziranih le malo površinskih voda, navedene so v dodatku št. 7 odločbe št. 6/2002. (XI. 5.) ministra za transport in upravljanje z vodami. Donava na ta seznam ni vključena in zaradi ustreznega statuta (z dne 7. junija 2014) ni opredeljena kot voda s posebnim pomenom za ribe. Klasifikacija Donave ali določenih odsekov kot vode s posebnim pomenom za ribištvo, bi morala temeljiti na ekološki študiji ocene vplivov.

Praksa licenciranja

V postopku licenciranja tradicionalnih elektrarn pristojni organi določijo dovoljeno razliko med temperaturo odveden in nazaj spuščene vode ($\Delta T_{\max}$), najvišjo dovoljeno temperaturo vode, ki je lahko izpuščena ($T_{\max}$), povečanje temperature po mešanju (ΔT) in kraj merjenja.

6.2.2 VELJAVNA ZAKONODAJA ZA PROIZVAJANJE TOPLOTE V JEDRSKIH ELEKTRARNAH

6.2.2.1 Države članice Evropske unije

V izboru nekaterih držav članice so bile najdene naslednje zahteve.

Finska

Ne obstaja posebna ureditev za termalne izpuste jedrskih elektrarn na Finskem, omejitve določijo pristojni organi oblasti skladno z lokalnimi karakteristikami vsakega projekta.

Dve jedrski elektrarni, ki trenutno delujeta, to sta Olkiluoto in Loviisa, za hlajenje uporabljata morsko vodo. Meja izpusta za Olkiluoto je 30°C (tedensko povprečje), merjeno na razdalji 500 metrov od izpustnega kanala.

Za elektrarno Loviisa je mejna vrednost 34°C (urno povprečje), merjeno na točki izpusta.

Nemčija

V Nemčiji razlika med temperaturo vode, ki je zajeta, in tisto, ki je izpuščena, ne sme presegati 10 °C. Najvišja temperatura odvzete in vrnjene vode je odvisna od metode hlajenja: 30 °C pri hlajenju s svežo vodo za hlajenje, 33 °C v primeru odprtega sistema hladilnih stolpov in 35 °C v primeru zaprtega sistema hladilnih stolpov.

Količina vode, zajete iz morja, ne sme presegati 1/3 najnižjega donosa vode.

Švedska

Posebni pravil za odjem vode ni; meje za količino zajete vode in termalni izpust predpišejo pristojne oblasti skladno z lokalnimi karakteristikami vsakega projekta.

Tipično pa količina zajete vode za potrebe jedrske elektrarne ne sme preseči 200 m³/s (za lokacijo), dovoljeno povečanje temperature pa je 10°C.

6.2.2.2 Madžarska

Statutarna ureditev, ki velja za proizvodnjo toplote v hladilnem sistemu, ki deluje na svežo vodo

Objekti visoke prioritete in še posebej jedrske elektrarne so predmet posebne uredbe, ki je zajeta z odločbo št. 15/2001. (VI. 6.) ministra za okolje o izpustih radioaktivnih elementov v zrak in vodo v času uporabe jedrske energije, ter o nadzoru izpustov.

Člen št. 10 (1): na lokacijah visoke prioritete morajo biti upoštevana naslednja pravila za zaščito površinskih voda in voda, ki prenašanje tveganje proti termalni kontaminaciji:

- a) temperaturna razlika med vodo, ki bo izpuščena in vodo, v katero bo izpuščena, ne sme presegati 11°C ali 14°C, če je temperatura vode, v katero bo izpuščena, manj kot +4°C;
- b) temperatura prejemne vode, merjena kjerkoli v odseku 500 metrov nizvodno od točke izpusta, ne sme presegati 30°C.

Na podlagi člena št. 66 (1) akt LIII iz leta 1995 o splošnih pravilih varovanja okolja so druge omejitve obremenitve s toploto, ki so zahtevane za zaščito kakovosti vode, določene med licenciranjem uporabe okolja, ki jih določi nadzorni organ.

Statutarna ureditev, ki velja za proizvodnjo toplote s hladilni sistemi hladilnih stolpov

Statutarne ureditve, ki bi omejevala atmosferske obremenitve s toploto, ni in tudi ni znano, ali obstaja merska ali mejna vrednost za zaščito atmosferske čistosti za oceno učinkov izparevanja in kondenziranja.

6.3 METODE HLAJENJA, KI SO BILE UPOŠTEVANE V ZVEZI Z OBMOČJEM PAKS

Hladilni stolpi, predvideni za uporabo novih enot jedrske elektrarne Paks, so bili analizirani v posebnih študijah. Namen teh raziskav je bil izbrati hladilno metodo, ki je lahko zgrajena in lahko deluje najbolj ekonomično in z najboljšo možno tehnologijo in učinkovitostjo v okoliščinah in okoljskih pogojih in ki je skladna z okoljsko ureditvijo v načrtovani življenjski dobi.

Rezultati zelo podrobnih in poglobljenih analiz so pokazali, da sta dve metodi hlajenja, ki sta primerni za Paks, hlajenje s svežo vodo in hlajenje s hladilnimi stolpi. Ti dve opciji, to sta **sistem hlajenja s svežo vodo**, ki uporablja vodo iz Donave, in **sistem mokrega hlajenja s hladilnimi stolpi**, ki lahko deluje neodvisno od Donave na način hlajenja zraka.

6.3.1 HLAJENJE S SVEŽO VODO

V primeru hlajenja s svežo vodo – metoda, ki jo trenutno uporabljajo štiri obstoječe enote v Paksu – se odpadna toplota odstrani s kroženjem vode iz Donave preko kondenzatorja. Za to rešitev hlajenja se voda zajame s črpalkami, ki izčrpajo vodo iz Donave in jo preko ustreznih filtrov in cevni sistemov spravijo v prostor enote turbinskega motorja. Hladilna voda teče skozi kondenzator, ogreta voda za hlajenje pa je spuščena nazaj v Donavo preko toplotnega kanala in povratne strukture.

Sistem hlajenja s svežo vodo je bil analiziran z vidikov tehnologije, ekonomičnosti in varovanja okolja. Analize so podrobno preučile možnosti odstranitve vode za hlajenje iz Donave in polnitve enote za vodo za hlajenje, prav tako pa so bile natančno preučene tehnične rešitve vračanja ogrete vode za hlajenje v Donavo.

6.3.1.1 Alternativne rešitve oskrbe z vodo za hlajenje

Tehnološki cilj je priskrbeti ustrezno količino vode za hlajenje, kjer je treba upoštevati značilnosti reke Donave, različne vodne stopnje, donose vode in temperature vode. Voda je lahko pridobljena z obrežij reke Donave ali z rečnim bazenom obstoječega vodnega kanala jedrske elektrarne Paks. Ker je bila lokacija jedrske elektrarne Paks izbrana tako, da se lahko zgradijo nove enote, je merilo za stroškovno učinkovitost za oskrbo z vodo za hlajenje bila narekovana z uporabo zmogljivosti na lokaciji in obstoječih objektov, kolikor je to mogoče.

Z vidika varovanja okolja je prav tako priporočena uporaba obstoječih objektov z možnimi izboljšavami in spremembami, kjer je to potrebno. Da bi omejili izgradnjo novih poti na območjih v okviru Natura 2000, mora biti narejeno vse, da območja Nature 2000 ne bi bila prizadeta ali pa bi bila prizadeta v najmanjši možni meri.

Najpomembnejše alternative, preučene za hlajenje vode in oskrbo z vodo so naslednje:

- Oskrba z vodo za hlajenje z uporabo strukture za črpanje na obrežju Donave
- Oskrba z vodo za hlajenje z uporabo strukture črpalnega rečnega bazena

Evalvacija

Oskrba z vodo za hlajenje iz bazena je morda primernejša z vidika izgradnje in delovanja kot dvostopenjski sistem za hlajenje s svežo vodo.

Z vidika varovanja okolja je opcija najnižje samooskrbe ta, ki se kaže v majhni količini izgubljene električne energije in je zato najbolj primerna, saj mora biti elektrika, izgubljena za samooskrbo, pridobljena v drugi elektrarni. Najprimernejša alternativa je tako oskrba z vodo za hlajenje iz bazena.

Glede vplivov na okolje je v primeru dvostopenjskega sistema za hlajenje s svežo vodo prizadet ozek pas območja Natura 2000, ker se voda zajema na obrežju Donave, ki predstavlja naslednjo pomanjkljivost v primerjavi z oskrbo z vodo za hlajenje iz bazena.

Na podlagi rezultatov raziskave in v luči tehnoloških, finančnih in pomislekih o varovanju narave, je bila izbrana alternativa oskrbe z vodo za hlajenje iz bazena.

6.3.1.2 ALTERNATIVNE REŠITVE ZA IZPUSTE OGRETE VODE ZA HLAJENJE V DONAVO

Med analizo in primerjavo različnih opcij prenosa ogrete vode za hlajenje (v nadaljnjem besedilu: topla voda) iz enot v za prelivanje naprej v reko Donavo in potem izpustom te vode v reko, je bil primarni cilj biti čim dlje od varnostnih sistemov trenutnih delujočih enot jedrske elektrarne Paks.

Glede na izpust tople vode iz enot za prelivanje v Donavo je bilo prav tako raziskana uporaba obstoječega kanala za toplo vodo. Rezultati so pokazali, da je bolje uporabiti obstoječi kanal za toplo vodo.

Alternative izpusta tople vode v Donavo so naslednje:

- izpust v reko Donavo na levem bregu,
- izpust v reko Donavo za dostavno ladijsko potjo, na dnu rečnega korita,
- izpust v reko Donavo na desnem bregu (izbrana rešitev).

Na podlagi trenutno znanih pogojev je bil izpust tople vode na levem bregu Donave izločen zaradi neugodnega mešanja in znatnih stroškov v primerjavi z drugima dvema alternativama.

Izpust tople vode za dostavno ladijsko potjo na reki Donavi je možen in v tem primeru je tudi mešanje ugodno, toda ta rešitev zahteva nekaj pomembnih tehničnih intervencij in namestitvev strukture, ki bi uravnavala poglobitev rečne struge, kar je zelo drago. Na podlagi trenutnih pogojev je izpust tople vode za dostavno ladijsko potjo na Donavi samo sekundarna rešitev za izpustom tople vode na desnem bregu Donave.

Najpomembnejše alternative za prenos tople vode na desni breg Donave, ki so bile podrobno preučene, so naslednje:

- ❖ izpust preko obstoječe naprave za razsipanje energije in na južni strani kanala, ki se odcepi od novega kanala za toplo vodo,
- ❖ izpust preko obstoječe naprave za razsipanje energije in preko severne veje kanala skozi novo strukturo (izbrana rešitev).

Evalvacija

V okvirih gradnje in delovanja je izpust tople vode iz novih enot jedrske elektrarne v Donavo bolj ugoden po severni strani kanala obstoječega kanala za toplo vodo kot pa po južni strani.

Glede varovanja okolja je bolj ugodna alternativa ta, ki zagotavlja večje mešanje izpuščene tople vode z vodo v reki Donavi. Tako je uporaba severne različice bistveno boljša rešitev, ker so tam boljši pogoji za mešanje.

Če preučimo vplive na naravo, je tudi bolj ugodna rešitev na severni strani, ker je prizadet le zelo ozek pas zaščitene območja Natura 2000, kar je upoštevano kot velika prednost v primerjavi z južno stranjo kanala.

Na podlagi izvedene raziskave in v luči tehničnih, finančnih, okoljskih in pogojev zaščite narave je bil izbran način izpusta tople vode preko severnega dela kanala obstoječega kanala za izpust tople vode.

Z vzpostavitvijo severne strani kanala in nove strukture za izpust tople vode (to je obnovitvena elektrarna) na področju, ki ga obdaja obstoječi kanal za hladno vodo in obstoječi kanal za toplo vodo, je mogoče izboljšati mešanje tople vode, izpuščene v reko Donavo hkrati z minimaliziranjem prizadetega zaščitene naravnega območja Natura 2000.

6.3.1.3 Izpust ogrete vode za hlajenje poleti

Poleti, ko temperatura vode v reki Donavi preseže 25°C, in je donos vode nizek, bi morda bilo potrebno uvesti dodatno rešitev, da bi opazovali temperaturno mejo $T_{\max}=30^{\circ}\text{C}$, ki je določena za odsek reke Donave 500 metrov nizvodno od točke izpusta tople vode, posebej glede povečanja temperature vode v reki Donavi skozi čas, kar je posledica klimatskih sprememb.

Da bi dosegali okoljsko ureditev, so bile analizirane naslednje možnosti:

- omejitev izstopanja elektrike iz enote
- mešanje v hladni vodi za hlajenje
- dodatno hlajenje.

Analize predvidevajo padec temperature za 3°C (kar je v osnovi rezultat mešanja) med točko za izpust tople vode in odsekom 500 metrov nizvodno, ki dovoljuje največjo temperaturo na točki izpusta 33 °C.

Omejitev izstopanja elektrike iz enote

V primeru tega alternativnega scenarija hlajenja je skladnost z največjo dovoljeno temperaturo na točki izpusta vzdrževana z omejevanjem izstopne energije iz enot jedrske elektrarne. Z redukcijo izstopne energije se količina toplote, ki je odstranjena iz kondenzatorja in s tem tudi – v primeru nespremenjenega toka količine vode za hlajenje – zmanjša tudi nivo segrevanja vode za hlajenje.

Dodajanje hladne vode za hlajenje

V primeru te alternative za hlajenje se doseže vzdrževanje največje dovoljene temperature vode za hlajenje z mešanjem odvečne vode iz reke Donave, ki je obvod turbinskih kondenzatorjev iz kanala za hladno vodo v kanal za toplo vodo. Odvečna voda za hlajenje, zahtevana za mešanje v hladno vodo je zagotovljena z dodatno črpalko, ki je nameščena na napravi za zajemanje vode, ki je lahko zamenjana s črpalkami v obstoječi napravi za zajemanje vode, ko je redno delovanje enot ustavljeno. Voda za hlajenje se segreje v kondenzatorju in potrebna količina vode se zmeša in je tako vrnjena v reko Donavo preko kanala za toplo vodo in ustrezno veliko strukturo, ki izboljšuje mešanje na točki izpusta.

Dodatno hlajenje

Ko se uporabi dodatno hlajenje, je najvišja dovoljena temperatura segrete vode za hlajenje vzdrževana s hlajenjem segrete vode za hlajenje, ki zapusti kondenzatorje turbin v celularnem hladilnem stolpu z induciranim sušenjem. Količina, ki gre skozi dodatni ohlajevalnik, se lahko optimizira. Voda za hlajenje, ki je šla skozi kondenzator in je ohlajena z dodatnim hlajenjem je vrnjena v reko Donavo preko obstoječega kanala za toplo vodo in primerno strukturo, ki izboljša mešanje.

Evalvacija

Vsaka od preučenih dodatnih možnosti je primerna za vzdrževanje temperature segrete vode za hlajenje pod dovoljenimi 33 °C, kot je zahtevano za izpust v reko Donavo.

Najmanjša dovoljena delna obremenitev enote postavi limit na reduciranje izpustov iz enot Paks II, medtem ko je mešanje lahko omejeno z razpoložljivim pretokom reke Donave in skupno količino zajete vode za hlajenje za Paks in Paks II, razširjenost skupno uporabljenih struktur in postopkov po hlajenju pa je lahko omejena s hrupom. Vendar pa po osnovnih predvidevanjih faktorji tehničnih omejitev ne vplivajo na nobeno od alternativ tako, da bi bila neizvedljiva.

Analize kažejo, da so tehnični, finančni in okoljski premisleki izpostavili različne koristi za vsako od treh izpostavljenih rešitev, toda glede na trenutno znanje, se začasna omejitev izpusta elektrike iz enot zdi kot optimalna rešitev, tako na podlagi stroškovnih izračunov kot glede na pogoje za varovanje okolja, saj v okolje ne izpušča dodatnih emisij, ki bi ogrožale dodatna področja.

6.3.2 STOLPNO HLAJENJE

Če je sistem mokrega stolpnega hlajenja nameščen blizu obstoječega kanala za hladno vodo obstoječe elektrarne in je uporabljen za nove enote, bo ta toplota najverjetneje izpuščena v zrak. Voda, zajeta iz Donave in obdelana s kemikalijami, je potrebna samo za nadomestitev vode zaradi izparevanja, pospeševanje destilacije in elutracije.

V primeru sistema mokrega stolpnega hlajenja voda za hlajenje prehaja skozi površinski kondenzator parne turbine in je vrnjena v hladilni stolp in potem s pomočjo sistema razprševanja vode razpršena. Vodni film, ki se tako ustvari, se ponovno ohladi kot rezultat izparevanja v ozračje. Da bi dramatično zmanjšali pospešeno destilacijo v času prehajanja skozi formacijo mokrega polnila, imajo vsi sodobni mokri hladilni sistemi medij za polnjenje in uporabljajo separator za pospeševanje destilacije nad šobo. Iz polnilnega medija je ohlajena voda vrnjena v bazen za hlajenje vode, od koder jo krožne črpalke spravijo nazaj v kondenzatorje. Izhlapevanje poveča vsebnost soli v vodi za hlajenje. Zaradi tega, da bi se izognili presežnim koncentracijam, del vode za hlajenje obdelamo in nadomestimo z obdelano svežo vodo. Tako izgubljena voda mora biti tudi nadomeščena. Da pa bi se izognili kopičenju soli na mokrih površinah, je voda za hlajenje, ki se uporablja v hladilnem sistemu, obdelana s kemikalijami, ki preprečujejo rast alg, školjčič in podobnega.

6.3.2.1 Analiza alternativ stolpnega hlajenja

Izvedene so bile ločene raziskave za analizo opcij hladilnih stolpov, ki bi bili uporabni za novi enoti jedrske elektrarne, ki sta načrtovani za izgradnjo na lokaciji Paks [5-4], [5-6], [5-7]. Podrobno so bile analizirane različne alternative glede na premislek o tehnični, finančni, okoljski in socialni sprejemljivosti. Seveda so bile narejene ocene naslednjih tehničnih alternativ v kategorijah stolpnih hladilnih sistemov:

- Naravni ugrezni mokri hladilni stolp (visok približno 186 m),
- Naravni ugrezni mokri hladilni stolp z omejeno višino 100 m,
- Naravni ugrezni mokri hladilni stolp z dodatnim ventilatorskim hlajenjem,
- Hibridni (suh/moker) hladilni stolp

V naslednji tabeli so povzete najbolj pomembne tehnične karakteristike analiziranih alternativ za zmogljivost 2 x 1200 MW_e.

Za enote električne zmogljivosti 2 x 1200 MW	Naravni ugrez	Naravni ugrez z omejeno višino	Naravni ugrez z dodatnim ventilatorskim hlajenjem	Hibridno (suh/moker) stolpno hlajenje
Število hladilnih stolpov	2x1	2x5	2x1	2x1
Višina hladilnega stolpa [m]	186	100	70	60
Premier hladilnega stolpa na dnu [m]	136,5	88	150	160
Premier hladilnega stolpa pri vratu [m]	77,5	60	95	74
Neto območje, ki ga zaseda hladilni stolp (za dve enoti) [m ²]	30,000	61,000	36,000	40,000
Pospešena stopnja hladilnega volumna toka M ³ /h	2 x 136,820	2 x 5 x 27,364	2 x 136,820	2 x 136,820
Dodatno hlajenje [m ³ /h]	≈ 2 x 2,900	≈ 2 x 2,900	≈ 2 x 2,900	≈ 2 x 2,600

Tabela 10: Tehnični podatki mokrih hladilnih stolpov

6.3.2.1.1 Izpust odpadne toplote

Na podlagi literature je odpadna toplota in izpust vlage pri hladilnem stolpu verjetna samo za lokalne vplive na atmosfero, pod določenimi vremenskimi pogoji pa se verjetnost določenih vremenskih fenomenov (povečanje relativne vlage, zmanjšana vidljivost, megla, rosenje, zaledenitev, slana) lahko poveča, oblaki, dež in snega lahko vplivajo, spremeni pa se lahko tvorjenje ploh v času dežja. V daljšem časovnem obdobju lahko rahlo vpliva tudi na mikro klimatske razmere. Hladilni stolpi nimajo naenkrat nobenega znanega globalnega vpliva.

Zaščitni gozd, ki je bil zasajen v bližini industrijskega območja, in zelena površina z večjo biološko aktivnostjo lahko zmanjša morebitne vplive toplotnega otoka. Dodatno glede klimatskih pomislov so te rešitve priporočene, ker so primerne za zmanjšanje drugih izpostavljenosti okolja (kontaminacija zraka, hrup) in zaradi delnega prikrivanja objekta. V zimskih razmerah lahko preventivne obdelave cestišča in operativna uporaba opozoril pri vremenskih napovedih zmanjša škodo, povzročeno zaradi večje zaledenitve.

Stolpni hladilni sistemi lahko izpuščajo odpadne vode kot rezultat neprestane elutacije bazenov hladilnih stolpov in spustijo odpadno vodo s tehnologijami priprave zamenjave vode za hlajenje. Izpuščena odpadna voda vsebuje soli in kemikalije, ki so zahtevane za obdelavo hladilnega kroženja v sistemu stolpnega hlajenja, kemikalije in regeneratori pa so uporabljeni za razvoj zamenjave hlajenja.

6.3.2.1.2 Analize zaščite pokrajine v preučeni rešitvi za hlajenje

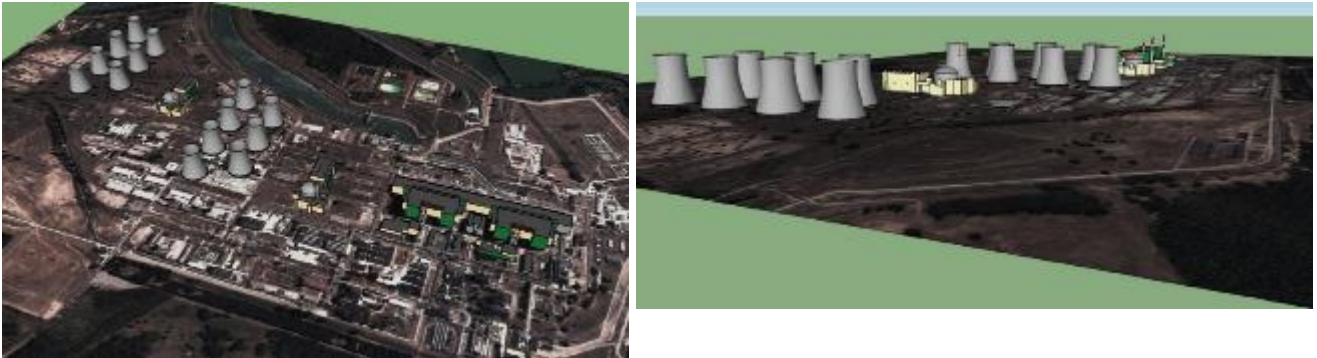
Zaščita pokrajine in kompatibilnost preučeni rešitvi za hlajenje so bile analizirane v prvi polovici leta 2012 za najslabši možni primer, kar je zmogljivost 2 x 1600 MW. Ugotovitve analiz veljajo tudi za trenutno preučene enote z zmogljivostjo 2 x 1200 MW, s to razliko, da je za večjo zmogljivost 2 x 1600 MW potrebnih 2x7 hladilnih stolpov z naravnim ugrezom, za zmogljivost 2 x 1200 MW pa samo 2 x 5 takih stolpov.

Hlajenje s hladilnim stolpom z naravnim ugrezom

Glede na vplive in skladnost s pokrajino bi bila dva 186 m visoka hladilna stolpa z naravnim ugrezom zelo neprimerna, saj se ne skladata s pokrajino, hkrati pa je treba povedati, da je dobra rešitev hlajenja z mokrima hladilnima stolpoma z naravnim ugrezom, ki nista višja od 100 m.

Praktično nemogoče je s pokrajino uskladiti hladilne stolpe z naravnim ugrezom, ker imajo zelo velik vizualni vpliv, primerov takega obsega in arhitekturne strukture pa ni mogoče najti ne na Madžarskem in ne v tujini.

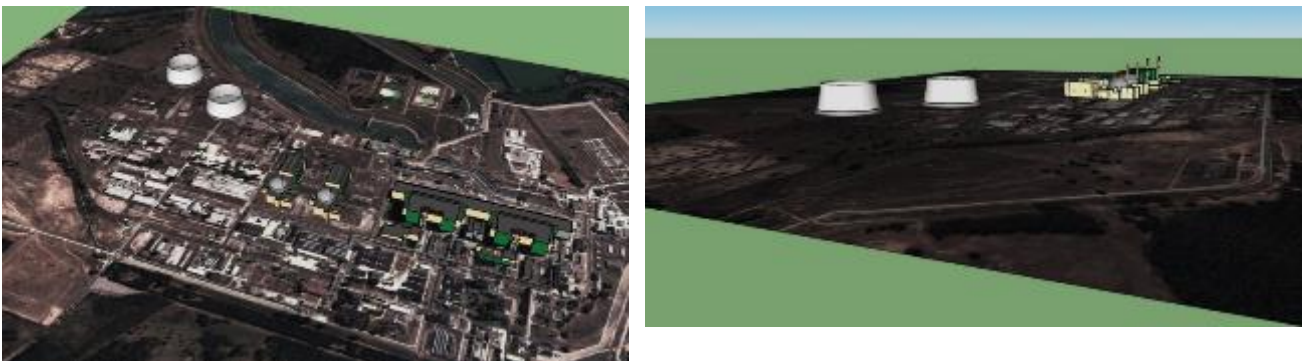
Mokri hladilni stolp z naravnim ugrezom, z največ 100 m visokim stolpom



Slika 28: Mokri hladilni stolp z naravnim ugrezom, z največ 100 m visokim stolpom - vidni del (pogled s ptičje perspektive in od strani)

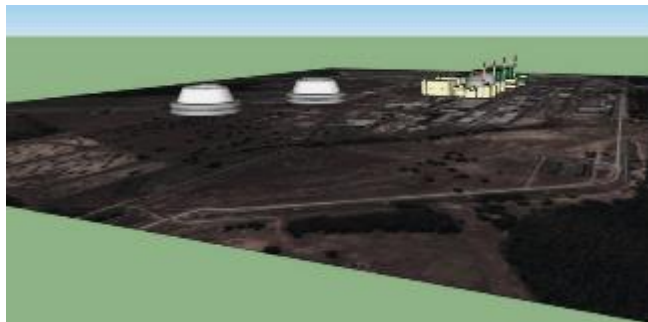
Dva mokra hladilna stolpa z naravnim ugrezom z dodatnimi ventilatorji in dva hibridna mokra hladilna stolpa z dodatnimi ventilatorji se lahko prilagodi pokrajini toliko, da ne kaže večje razlike. Nekoliko nižji hibridni hladilni stolp je bolj primeren zaradi nižje vidljivosti oblaka pare, ima pa zato večji obseg na tleh.

Mokri hladilni stolp z naravnim ugrezom, z dodatnim ventilatorskim hlajenjem



Slika 29: Mokri hladilni stolp z naravnim ugrezom, z dodatnim ventilatorskim hlajenjem - vidni del (pogled s ptičje perspektive in od strani)

Hibridno (suho/mokro) stolpno hlajenje



Slika 30: Hibridni hladilni stolp z dodatnim ventilatorjem - vidni del

6.3.3 STROŠKOVNA ANALIZA METOD STOLPNEGA IN HLAJENJA S SVEŽO VODO

Stroške projekta in delovanja dveh alternativ lahko ocenimo, vendar pa je težko oceniti socialno-ekonomske in okoljske vplive, prav tako pa je težko določiti vse prednosti in koristi. Zato sta tehnološki rešitvi, ki sta bili izbrani za obe možnosti, bolj ali manj enake stopnje tveganja in zagotavljanja skladnosti z ustreznimi okoljskimi regulativami. Obe alternativni imata različne okoljske vplive, lahko pa opazimo, da imata enako stopnjo socialnih vplivov. Posledično je ob upoštevanju podobne stopnje tveganja in zagotavljanja skladnosti z ustrežno regulativo lahko izbrana rešitev z nižjimi stroški.

Na podlagi izvedenih analiz lahko zaključimo, da sta izvedljiva oba sistema – sistem mokrega hladilnega stolpa in sistem hlajenja s svežo vodo; skladnost s trenutnimi okoljskimi zahtevami je zagotovljena z uporabo ustreznih tehničnih rešitev, tveganja različnih alternativnih rešitev se da upravljati in različne alternativne rešitve so lahko razporejene glede na njihovo stroškovno učinkovitost.

S tehnološko-tehnične perspektive aplikacija sistema hlajenja s svežo vodo, ki je načrtovana za novi enoti jedrske elektrarne ponuja višjo stopnjo učinkovitosti in donosa elektrike kot različica stolpnega hlajenja. Tudi zaradi podobnosti z obstoječimi enotami ima sistem hlajenja s svežo vodo dodatne prednosti kot že obstoječi sistem z izkušnjami o delovanju.

Zaledenitev, ki je lahko posledica izparevanja vode iz hladilnih stolpov v zimskem času lahko poškoduje zgradbe v okolju in predstavlja tveganje za okolje na splošno.

Glede izgradnje ima prednost sistem hlajenja s svežo vodo, saj je sestavljen iz različnih vrst struktur, ki so na Madžarskem že bile zgrajene. Sistem mokrega hladilnega stolpa uporablja tehnologijo naravnega ugrezanja, ki pa v takem obsegu na Madžarskem še ni bila narejena.

Z okoljske perspektive hladilni sistem s svežo vodo zahteva praktično nič ali zelo majhno uporabo kemikalij, medtem ko stolpni sistem hlajenja vključuje izdatno uporabo kemikalij za obdelavo zamenjave vode za hlajenje in za kemično pogojenost kroženja vode za hlajenje v hladilnem sistemu.

V zvezi z vplivom na naravno okolje so hladilni stolpi manj kompatibilni z značilnostmi pokrajine zaradi večjega števila stolpov, četudi je višina stolpov omejena. Obremenitev s hrupom kot tudi stroški projekta in stroški delovanja hladilnih stolpov z dodatnimi ventilatorskimi induktorji so znatno višji.

Gledano z ekonomske perspektive lahko zaključimo, da je celotni strošek za življenjsko dobo sistema hladilnih stolpov višji kot strošek hlajenja s svežo vodo.

Skladno z izvedenimi analizami je izbrana tehnologija, ki je podobna za štiri obstoječe enote, to je sistem hlajenja s svežo vodo. [28]

7 ZNAČILNOSTI IN SPECIFIKACIJE JEDRSKE ELEKTRARNE PAKS II, KI BO ZGRAJENA NA OBMOČJU PAKS

7.1 ZGODOVINA RUSKIH ENOT VVER

Ruski proizvajalec ima trenutno na voljo generatorske enote III⁺ modela VVER-1200.

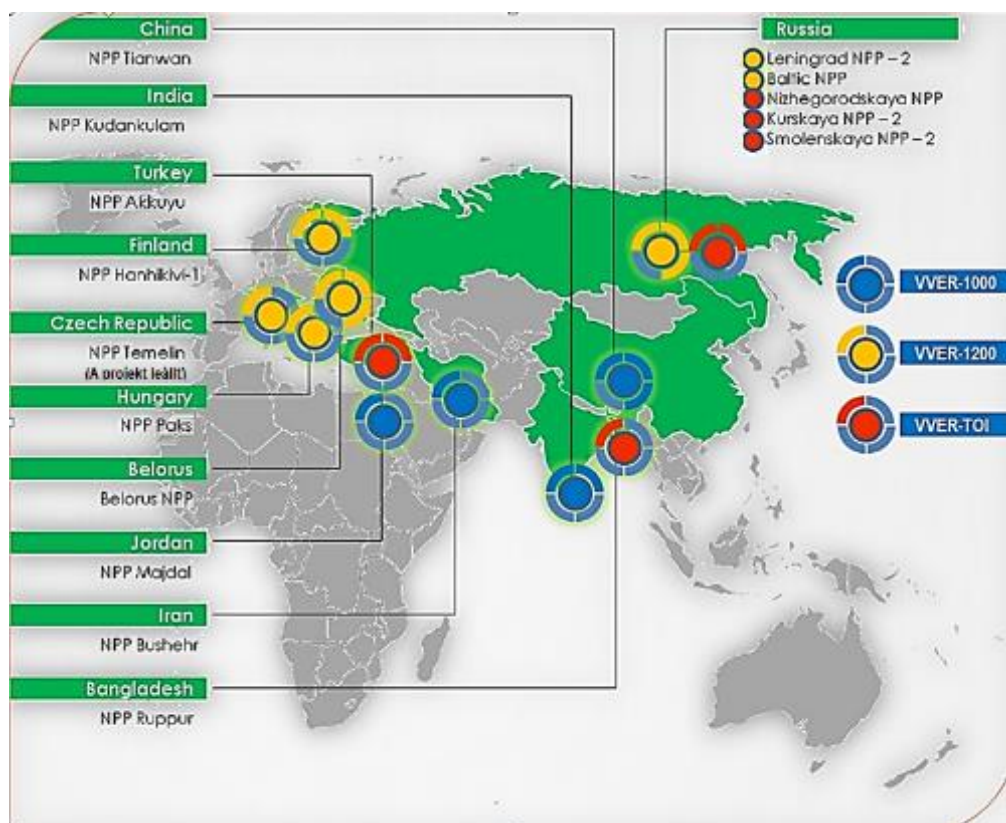
Termalna zmogljivost enote je 3200 MW, z bruto električno zmogljivostjo 1200 MW in področno zmogljivostjo segrevanja 300 MW.

Enota je na voljo v več različicah, razlike med vrstami so predvsem v različni filozofiji varnostnih sistemov, različnih glavnih načrtovalcev in oblikovalcev (MIR-1200 – načrt St. Peterburg, AES-2006 – načrt Moskva).

Enota VVER-1200 je boljša v obeh pogledih; zaradi ekonomičnosti (zmogljivost enote, učinkovitost) in razpoložljivosti (92% faktor uporabljivosti, 60 let življenjske dobe delovanja). Poleg varnostnih sprememb so bile izboljšane tudi glavne črpalke za kroženje (z eliminiranjem oljnega vlaženja), uvedeno je bilo novo gorivo, ki izgori tudi strupe reaktorja⁴ izboljšana pa je tudi zanesljivost parnih generatorjev. Novo konstruirane enote uporabljajo integrirano, digitalno nadzorovano tehnologijo.

S stalno aplikacijo mednarodno sprejetih varnostnih načel in priporočil EU je bila enota VVER-1200 praktično izpopolnjena na stopnjo reaktorjev AP1000 in EPR.

⁴ Strupi v reaktorju absorbirajo nevtrone (in tako zmanjšajo multiplikacijski učinek) brez prispevka verižni reakciji.



NPP Temelin (A projekt leállt) – NPP Temelin (Projekt je bil ustavljen)

Slika 31: Ruske enote VVER v gradnji in načrtovane [7]

V Ruski federaciji sta bili zgrajeni dve enoti VVER-1200 v jedrski elektrarni Leningrad (Sosnovij Bor) dve pa v jedrski elektrarni Novovoronezh, začetek delovanja je pričakovan v letu 2018 ali 2019.

Ruska federacija namerava razširiti svoje zmogljivosti pridobivanja jedrske energije z enotami vrste VVER-1200. Do leta 2020 je načrtovanih 17 s skupno novo zmogljivostjo 20.000 MWe.

7.2 ZNAČILNOSTI RUSKIH ENOT, KI SO NAČRTOVANE ZA IZGRADNJO NA OBMOČJU PAKS

7.2.1 KLJUČNI TEHNIČNI PARAMETRI

Tabela 11 našteva ključne tehnične parametre enot VVER-1200:

Izhodna toplota reaktorja	3,200 MW _e
Toplota, ki ni dobavljiva (odvisno od uporabljenih tehnologij sekundarnega voda)	1113 MW _e
Čas delovanja	60 let
Načrtovani faktor uporabnosti	>90%
Letna izguba časa zaradi glavnih vzdrževalnih del	20 dni
Samoporaba	7,1%
Vrsta goriva za uporabo	UO ₂
Gorivni cikel, čas kasete, porabljen v generatorju	54 mesecev (3 x 18 mesecev)
Trajanje enega dela	18 mesecev
Gorivne zahteve	40,58 t UO ₂ / 18 mesecev
Zahtevano gorivo (gorivo + kasete)	56,4 t / 18 mesecev
Število novih kaset v času zamenjave (ravnovesje)	76

Povprečno bogatenje novih kaset	4,95% (^{235}U)
Povprečno izgorevanje goriva	47,5 Mw na dan / kgU
Nadzorljivost	50 % to 100 %, letno največ 250 enot
Število zank in glavnih cirkulacijskih črpalk (MCP)	4, 4 FKSZ/MAP
Tlak v primarnem vodu	162 bar
Vstopna/izstopna temperatura reaktorja	298,2 / 328,9 °C
Parni generator	4 enote, horizontalno
Izhodni tlak parnega generatorja	62,7 bar
Skupna stopnja hladilnega sistema v primarnem vodu	86,000 m ³ /h

Tabela 11: Glavni tehnični parametri enote VVER-1200 tip [13], [30], [31]

7.2.2 VARNOSTNI CILJI IN NAČRTOVANE REŠITVE

Varnostni cilj	Načrtovane rešitve ali ukrepi tveganja, ki veljajo za dosego cilja
Upravljanje incidentov v zvezi z načrtovanimi razširjenimi pogoji	– dvojne stene kontejnerske strukture – hladilni sistem – hladilni sistem kontejnerja – rekombinacijski vodikovi sistemi – zbiralnik sredice
Preprečevanje postopkov z visokim tlakom, ki vodijo v poškodovanje kontejnerske strukture	– ventili za redukcijo tlaka – hladilni sistem
Obdelava proizvedenega vodika	– rekombinacijski sistemi
Stabilizacija in hlajenje staljene sredice	– zbiralnik sredice
Zmanjšanje tlaka v kontejnerju	– hladilniki z veliko površino (0 do 24 ur) – mobilna oprema (med 24–72 ur)

Tabela 12: Načrtovane rešitve ali ukrepi tveganja, ki veljajo za dosego cilja

Jedrski sistem enote je nameščen v kontejnerski strukturi z dvojno steno. Notranja stena hermetično zapečati kontejnersko strukturo, zunanja stena pa varuje hermetično strukturo pred zunanjimi vplivi (npr. strmoglavljenje letala na objekte). Spodnji del strukture deluje kot zbiralnik za staljeno sredico.

Varnostni sistem ima zmogljivost 100% zaščite za vsako enoto in je ustvarjen s štirimi neodvisnimi kanali. Vsak varnostni kanal je opremljen z lastnim dizelskim generatorjem z močjo 7,5 MW.

V primeru napake začnejo delovati sistemi, ki zagotavljajo hlajenje reaktorja in primarnega voda, ki so nadgrajeni s 4 visokotlačnimi hidroakumulatorji, ki ohranjajo aktivno cono pod vodo brez intervencije operaterja na začetku napake, kar vključuje znatno izgubo agentov za prenos toplote v primarni vod, dokler hladilni sistemi (ZÜHR/ZMCS) za primer napake ne začnejo delovati.

7.3 GORIVO

Novi enoti jedrske elektrarne, ki bo zgrajena na lokaciji Paks, uporabljata obogaten uranov dioksid.

Gorivo bo transportirano na lokacijo v kontejnerjih, skladnimi z ustrežno zakonodajo, običajno z vlakom.

Prva pošiljka bo na lokacijo dostavljena približno eno do leto in pol pred začetkom komercialnega obratovanja. Sveže gorivo, ki je potrebno za zamenjavo uporabljenega goriva, bo dostavljeno skladno z gorivnim ciklusom in v času zamenjave, po urniku, vsakih 18 mesecev med načrtovanim delovanjem, ki naj bi bilo 60 let. Kot strateška dobava bo na lokaciji shranjeno gorivo, ki zadostuje dvema zamenjavama.

Po odstranitvi porabljenih gorivnih kaset iz reaktorja, so shranjene v **bazenu za porabljeno gorivo**, kjer se **odvečna toplota** odstranjuje, dokler toplota ne doseže stopnje, ko je gorivna kaseta primerna za začasno skladiščenje. Gorivna kaseta lahko ostane v bazenu za porabljeno gorivo največ 10 let.

Po shranjevanju v gorivnem bazenu bo porabljeno gorivo začasno shranjeno. Zaenkrat je to narejeno na naslednja dva načina:

- Porabljeno gorivo je odpeljano na območje Ruske federacije za začasno tehnološko skladiščenje ali tehnološko skladiščenje in obdelavo. Porabljeno gorivo oziroma v primeru obdelave jedrski odpadki bodo shranjeni na ozemlju Ruske federacije za čas, določen v sporazumu (pogodbi), omenjeni v prvem odstavku 7. člena o dobavi jedrskega goriva (20 let) in bo potem vrnjeno na Madžarsko.
- Začasno shranjevanje porabljenega goriva na Madžarskem.

Glede na načrtovano življenjsko dobo obratovanja novih enot in obdobja, določena v medvladnem sporazumu, predvidevamo, da bo narejeno **začasno skladišče na Madžarskem**, na lokaciji enot ali v njihovi neposredni bližini. Skladišče bo v uporabi, dokler gorivo ne bo neposredno in končno nenevarno zaradi visoke aktivnosti odpadkov, ki je rezultat obdelave goriva in bo lahko varno shranjeno v skladišče na Madžarskem.

Za začasno shranjevanje pričakujemo neposredno in **končno skladiščenje porabljenega goriva na Madžarskem**, predvsem zaradi naslednjega:

- skladno za zakonom o jedrski energiji eden od pogojev za končno shranjevanje jedrskih odpadkov v tujini, proizvedenih na Madžarskem – to je, da je skladišče za shranjevanje radioaktivnih odpadkov licencirano za radioaktivne odpadke in da deluje še pred dostavo odpadkov – ni izpolnjen,
- glede na dolžino življenjske dobe obratovanja je vprašljiva dolgotrajna razpoložljivost drugih opcij in vključuje znatno tveganje.

7.4 PRIMARNI VOD

Na podlagi postopka pridobivanja energije sta načrtovani novi enoti jedrske elektrarne lahko razdeljeni na dva glavna dela: primarni in sekundarni vod.

Primarni vod prenaša toploto, ustvarjeno v aktivni coni reaktorja (reaktorska sredica) v uparjalnik, para, proizvedena v uparjalniku pa poganja turbine sekundarnega voda in ustvarja energijo v generatorju, povezanem s turbino.

7.5 SEKUNDARNI VOD

Vloga sekundarnega voda je prenesti toploto, ustvarjeno v reaktorju v kinetično in potem električno energijo. Napajalna voda, ki teče skozi sekundarni vod je segreta na 300 do 320°C temperature vode primarnega voda, ki teče skozi cevi uparjalnika za menjavo temperature.

Para, ki zapušča uparjalnik vstopi v turbino, kjer njena kinetična energija začne poganjati rotor turbine. Visok in nizki tlak blokira tudi rotor generatorja v istem turbinskem jašku. V turbinskem bloku z visokim pritiskom temperatura pare pada, povečuje pa se vsebina vlage. Zato para, preden prehaja v blok z nizkim tlakom, preide separator za pospeševalec destilacije in supergrelni komoro, kjer voda pade škodljivo za rezila turbine, ki so od tam odstranjena.

Para, ki je že opravila svoje delo (mrtva para) vstopi v kondenzator, kjer teče voda za hlajenje v tisočih tankih cevi. Na površini teh hladilnih cevi se para kondenzira pri temperaturi okrog 25°C, potem pa je ponovno usmerjena v uparjalnik s pomočjo injekcijskih črpalk preko več faznega predgrelnika, ki je uporabljen za povečanje učinkovitosti.

Učinkovitost parnega ciklusa je ~37%.

7.6 HLADILNI SISTEMI

Kot dodatek pri ustvarjanju električne energije se proizvaja tudi toplota v primarnem in sekundarnem vodu jedrske elektrarne, ki pa ne more biti uporabljena za pridobivanje električne energije in ki se odvaja s hladilnimi sistemi.

Hladilni sistemi načrtovanih novih enot jedrske elektrarne so sestavljeni iz treh glavnih delov:

Vloga **kondenzatorskega hladilnega sistema** je odstraniti kondenzacijsko toploto parnega ciklusa iz kondenzatorjev, nameščenih v sekundarnem vodu jedrske elektrarne s kroženjem mehansko filtrirane vode iz reke Donave preko površinskih kondenzatorjev.

Tehnološki hladilni sistem po drugi strani odstranjuje odvečno toploto, pridobljeno v pomožnih sistemih sekundarnega voda. V novih enotah jedrske elektrarne tehnološki hladilni sistem odvaja odpadno toploto v skupino turbinskega generatorja z injekcijsko črpalko in zelo zmogljivimi električnimi motorji preko zaprtega intermediarnega hladilnega tokokroga. Tehnološki hladilni sistem je razvejan iz kondenzatorskega hladilnega sistema znotraj zgradbe turbine in segreta tehnološka voda za hlajenje se odvaja skupaj z vodo za hlajenje kondenzatorja nazaj v reko Donavo.

Vloga **hladilnega sistema za nujne primere** je z vodo za hlajenje oskrbovati opremo primarnega voda nove jedrske elektrarne, ki zahteva stalno hlajenje med normalnim delovanjem primarnega voda. Dodatno je hladilni sistem za nujne primere odgovoren tudi za hlajenje enot v nujnih primerih z odstranjevanjem toplote primarnega voda in odvečne toplote iz reaktorja kot tudi za lokacije za ravnanje z gorivom v gorivnem bazenu. Hladilni sistem za nujne primere ima dva alternativna modela delovanja. Eden uporablja ojačene celice, hlajene z zrakom, ki prenašajo odvečno toploto v zrak, medtem ko drugi uporablja svežo vodo za odvajanje toplote in v tem primeru je glavni končni absorber toplote reka Donava. Hladilni sistem za nujne primere v osnovi deluje po sistemu hlajenja s svežo vodo, toda če iz katerega koli razloga (kot so ekstremne vremenske okoliščine, ekstremne vodne stopnje ali poškodba na filtrih objektov za ekstrakcijo vode preprečujejo njihovo delovanje), je možno uporabiti to rešitev, da bi pokrili potrebe po hlajenju v nujnih primerih, se enota samodejno preusmeri na način celičnega hlajenja. Načrtovani novi jedrske elektrarne bosta načrtovani glede na značilnosti lokacije, zato bodo hladilni sistemi za nujne primere večinoma delovali v načinu hlajenja s svežo vodo.

7.6.1 VODNI VNOSI IZ DONAVE

Odvisno od vrste hladilnega sistema, ki je uporabljen za hladilni sistem v nujnih primerih, se količina vode, zajeta iz reke Donave gibljejo med 64,15 m³/s in 66,01 m³/s, upoštevno za eno enoto, skupaj 128,3 m³/s in 132,02 m³/s, upoštevno za dve enoti. Za namen evalvacije vplivov zajemanja vode iz Donave in izpustov v Donavo, je bila vedno upoštevana višja vrednost.

Če hladilni sistem za nujne primere uporablja *tehnologijo hlajenja s svežo vodo*, je skupna količina vode, vzete iz reke Donave (za kondenzatorsko hlajenje, tehnološko hlajenje, za hlajenje v nujnih primerih in za predpripravo vode), prikazana na spodnji tabeli.

opis	enota	1 x 1 200 MW _e	2 x 1 200 MW _e
Voda za kondenzatorsko hlajenje*	m ³ /s	61,5	123
Hlajenje vode za tehnološko uporabo (sekundarni vod)*	m ³ /s	2,6	5,2
Varnostno hlajenje (primarni vod)*	m ³ /s	1,9	3,8
Surova voda za pripravo uporabne vode (razsoljena voda)	m ³ /s	0,01	0,02
Skupaj vodni vnosi iz Donave**	m ³ /s	66,01	132,02
Letna (8760 h) največja potreba po vodi za hlajenje**	miliard m ³ na leto	2,08	4,16

Tabela 13: Količine vode iz Donave za hladilni sistem v nujnih primerih in način ohlajevanja s svežo vodo

7.6.2 VODA ZA KONDENZATORSKO HLAJENJE

Hladilni sistem kondenzatorja, prav tako kot v primeru štirih obstoječih enot jedrske elektrarne, odvaja odvečno toploto s pomočjo vode, vzete iz reke Donave s kroženjem vode skozi kondenzator. Voda iz Donave je izčrpana s pomočjo črpalke za črpanje vode in je vodena skozi primerne filtre in cevi v kondenzatorje, ki so locirani v zgradbi turbine

Na podlagi preučenih variant kondenzatorskih hladilnih sistemov za nove enote jedrske elektrarne in z upoštevanjem tehničnih, ekonomskih, okoljskih in premislekov o varovanju okolja, je bila možnost za sprejeto rešitev, da se voda za hlajenje vzame iz vode za hlajenje v rečnem bazenu in da se izpusti topla voda s križanjem obstoječih kanalov za hladno vodo in razširitvijo obstoječega kanala za toplo vodo.

Obseg nivoja pretoka vode za hlajenje, ki je potrebna za kondenzator, je pri vhodni temperaturi kondenzatorja $\Delta t = 8^{\circ}\text{C}$ in okrog $2,075 \text{ MW}_{\text{th}}$ toplote, ki mora biti odstranjena, pričakovan, da je $61,5 \text{ m}^3/\text{s}$ za eno enoto in $123 \text{ m}^3/\text{s}$ za obe enoti med normalnim delovanjem.

Izhodna enota	Enota	1 x 1 200 MW _e	2 x 1 200 MW _e
Obseg pretoka za vodo za hlajenje [31]	m^3/s	61,5	123
Obseg pretoka za vodo za hlajenje	m^3/h	221,400	442,800
Segrevanje ohlajevalnika v kondenzatorju [31]	$^{\circ}\text{C}$	8	8
Letna maksimalna potreba po vodi za hlajenje (8760 h)	milijard m^3 na leto	1,94	3,88

Tabela 14: Količine vode za hlajenje kondenzatorja

7.6.3 TEHNOLOŠKI (SEKUNDARNI VOD) HLADILNI VODNI SISTEM

Potrebe po ohlajevanju razen kondenzatorja sekundarnega voda jedrske elektrarne se zadovoljijo s tehnološkim hladilnim sistemom. Voda, ki je zahtevana za ta namen, je prenesena skozi kondenzatorski hladilni sistem do zgradbe turbine, kjer se odcepi in se prenaša naprej s pomočjo pravilno velike črpalke s povečanjem tlaka do vseh uporabnikov tehnološkega hladilnega sistema. Voda, segreta v tehnološkem hladilnem sistemu, se vrne v odvod za toplo vodo v kondenzatorskem hladilnem sistemu. Tehnološka hladilna voda in kondenzatorska voda za hlajenje sta izpuščeni skupaj v reko Donavo. Hladilni agent tehnološkega hladilnega sistema je voda iz reke Donave, ki je najprej filtrirana za uporabo v kondenzatorju, potem pa očiščena s pomočjo finih mehanskih filtrov, da bi zagotovili varno delovanje izmenjevalnikov toplote. Znotraj intermediarnega hladilnega sistema zgradbe turbine razsoljena voda ohlaja izmenjevalnike toplote tehnološkega hladilnega sistema.

Tehnološki sistem za hlajenje vode je presežni (2x100%), kar pomeni, da so vsi glavni deli sistema sestavljeni iz dveh vzporednih enot, ki so križno povezane druga z drugo.

Zahteve po vodi za hlajenje tehnološkega hladilnega sistema za eno enoto med normalnim delovanjem so pričakovane $9,360 \text{ m}^3/\text{h}$, za dve enoti med normalnim delovanjem pa $18,720 \text{ m}^3/\text{h}$. Tranzicijske faze delovanja (kot je vklop/izklop) ne zahtevajo znatno različnih količin kot so običajne. Kalkulacije za potrebe po tehnološki vodi morajo biti narejene v okviru $\approx 86.6 \text{ MW}_{\text{th}}$ toplote/enoto, ki bo odstranjena, s povečanjem temperature za 8°C , kar je popolnoma enako kot pri kondenzatorskem sistemu hlajenja.

Izhodna enota	Enota	1 x 1 200 MW _e	2 x 1 200 MW _e
Obseg pretoka za hlajenje vode v nujnih primerih med normalnim delovanjem	m ³ /s	2,6	5,2
Obseg pretoka za hlajenje vode v nujnih primerih med normalnim delovanjem	m ³ /h	9,360	18,720
Segrevanje vode za hlajenje znotraj tehnološkega hladilnega sistema	°C	8	8
Letna največja potreba po vodi za tehnološko hlajenje	milijonov m ³ /leto	82	164

Tabela 15: Količine tehnološke vode za hlajenje[32]

7.6.4 HLADILNI VODNI SISTEM V NUJNIH PRIMERIH

Pomožni sistemi primarnega voda so hlajeni s hladilnimi sistemi za nujne primere, ki so zgrajeni posebej za vsako enoto. Ena enota zahteva štiri neodvisne napajalne sisteme. Med normalnim delovanjem je uporabljen en presežni sistem, medtem ko sta v tranzicijskih obdobjih delovanja vključena dva presežna sistema.

Ta sistem je neodvisen tako od kondenzatorskega hlajenja sekundarnega voda kot od tehnološkega hladilnega sistema. Skupne tehnološke strukture so predvidene samo za oskrbo in drenažo.

Potreba po vodi za hladilni sistem v nujnih primerih za eno enoto med normalnim delovanjem je pričakovana pri 6,840 m³/h, in za dve enoti med normalnim delovanjem pri 13,680 m³/h. Enako je pri tranzicijskih pogojih delovanja (kot je vklop/izklop), kjer je za eno enoto 13,680 m³/h. Zaradi operativnih razlogov ni pričakovano, da bi dve enoti bili v tranzicijskem stanju istočasno, kombinirana potreba po vodi za obe enoti ne bi smela preseči obsega pretočne stopnje 20,520 m³/h. Kalkulacije za varnostne potrebe po vodi so bile narejene na podlagi povečanja temperature za 8°C, kar je popolnoma enako kot v kondenzatorskem načinu hlajenja.

Izhodna enota	enota	1 x 1 200 me	2 x 1 200 me
Obseg pretoka za hlajenje vode v nujnih primerih med normalnim delovanjem	m ³ /s	1,9	3,8
Obseg pretoka za hlajenje vode v nujnih primerih med normalnim delovanjem	m ³ /h	6,840	13,680
Obseg pretoka vode za hlajenje	m ³ /h	13,680	20,520
Segrevanje ohlajevalnima znotraj hladilnega sistema v nujnih primerih	°C	8	

Tabela 16: Količine vode za hlajenje v nujnih primerih

Hlajenje z ojačanimi zračnimi hladilnimi celicami

Ena od možnih metod delovanja hladilnega sistema v nujnih primerih je uporaba ojačanih zračno hlajenih celic, ki prevajajo odvečno toploto v zrak, končni absorbent toplote pa je okoliška atmosfera. V tem primeru hladilni sistem za nujne primere ne ekstrahira odvečne toplote s kroženjem vode iz Donave in tako ne izpušča nobene tolpe vode nazaj v reko. To je tako imenovani skoraj zaprti sistem, v katerem ohlajevanje kroži med hladilnimi celicami za nujne primere in izmenjevalci toplote hladilnega sistema za nujne primere. Po polnitvi sistema ob začetku je potrebno le nadomestiti količino, ki je izparela, bila ločena ali izgubljena zaradi odstranitve mulja. Ta izgubljena količina vode je nadomeščena z vodo, ki je namenjena sistemu priprave v elektrarni. Letne potrebe po nadomestitvi vode za hlajenje so minimalne, ker je pričakovano, da hladilni stolpi za nujne primere delujejo največ mesec dni v enem letu, zato je njihova uporaba vode iz Donave zanemarljiva v primerjavi z ostalimi količinami vode za hlajenje.

Izhodna enota	enota	1 x 1 200 MW _e	2 x 1 200 MW _e
Količina za pripravo vode za hlajenje	m ³ /s	0,04	0,08
Največja letna količina za nadomestitev vode za hlajenje (za hlajenje v nujnih primerih, vzeta iz Donave)	milijonov m ³ /leto	≈0,1	≈0,2

Tabela 17: Količine za zamenjavo vode za hlajenje v nujnih primerih s hladilnimi stolpi za nujne primere

Hladilni stolpi uporabljajo ojačane zračne hladilne celice za odvzem odvečne toplote iz hladilnega sistema za nujne primere in so štirikratno presežni za vsako enoto (4x100% poglobljeni). (Količina rezerv bo končno določena na podlagi varnostne analize, izvedene na lokaciji. Med normalnim delovanjem je en hladilni stolp za nujne primere uporabljen, ostali pa so rezerva. Na drugi strani v času zagona, ustavitve in ustavitve po ohlajevanju delujeta dva hladilna stolpa.

Te 4 hladilne celice za vsako enoto so locirane ob zgradbi zaprtega sistema. Talna površina hladilnih celic za nujne primere je 17x35 m, celotna višina je okrog 15 m, celice so visoke 13 m, dimniki nad njimi pa so visoki približno 2 m. Črpalke za hlajenje v nujnih primerih so locirane ob hladilnih celicah, njihova vloga pa je kroženje vode za hlajenje med varnostnimi sistemi in hladilno celico. Hladilni stolpi za nujne primere so dvocelične strukture, to je, da imajo hladilne celice dva sistema distribucije vode in dva ventilatorja.

Voda, ki se segreva znotraj varnostnih sistemov primarnega voda je vodena v varnostne celice in s pomočjo šob razpršena enakomerno na izhode za mokro hlajenje. Vodni film se ustvari na površini izhodov za vodno hlajenje in se ohladi kot rezultat nasprotnega dotoka atmosferskega zraka. Da bi lahko zmanjšali destilacijo med tem tokom preko hladilnih izhodov, se uporablja ločevalnik nad hladilnimi izhodi in šobami. Ohlajena voda za hlajenje se vrne iz izhodov za hlajenje nazaj v hladilni vodni bazen in od tam krožne črpalke vrnejo nazaj v varnostne sisteme primarnega voda. Izhlapljeni in ločena voda je zamenjana z vodnim sistemom za pripravo vode, ki prav tako doda kemikalije, ki so potrebne za varno delovanje sistema.

Hlajenje s svežo vodo

Druga opcija za delovanje hladilnega sistema za nujne primere je uporaba vode iz reke Donave za odstranitev odvečne toplote iz sistema, ki je potem izpuščena nazaj v vodo preko kanala za toplo vodo. V tem primeru se lahko hladilni sistem za nujne primere šteje kot odprti sistem, v katerem se obseg nivoja pretoka nanaša na vodo iz reke Donave, ki bila vzeta iz reke in ki kroži med izmenjevalniki toplote hladilnega sistema za nujne primere. Letna maksimalna potreba za hladno vodo v tem primeru je izračunana za 8760 ur delovanja, ker se lahko pojavijo leta, ko je sistemsko hlajenje zagotovljeno samo iz sistema za hlajenje s svežo vodo.

Izhodna enota	enota	1 x 1 200 MW _e	2 x 1 200 MW _e
Obseg pretoka za hlajenje vode v nujnih primerih med normalnim delovanjem (kroženje vode za hlajenje ali voda iz Donave)	m ³ /s	1,9	3,8
Letna največja zahteva za vodo za hlajenje v nujnih primerih (vzeta iz reke Donave)	milijonov m ³ /leto	59,9	119,8

Tabela 18: Količine vode za hlajenje v nujnih primerih, uporabljene za hlajenje s svežo vodo

Metoda izbora za hlajenje bo dokončna po tehnoloških in varnostnih analizah, izvedenih na lokaciji, in če je potrebno, bodo lahko rešeni tudi hladilni varnostni sistemi z izgradnjo razpršilnega bazena ali z oskrbo z vodo za hlajenje iz vodnih zajetij – struktur, ki so neodvisne od kondenzatorskega sistema ohlajevanja.

Hladilni sistem za nujne primere mora biti skladen z zahtevami, ki jih je postavila IAEA in z regulativami o jedrski varnosti, kjer je navedeno, da mora biti odstranjevanje odpadne toplote iz reaktorja rešeno tudi v primerih, ko običajni postopki

absorpcije toplote ne delujejo in tudi če je to povzročeno zaradi zunanjih vplivov (potres, ekstremni meteorološki pogoji, ekstremni mraz, veter, snežni metež, strmoglavljenje letala, požar ipd.). [32]

7.6.5 VODNE INŽENIRSKÉ STRUKTURE HLADILNEGA VODNEGA SISTEMA

Obstoječa razširjena linija za hladno vodo

Kanal za hladno vodo je skupno uporabljan za enote jedrske elektrarne Paks in jedrske elektrarne Paks II. Da bi dovolili drenažo kanala za toplo vodo iz 1300 enot leta 2030, ko bodo obstoječe 4 enote delovale simultano z dvema načrtovanima novima enotama, mora biti razširjen kanal za toplo vodo.

Struktura vodnega zajetja

Na podlagi izvedenih analiz izvedljivosti je najboljši prostor za novo napravo za odvzem vode iz rečnega bazena, ki bo služil za novi enoti jedrske elektrarne lociran približno 150 metrov severno od obstoječe naprave za odvzem vode, na bregu obstoječega kanala za hladno vodo za jedrsko elektrarno Paks. Naprava za odvzem vode je sestavljena iz 3 x 33% ali 4 x 25% kondenzatorskih črpalk in filtrirnih sistemov (6 do 8 vzporednih sistemov za dve enoti). Naprava za odvzem vode bo vključevala mehansko čiščenje podstavek, zaslon za nadzor potovanja vode in primerne zaklopne panele.

Ko varnostni hladilni sistem deluje s hlajenjem s svežo vodo, je voda zajeta iz reke Donave s 4 varnostnimi črpalkami na enoto, ki so nameščene v napravi za odvzem vode. Odvisno od načrta, dovoljenega za značilnosti lokacije, je pričakovano delovanje varnostnega sistema v večjem delu časa delovanja.

Hladilne vodne cevi

Kondenzatorski sistem vodnega hlajenja (vključno s hlajenjem tehnološkega hladilnega vodnega sistema) bo izveden s podzemnimi cevmi na 300 do 400 m dolgi poti, nad napravo za odvzem vode in zgradbo turbine. Obseg hladilnega sredstva, ki gre skozi sistem vodnega hlajenja, bo prenesen po 3 ceveh, premera 3,2 do 4 m.

Hladilno sredstvo v hladilnem vodnem sistemu v nujnih primerih teče vzporedno s kondenzatorskim hladilnim vodnim sistemom do zgradbe turbine in potem teče po ločeni poti do zgradbe, v kateri je nameščen hladilni sistem za nujne primere. Količina hladilnega sredstva, ki potuje skozi hladilni vodni sistem v nujnih primerih se prenaša po 4 ceveh, premera 0,5 do 0,8 m.

Turbinski kondenzatorji in izmenjevalniki toplote hladilnega sistema

Hladilno sredstvo, ki teče skozi kondenzatorski hladilni vodni sistem absorbira toploto, ki mora biti absorbirana v času kondenzacije pare, ki prihaja v kondenzator. Toplota, ki je absorbirana v turbinskem kondenzatorju segreje vodo za hlajenje, ki prehaja skozi cevi hladilnega sredstva kondenzatorja. Kondenzator je nastavljen na 8 °C temperaturne razlike v hladilnem sredstvu.

V primeru tehnološkega in hladilnega vodnega sistema v nujnih primerih hladilno sredstvo prehaja skozi izmenjevalnike toplote, ki absorbirajo toploto iz delno zaprtega vodnega sistema hlajenja, ki je povezan s tehnološkim hladilnimi vodnimi sistemi v nujnih primerih. Absorbirana toplota segreje ohlajeno vodo (Donava), ki prehaja skozi cevi izmenjevalnika toplote. Podobno kot pri kondenzatorskem hladilnem vodnem sistemu sta tudi tehnološki hladilni vodni sistem v nujnih primerih nastavljen na pričakovano povečanje temperature za 8°C.

Zaprti kanali za toplo vodo

Segreto hladilno sredstvo teče iz zgradbe turbine v kanal za hladno vodo, potem pa preko mosta, ki je zgrajen preko kanala za hladno vodo, prehaja preko ojačanega betonskega kanala, zgrajenega za nadzor nivoja vode po poti, dolgi približno 500 metrov. Segreto hladilno sredstvo vključuje segreto tehnološko vodo, ki teče vanjo v zgradbi turbine kot tudi hladilna voda za nujne primere, ki teče vanjo izven prostora za motor (ko hlajenje v nujnih primerih deluje na način delovanja hlajenja s svežo vodo). Obseg hladilnega sredstva, ki prehaja skozi vodni hladilni sistem se prenaša skozi dva ojačana betonska kanala, vsak ima premer 5 x 3 m.

Akvadukt

Segreto hladilno sredstvo bo preneseno na stopnjo nadzora vode s primernim novim akvaduktom, ki bo zgrajen nad obstoječim kanalom za hladno vodo. Akvadukt bo zgrajen iz predobdelanih ojačanih betonskih blokov s stebri, ki bodo locirani v strugi obstoječega kanala za hladno vodo. Širina mostu je med 25 in 30 m, največji lok med dvema podpornima stebroma ne presega 50 m.

Odtočni kanal za nadzor nivoja vode

Funkcija tega nadzornega odtočnega kanala je zagotoviti pritisk kondenzacijskega hladilnega sredstva, ki je zahtevan za zanesljivo delovanje in zagotoviti opcijo za mešanje tople vode s hladno.

Nov prosti tok, trapezoidni prečni kanal

Od odtočnega kanala za nadzor nivoja vode v obstoječi kanal za toplo vodo mora biti zgrajen nov trapezoidni prečni odsek prostega pretoka kanala za toplo vodo, zgrajen bo iz ojačanega betona, vključno z novim viličnim delom za dotok tople vode, ki prihaja iz novih enot v obstoječi kanal za toplo vodo. V novem kanalu prostega toka se bo voda gibala zaradi gravitacije v smeri proti obstoječemu kanalu za toplo vodo po dolžini okrog 500 m. Načrtovana širina na dnu novega prostotočnega kanala je 16 m, širina kanala je 80 m (prosta ploščad ima širino 50 m), razmerje strmine je 1:2, povprečna višina vode je 2,5 do 3 m.

Obstoječi razširjen kanal za toplo vodo

Po novem viličnem delu bo ogreto hladilno sredstvo preneseno v povratno strukturo preko primerno razširjenega odseka kanala za toplo vodo. Ogreto hladilno sredstvo bo vrnjeno v Donavo preko primerno razširjenega kanala za toplo vodo z gravitacijo.

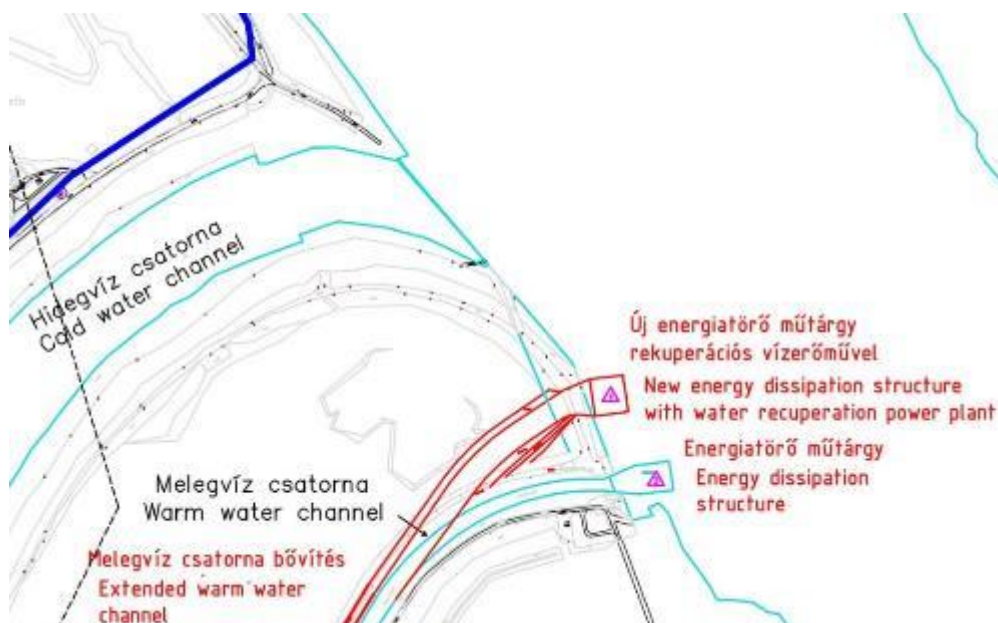
Med izgradnjo jedrske elektrarne Paks je bil zgrajen obstoječi kanal za toplo vodo, primeren za oskrbo s toplo vodo glede na zahteve jedrske elektrarne Paks kot tudi dveh dodatnih enot z zmogljivostjo 2 x 1000 MW, ki sta bili načrtovani v tem času. Na podlagi tega koncepta je bil kanal za toplo vodo velikosti za 220 m³/s. Primernost kanala za toplo vodo za načrtovani enoti 2 x 1200 MW je bila pregledana glede na pričakovane nivoje vode v reki Donavi in glede na dejstvo, da je lahko obstoječi nivo pretoka in vodostaja Donave nadzorovan z odtočnim kanalom jedrske elektrarne Paks, omejitve najvišjih nivojev vode pa se lahko vzdržujejo tudi s kanalom za toplo vodo.

Da bi dovolili, da kanal za toplo vodo odvaja toplo vodo iz šestih enot leta 2030, ko bodo istočasno obratovalle obstoječe štiri enote skupaj z dvema novima enotama, mora biti kanal za toplo vodo razširjen. Leta 2025 bo količina zahtevane vode za novi enoti znatno povečala nivo vode v kanalu za toplo vodo, zato bo takrat veliko težje razširiti kanal za toplo vodo in je priporočljivo, da se širitev kanala, ki bo nujna leta 2030, naredi že leta 2025.

Obstoječa naprava za razpršitev energije z drugo izpustno točko

Topla voda je lahko vrnjena v Donavo s pomočjo nove naprave za razpršitev energije, ki je razvita glede na količino tople vode, zahtevano za delovanje obstoječih štirih enot in načrtovanih dveh novih enot.

Izvedba druge točke izpusta ponuja več koristi kot širitev obstoječe naprave za razpršitev energije. Če je struktura narejena na drugi izpustni točki na območju ob kanalu za hladno vodo in kanalu za toplo vodo in se tam namesti hidroelektrična naprava za obnovo energije, je možno izboljšati mešanje izpustov tople vode v Donavo in s tem ponovno pridobiti upoštevno količino električne energije, kar bo tudi ugodno vplivalo na minimizacijo negativnih vplivov na prizadeta območja Natura 2000.



Cold water channel	Kanal za hladno vodo
Warm water channel	Kanal za toplo vodo
Extended warm water channel	Razširjeni kanal za toplo vodo
New energy dissipation structure with water recuperation power plant	Nova rekuperacijska struktura jedrske elektrarne za razpršitev
Energy dissipation structure	Struktura za razpršitev energije

Slika 32: Načrt območja obstoječe naprave za razpršitev energije in drugič nova točka za izliv z obnovitveno vodno elektrarno

7.6.5.1 Obnovitvena elektrarna

Z zaježitvijo toka tople vode, ki prihaja iz jedrske elektrarne, se lahko zagotovi preliv iz kanala s toplo vodo v strugo Donave, ki je primeren za obratovanje vodnih turbin s približno izhodno močjo 7 do 8 MW. Na podlagi režima toka reke Donave in delovanja enote, se lahko letno proizvede približno 35 GWh energije.

Nivo vode navzgor po strugi obnovitvene elektrarne je zaježen z zaježitveno oviro na kocu kanala za toplo vodo, glede na delovanje vodne turbine in neposrednih servisnih objektov. Te vključujejo zaježitvene strukture, ki usmerjajo tok vode skozi komponente, zahtevane za delovanje teh struktur, in opremo za dvigovanje kot tudi pomožne zmogljivosti za servisiranje in vzdrževanje. Oprema električnega in nadzornih sistemov, stikal in transformatorji, so locirani v posebni stavbi elektrarne poleg vodne elektrarne. Kabli, ki zagotavljajo povezave med elektrarno in prenosnimi linijami, ki dobavljajo proizvedeno električno energijo, so povezani s tem objektom. Tuakaj je nameščena tudi oprema, ki zagotavlja pomožno energijo, kompresor in naftna postaja.

Obnovitvena elektrarna ima možnost pretoka, ki lahko zagotovi izhod za največjo količino vode za hlajenje, ki prihaja iz jedrske elektrarne brez kakršnegakoli nasprotnega učinka in lahko tako zagotovi varen izpust vode nazaj v reko Donavo, ko vodne turbine ne delujejo oziroma je čas za vzdrževanje.

Vodna elektrarna je avtonomni objekt, zavarovana s svojo zunanjo ograjo in ne zahteva stalne prisotnosti operaterja. Območje varujeta fizični jez in alarmni varnostni sistem.

7.7 POMOŽNI SISTEMI IN POMOŽNE ZMOGLJIVOSTI

7.7.1 RAZSOLJENA VODA

Nov objekt za predpripravo vode je načrtovan v zvezi s širitvijo načrtovanih enot, ki bo zgrajen z zmogljivostjo 3 x 100 odstotkov. 3 vzporedne enote so konstruirane za najpomembnejše elemente sistema, s primernimi križnimi povezavami.

Tehnologija predpriprave vode je sestavljena iz nalsednjih sestavnih postopkov: čiščenje, multimedijaska filtracija, razsoljevanje z membranami in postdesalinizacija z deionizacijo, če je to potrebno. Postopek razsoljevanja z membranami sestavljajo trije podpostopki: ultra filtracija, povratna osmoza in elektrodeionizacija. Bistvo predpriprave vode je razsoljevanje z membranami in pomembna značilnost tega postopka je, da je v primerjavi s tradicionalnim postopkom mehčanja, preprečevanja vodnega kamna in deionizacijo razsoljevanje, ki uporablja vsaj eno magnitudo manj kemikalij in na ta način manjšo količino kemikalij s skupnim delovanjem z proizvedeno odpadno vodo, znatno zmanjšana. Oprema za predobdelavo zagotavlja potrebno dodatno vodo za ohlajevanje za hladilne stople, ki so postavljeni zaradi varnosti sistema vode za hlajenje. Kakovost vode zahteva dodatno vodo za hlajenje, ki se lahko pridobi z neposrednim postopkom predobdelave vode in postopkom razsoljevanja z membranami. Posledično ima predhodna faza predobdelave vode višjo zmogljivost (odvisno od shranjevanja dodatne vode za hlajenje in zahtevah za vodo za hlajenje v hladilnih stoplih) in količina vode, ki gre skozi končno razsoljevanje ni večja kot so zahteve po razsoljeni vodi v primarnem in sekundarnem vodu.

Odvisno od dveh možnih načinov delovanja hladilnega vodnega sistema v nujnih primerih, lahko tudi oprema za predobdelavo vode deluje na dva možna načina. Če je način obratovanja hladilnega stolpa hladilnega vodnega sistema v nujnih primerih na voljo samo za kratek čas (nekaj dni na leto, najverjetneje ne več kot mesec dni), se priskrbijo podatki o vodnem ravnovesju opreme za predobdelavo vode za značilni način delovanja, ko je hladilni vodni sistem v nujnih primerih hlajen s svežo vodo in ni potrebe po dodatnem hlajenju vode.

Na podlagi zgoraj navedenega je zahteva po surovi vodi za opremo za predobdelavo vode za eno enoto pričakovana na 36 m³/h pri normalnem delovanju; za dve enoti je ta pričakovana vrednost 72 m³/h. načrtovane letne potrebe po surovi vodi za obe enoti naj ne bi presegle 640,000 m³.

Opis	Merska enota	1x1200 MW	2x1200 MW
Surova voda (iz Donave)	m ³ /s	0,01	0,02
Surova voda (iz Donave)	m ³ /h	36	72
Odpadna voda	m ³ /h	12	24
Generirana razsoljena voda	m ³ /h	24	48

Tabela 19: Vodno ravnovesje za pripravo vode za predobdelavo med normalnim delovanjem

Funkcija shranjevanja razsoljene vode in sistema distribucije je shraniti in dostaviti razsoljeno vodo strankam v primarnem vodu, v turbinskem stvabo in pomožne objekte. Naprava za predpripravo vode in objekti za shranjevanje razsoljene vode morajo skupaj ustrezati najvišjim zahtevam za razsoljeno vodo. Pričakova tok razsoljene vode za novo enoto

jedrske elektrarne je 24 m³/h v primeru normalnega delovanja ene enote, za dve enoti med normalnim delovanjem pa je 18,720m³/h. Višje zahteve za razsoljeno vodo, ki se pokažejo pri vmesnih fazah delovanja se zadovoljijo iz shranjevalnika za razsoljeno vodo. Ker vmesne operativne faze obstajajo samo eno leto, so zahteve za razsoljeno vodo za normalno delovanje predominantne. Kombinirane letne zahteve za razsoljeno vodo za dve načrtovani enoti naj ne bi presegle 420 tisoč m³.

Odpadna voda skupne naprave za predpripravo vode novih jedrske elektrarne je 12 m³/h med normalnim delovanjem v primeru ene enote in 24 m³/h med normalnim delovanjem dveh enot. Letna količina odpadne vode, ki jo preizvede predpripravljalna naprava za vodod ne bi smela preseči 220 tisoč m³.

Odpadne vode, proizvedene v napravi za predpripravo vode med individualnim tehnološkim delnim postopkom, so zbrane in shranjene v vmesnem zbiralniku odpadne vode. Odpadki, proizvedeni med številnimi postopki, so zmešani in preverjeni pred izpustom zaradi skladnosti z relevantnimi omejitvami izpustov. Če je je treba, so tudi kemično nevtralizirani. Odpadna voda je izpuščena v tehnično odpadno vodo elektrarne. [32]

7.7.2 TEHNOLOŠKA ODPADNA VODA

7.7.2.1 Sistem upravljanja z radioaktivno odpadno vodo v primarnem vodu

Upravljalni sistem odpadne vode primarnega voda zbira, obdeluje in shranjuje radioaktivno odpadno vodo, ki je proizvedena med normalnim delovanjem. Ta sistem prav tako prejema potencialno radioaktivno odpadno vodo iz sistemov zgradb turbine (to je elutacija uparjalnika na strani oskrbe z vodo).

Ena od ključnih nalog ravnanja z radioaktivnimi odpadki je izbira selekcija različnih tipov odpadnih vod na podlagi osnovnih fizičnih in kemičnih lastnosti odpadnih vod. Z ločevanjem aktivnih in neaktivnih odpadnih vod lje lahko znatno zmanjšana količina različnih kategorij odpadkov ki čakajo na končno shranjevanje. Večina radioaktivnih voda se vrne v pravilne tehnološke postopke primarnega voda po zahtevanih dejanjih obdelave. Radioaktivna odpadna voda, ki ne more biti vrnjena v tehnološki postopek, gre skozi čistilno tehnološko linijo, kjer se na koncu ločijo aktivni kontaminanti, ki so kondenzirajo in shranijo, kot je zahtevano. Po obdelavi in shranjevanju se obdelani in testirane radioaktivne vode s koncentracijo radionuklidov izpustijo v kanal za toplo vodo sistema odpadnih voda primarnega voda preko kontrolne izpustne cevi za nadzornim rezervoarjem.

Pričakovani povprečni letni in dnevni izpusti obdelane odpadne vode iz sistema radioaktivne odpadne vode so prikazani v naslednji tabeli.

Opis	Merska enota	1x1200 MW	2x1200 MW
Normalno delovanje	m ³ /h	5	10
Letna količina odpadne vode	tisoč m ³ na leto	44	88

Tabela 20: Količina tekočih radioaktivnih odpadkov v primarnem vodu[32]

7.7.2.2 Sistem upravljanja z odpadnimi vodami iz zgradbe turbine

Sistem obdelave odpadne vode iz turbinske zgradbe zbira in obdeluje odpadne vode iz zgradbe turbine in pomožne opreme. Ta sistem obdeluje samo neradioaktivne odpadne vode.

Sistem upravljanja z odpadnimi vodami iz zgradbe turbine lahko razdelimo na tri podsisteme:

- zaprti kondenzacijski zbiralni sistem;
- sistem zbiranja izcednih voda;
- sistem industrijske odpadne vode.

Pri normalnem delovanju je odpadna voda iz zgradbe turbine zaprt zbirni sistem, ki vrača vodo v sistem oskrbe z vodo in ne ustvari odpadne vode. Odpadna voda iz sistema odpadnih voda in sistem industrijske odpadne vode je izpuščen kot odpadna voda po ustrezni obdelavi, nevtralizaciji ali odstranitvi nafte. Obseg odpadne vode je prikazan na naslednji tabeli.

Opis	Merska enota	1x1200 MW	2x1200 MW
Normalno delovanje	m ³ /h	20	40
Letna količina odpadne vode	tisoč m ³ na leto	175	350

Tabela 21: Količina tekočih odpadkov iz stavbe turbine

Kombinirana letna odpadna voda, proizvedena v stavbi turbine in v pomožnih stavbah dveh načrtovanih enot naj ne bi presegla 350 tisoč m³.

Po pravilnem pregledu in preprčanju, da je zadovoljeno merilom za omejitev izpustov, so odpadne vode zbrane z zbirni sistemi in izpuščene v kanal za toplo vodo preko sistema odpadne vode iz zgradbe turbine. [32]

7.7.3 ODPADNA VODA IZ HLADILNIH STOLPOV ZA NUJNE PRIMERE

Če hladilni vodni sistem v nujnih primerih deluje na način hladilnih stolpov, mora biti elutirana s trnsaferjem toplote, ker v hladilnih stolpih prihaja do izparevanja in kontaminacije, ki prehaja v zrak, da bi omejili koncentracijo kontaminantov v vodi za hlajenje. Odpadna voda iz postopka elutacije je zahtevana, ko voda, ki jo uporablja hladilni stolp za nujne primere, prehaja v Donavo preko izpusta v kanale za toplo vodo skupaj s toplim kondenzatorjem vode za hlajenje. Količina je manjša od količine hladilne vode za kondenzatorje.

Če sistem hlajenja za nujne primere deluje v načinu stolpnega hlajenja, prehaja odpadna voda skozi elutracijo hladilnega stolpa. Praktično to pomeni, da je voda po elutaciji proizvedena, ko je ta voda že delno razsoljena in je oprema za prpravo predobdelave vode zmanjšan z izparevanjem v hladilnem stolpu. Naslednja tabela prikazuje količine odpadne vode, ki prihaja iz hladilnih stolpov, razdeljena na ure in leto s predpostavkami, narejenimi za delovanje.

Opis	Merska enota	1x1200 MW	2x1 200 MW
Opadna voda za hladilne stolpe za nujne primere po elutaciji	m ³ /h	36	72
Letna največja količina odpadne vode (predvideni čas obratovanja največ 1 mesec)	tisoč m ³ na leto	26	52

Tabela 22: Največja količina odpadne vode za hladilne stolpe za nujne primere po elutaciji

Za dve novi enoti je kombinirana letna količina odpadne vode iz hladilnih stolpov, ki delujeta v nujnih primerih, pričakovana, da ne bo presegla 52 tisoč m³.

Po natančnem nadzoru za zadovoljitev teh mejnih izpustov je odpadna voda, ki je pridobljena, izpuščena v kanal za toplo vodo s sistemom tople vode turbinske zgradbe.

7.7.4 PITNA VODA – KOMUNALNA ODPADNA VODA

Vir: Odločba je podprta z analizo različnih vidikov oskrbe s pitno vodo za nove enote JE Paks in za ravnanje s kanalizacijo, MVM ERBE Zrt. [6-10]

Študije predlagajo, da je najboljši vir vode za novo jedrsko elektrarno vodno zajetje Csámpa s svojimi pomožnimi sistemi, najboljša komunalni obdelovalni kanalizacijski sistem pa bi lahko bil objekt obdelovanja vode s svojimi pomožnimi objekti, ki delujejo v prostorih jedrske elektrarne Paks, tako iz tehničnih kot iz poslovnih razlogov.

Največja količina pitne vode bo potrebna, ko bo začel obratovati prva enota in se bo začela izgradnja druge enote, istočasno, takrat bo največja količina 646 m³/dnevno, od česar bo 95% ali 614 m³ dnevno postala kanalizacijska voda.



Csámpai vízműtelep – vodno zajetje Csámpa

Slika 33: Lokacija vodnega zajetja Csámpa[33]

7.7.5 DEŽEVNICA

Deževnica se steka z dvorišč in streh novih enot jedrske elektrarne in iz nekontaminiranih površinskih voda, zbranih iz drugih območij, od koder teče neposredno v kanal za toplo vodo.

Čista in deževnica, ki bi lahko bila onesnažena z nafto, se zbira ločeno na območju delovanja. Da bi ujeli deževnico, ki je morda onesnažena z nafto, bodo na vseh nadzemnih parkiriščih za avtomobile nameščeni lovilniki nafte v primerni velikosti. Temelji transformatorjev bodo zgrajeni z ustrezno velikimi jaški za shranjevanje deževnice, lovilniki nafte pa bodo nameščeni na vse površine, kjer bi lahko prišlo do izpustov. Deževnica, ki ne bo onesnažena z nafto, bo odvajana skupaj s čisto deževnico.

7.7.6 POŽARNA VODA

Novi enoti jedrske elektrarne bosta imeli skupno omrežje za požarno vodo, ki bo prejemal vodo iz sistema novih enot za surovo vodo. Preko cevi bo bazen za požarno vodo polnjen z največ 380 m³/h. oskrbovalni sistem za požarno vodo bo zgrajen skladno s protipožarnim načrtom, ki bo pripravljen kasneje.

7.7.7 DEKANTIRANJE IN SHRANJEVANJE KEMIKAJIJ

Načrtovana nova jedrska elektrarna ima svoj nov sistem za shranjevanje kemikalij. Kemični in shranjevalni sistem prejmeta, shranjujeta in obdelujeta vse kemikalije, ki jih uporablja jedrska elektrarna, v posebni sobi, v v zgradbi za pripravo vode. Zaloga uskladiščenih kemikalij mora zadostovati za vsaj 30 dni ob normalnem načinu delovanja elektrarne. Da bi

zagotovili, da kemikalije ne kontaminirajo okolja, morajo biti nameščeni pravi bazeni za preprečevanje škode. Tam bodo zbiralniki kemikalij in talni zadrževalniki v zgradbi za shranjevanje kemikalij, kar zagotavlja, da potencialno uhajanje kemikalij prehaja skozi sistem kemične obdelave vode. Tudi ustrezne kemične črpalke bodo nameščene na rezervoarjih za shranjevanje kemikalij. Primeren pnevmatski sistem pa bo nameščen na rezervoarjih za shranjevanje kemikalij. Predpakirane količine shranjenih kemikalij bodo odstranjene s tovornjaki ali ustreznimi stroji.

Opis	Shranjena količina
Shranjevanje hidrazina in amoniaka	
Amonijev hidroksid	1 m ³
Hidrazin	3 t
Shranjevanje vodika	13 m ³
Kemično skladišče	
Dušikova kislina	4 m ³
Žveplova kislina	7 m ³
Prostora za obdelavo vode	
Solna kislina	53 m ³
Natrijev hidroksid	40 m ³
Shranjevanje borove kisline	2 x 3 t

Tabela 23: Shranjevanje kemikalij med delovanjem

7.7.8 DIZELSKI GENERATORJI

Energija za nujne primere se dovaja s 4 dizelskimi genneratorji na enoto jedrske elektrarne, vsaka ima moč ~7,5 MWe, z izstopno močjo gorivne enrgije 18,75 MW_{th} na generator. Vsak od dizelskih generatorjev je zmožen zagotavljati zahtevano količino električne enrgije v primeru zaustavitve zardai nujnega primera. Za varno zaustavitev mora biti zagotovljenih 168 ur neprekinjenega delovanja dizelskega generatorja za vsako od enot jedrske elektrarne Posledično je celotna shranjevalna zmogljivost, ki jo zahteva delovanje enega generatorja (s prdvidevanim vložkom toplote goriva 42 MJ/kg; specifična teža of 0.83 kg/l in stopnja učinkovitosti 40%) je ~325 m³. Da bi zagotovili stopnjo presežka potrebne oskrbe z gorivom, mora biti vsak dizelski generator opremljen z ločenim rezervoarjem za gorivo, ki ima zmogljivost dizelskega goriva, zahtevanega za 168 neprekinjenega delovanja. Rezultat tega je, da bo zmogljivost za 8 × 325 m³ (skupaj 2600 m³) dizelskega goriva na voljo v zgradbah, kjer bodo nameščeni dizelski generatorji.

Pod normalnimi pogoji delovanja je vsako delovanje dizelskih generatorjev uporabno samo za testne namene, kar pomeni, da je povprečno testno delovanje 8 ur na generator mesečno;vsak generator se testira posmično, najdaljše traneje testnega delovanja je 8×8×12, ki je 768 ur.

7.7.9 SEKUNDARNI BOJLER

Da bi zagotovili količino pare, ki je potrebna za paro, ki se proizvaja v začetnih enotah med vzpostavljanjem in obdobjem delovanja sta nameščena dva dodatna električna grelnika na paro, vsak z močjo 15 MW. Električna energija bo oskrbela boilerja z omrežjem 10 kV, kombnirana the combined steam supply capacity of the boilers will be 46 t/h at 12 bar and 192°C. [34]

7.7.10 GRADBENE STORITVE

Namen HVAC sistemov jedrske elektrarne (gretje, prezračevanje in klimatizacija) je preprečiti ali zmanjšati širitev radioaktivnih substanc v objektu in zagotoviti ključno klimatizacijo za vzdrževanje standardnih pogojev, ki so nujni za osbje in/ali opremo.

7.7.11 SISTEM DOBAVE STISNJENEGA ZRAKA

Stisnjeni zrak zahtevata primarni in sekundarni vod, dobavljen pa je preko podpostaj kompresor in opremo izsuševalnika zraja. Na splošno je stisnjeni zrak dobavljen preko primarnega in sekundarnega voda z dvema postajama stisnjene zraja na enoto.

7.7.12 DISTRIKTNI OGREVALNI SISTEM

Namen distriktnega ogrevalnega sistema, ki se trenutno uporablja v jedrski elektrarni Paks je:

- Oskrba s toplo vodo za primarni vod, katerega izmenjevalniki toplote centra za distribucijo toplote so nameščeni na poseljenih območjih in s tem oskrbujejo tudi ta območja s toploto;
- Sposkrbovanje mesta Paks s toplo vodo za uporabo in napajanje ogrevalnega sistema elektrarne s toplo vodo.

Glavna zahteva za ogrevanje območja je ocenjena na 30 MW_{th}, zato je trenutni sistem prevelik in ima dodatne zmogljivosti. Distriktni ogrevalni sistem je bil zgrajen kot omrežna struktura, ki vključuje izhodno in vhodno glavno cevno omrežje (nominalna izhodna/vhodna temperatura je: 130 / 70°C oziroma v času daljšega obdobja hladnega vremena: 150 / 70°C), ki ga doboljujejo izmenjevalniki temperature in črpalke ter ventili, ki so potrebni za delovanje.

Distriktni ogrevalni sistem sestavljajo naslednji trije glavni deli:

- Centri za distribucijo toplote (izmenjevalniki toplote);
- Krožni sistem;
- Sistem zamenjave vode.

V okviru vzpostavitve novih enot jedrske elektrarne je načrtovan distriktni ogrevalni sistem, ki bo vzpostavljen in bo enak obstoječemu sistemu, kar pomeni, da bo izhajal iz veje novo inštaliranih turbin, para bo prehajala v nov distribucijski cevovod, izmenjevalniki toplote pa bodo nameščeni odvisno od zahtev po toploti, kar je predmet izhoda približno 30 MW. Celotni sistem vključuje toplotne izmenjevalnike, kroženje in površinsko omrežje in bo nameščen v posebni sekciji stavbe. (posebna zgradba). [35]

7.8 NADZORNI SISTEMI

Namen nadzornih tehnoloških sistemov je zagotoviti vrano in zanesljivo delovanje in nadzor nad proizvodnjo energije v jedrski elektrarni ter zmanjšanje napak, prekinitev in napak na najmanjšo sprejemljivo stopnjo. Nadzorni sistemi zagotavljajo razumljivi in ustrezeni nadzor ter samodejno kontrolo tehnoloških in postopkov proizvodnje, pošiljajo opozorilna sporočila, ko zaznajo nepravilnosti in iščejo način za odpravo takih anomalij z uporabo dodatnih rešitev.

Neprestani nadzor postopkov in opreme je zahtevan za delovanje elektrarne, predstavlja pa obremenitev /izpostavljenost za naravno okolje in da je lokalno prebivalstvo varno zaradi uporabe opazovalne opreme in sistemov, ki so nadzorovani neodvisno od tehnoloških postopkov.

7.9 ELEKTRIČNI SISTEMI

Kar zadeva obremenitve je oskrba elektrarne z elektriko s sistemom za dve novi enoti preskrbljena tako, da jo sestavljata dva trofazna transformatorja na lokaciji in ene trifazni rezervni transformator za enoto. [36]

Glavni transformator

Učinkovita moč: najmanj 1200/3 MW (okrog 1500/3 MVA)

Količina: 3 enkratne fazne enote

Količina nafte: okrog 90 ton/ enofazni transformator; okrog 270 ton / 3 enkratno fazni transformatorji

Največja obremenitev s hrupom: okrog 75 dB / transformator

Normalni transformator za interno uporabo

Učinkovita moč: okrog 70 MW (pribl. 90 MVA)

Količina: najmanj 2

Količina nafte: okrog 33 ton/ transformator; okrog 66 ton / 2 enoti

Največja obremenitev s hrupom: okrog 70 dB / transformator

Rezervne enote / »start-up« transformator

Priporočljiva je uporaba vsaj enega transformatorja za vsako enoto z močjo, ki je enak normalni uporabi transformatorja.

Učinkovita moč: okrog 70 MW (okrog 90 MVA)

Količina: 1

Količina nafte: okrog 33 ton

Največja obremenitev s hrupom: okrog 70 dB

Ocenjena celotna količina nafte za glavni, transformator v napravi in rezervni transformator, navedena zgoraj je približno: ~370 ton/ enoto

Pod trsnaformatorji bodo bazenii, ki bodo preprečevali kakršno koli onesnaženje z nafto.

7.10 GRADBENIŠTVO

7.10.1 TEMELJNE PLASTI NAČRTOVANIH ENOT

Do globine 10 m geološke formacije je sestavljena pretežno iz drobnih, krhkih in sedimentov majhne kohezije. Fino drobljivi sedimenti so v glavnem stisljive plasti z različno konsistenco, nizko plastičnostjo in zmogljivostjo obremenitve. Pod temi plastmi je formacija delno kompaktna, primerna za temljenje s pravilno zmogljivostjo obrnenitve, a je zaradi krhkosti občutljiva za erozijo in dinamične efekte (npr. potres) ter občutljiva za podzemne vodne tokove. Plasti blata lahko blokirajo pot deževnici, da prodre v tla in oblikujejo vodne leče. Stopnja formiranja vodnih leč je vedno višja od stopnje podzemnih voda in povprečne stopnje nadzemnih voda. form so called pendular water lenses.

Paks II. Splošna $\pm 0,00$ stopnja obodoče jedrske elektrarne Paks II je bila izmerjena na 97 m.

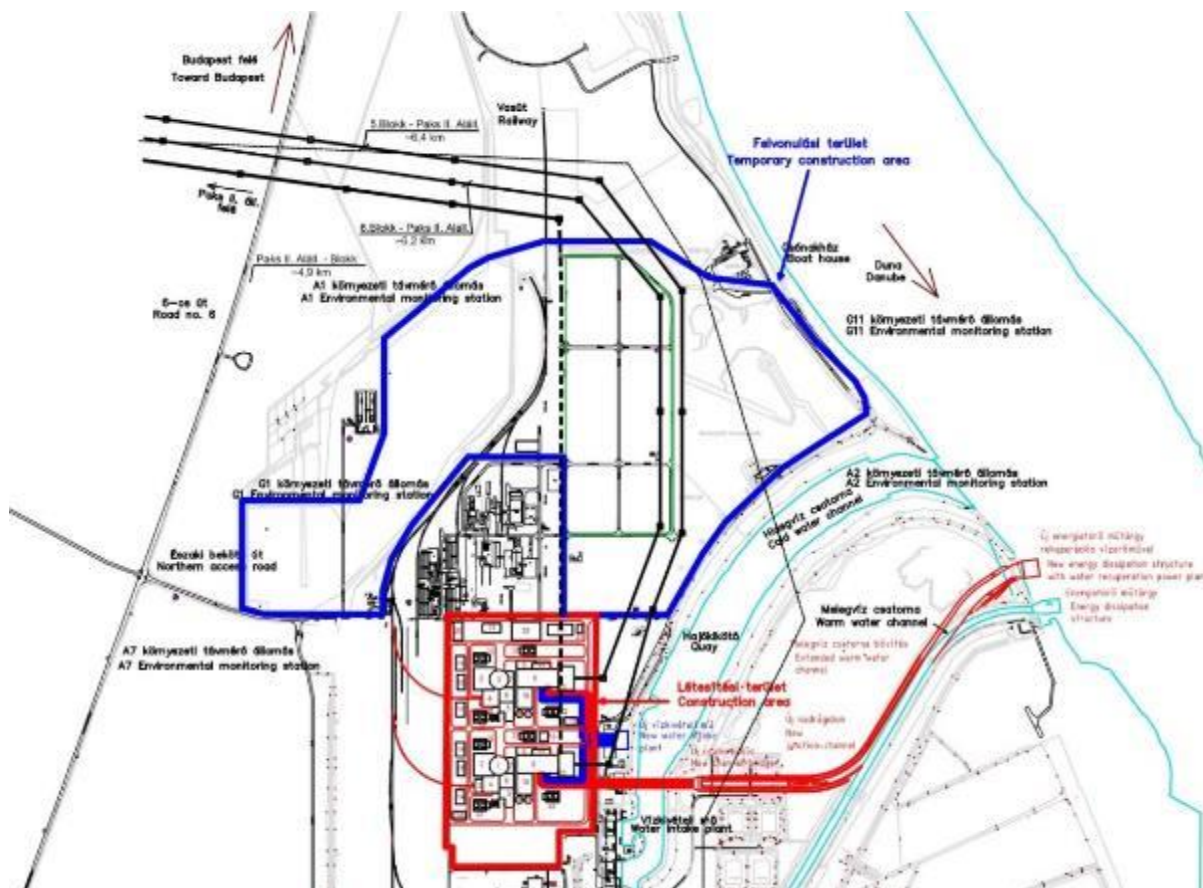
Glede na predvidevane osnovne podatke, ki so bili upoštevani, je bilo izmerjeno nalsednje v z vezi s temelji

- ❖ Kompleks stavb reaktorja (jedrski otok), turbinska zgradba, dizelski generatorji in ostale zgradbe, ki so del varnostnega sistema. Ocenjena globina temeljev – glede na zahtevan prostor, ki je potreben zardai tehnologije in pomembnih dinamičnih obremenitev turbomotorne skupine – je okrog 14-20 m. Ploščno temljenje je podprto z ojačanimi betonskimi stebri, ki so načrtovani za te lokacije.

- ❖ Druge stavbe, ki niso del varnostnega sistema poglobljenega temeljenja ali ploščnega temeljenja, ki je zgrajeno na delno odvoženi zemljini, je načrtovano za druge ločene zgradbe, ki ne bodo vsebovale tehnološke opreme, kar bi se odražalo v pomembni dinamični uporabi. Ocenjena globina temeljev je 2-6 m.

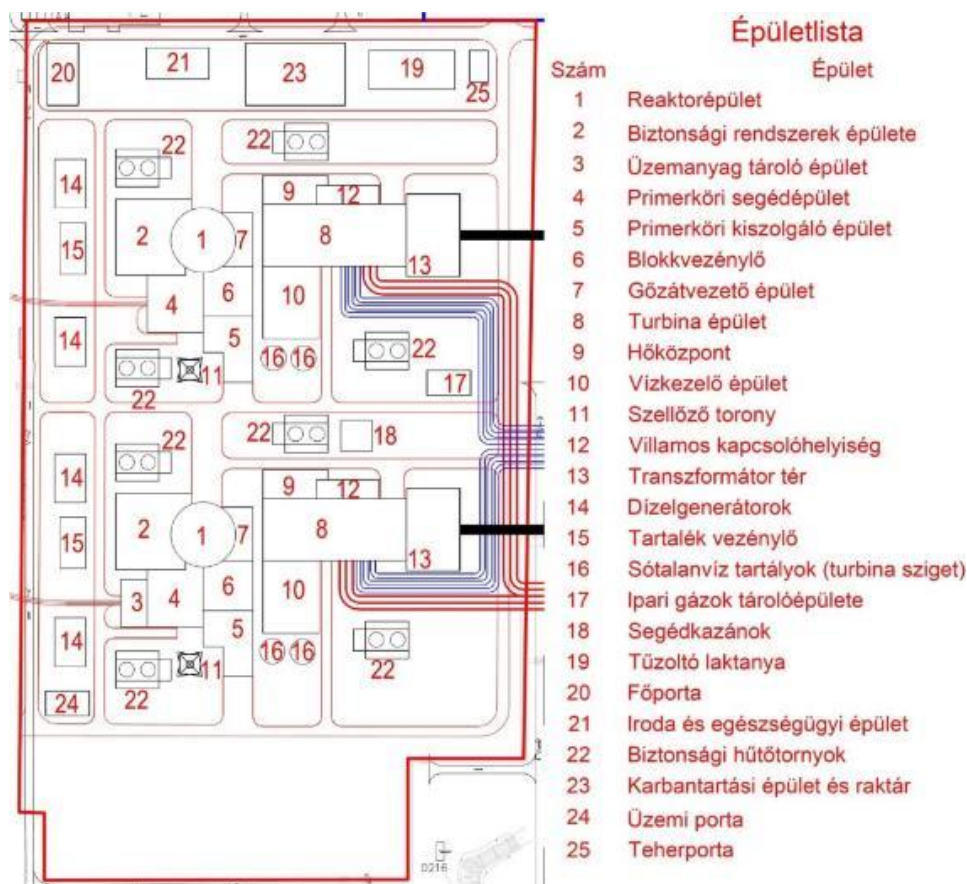
7.10.2 OBMOČJE IZGRADNJE JEDRSKE ELEKTRARNE PAKS II

Na področju izgradnje, ki je pripravljeno za oceno vplivov okolja so stavbe in objekti nanizani na podlagi tehnoloških premislekov, kar pomeni, da so upoštevane tehnološke enote z največjo možno potrebno površino. Zaradi funkcionalnih fizičnih, strukturalnih, seizmičnih in protipožarnih dejavnikov se lahko izgled in velikost spremenita.



Slika 34: Območje izgradnje Paks II - splošni zemljevid

7.10.3 ZNAČILNOSTI IN LASTNOSTI ZGRADB IN OBJEKTOV PAKS II



Épületlista	Seznam stavb
Szám	Številka
Épület	Stavba
1. Reaktorépület	1. Gradba reaktorja
2. Biztonsági rendszerek épülete	2. Zgradba za varnostne sisteme
3. Üzemanyag tároló épület	3. Shranjevanje goriva
4. Primerköri segédépület	4. Pomožna zgradba za primarni vod
5. Primerköri kiszolgáló épület	5. Servisna zgradba za primarni vod
6. Blokkvezénylő	6. Nadzorna soba enote
7. Gőzátvezető épület	7. Stavba za transfer pare
8. Turbina épület	8. Zgradba za turbino
9. Hőközpont	9. Toplotno središče
10. Vízezelő épület	10. Zgradba za obdelavo vode
11. Szellőző torony	11. Ventilacijski stolp
12. Villamos kapcsolóhelyiség	12. Soba za električna stikala
13. Transzformátor tér	13. Območje transformatorjev
14. Dizelgenerátorok	14. Dizelski generatorji
15. Tartalék vezénylő	15. Rezervna nadzorna soba
16. Sótalanvíz tartályok (turbina sziget)	16. Rezervoarji za razsoljevanje (turbinski otok)
17. Ipari gázok tárolóépülete	17. Shranjevanje industrijskih plinov
18. Segédkazánok	18. Sekundarni boilerji
19. Tűzoltó laktanya	19. Stavba gasilske službe
20. Főporta	20. Glavni vhod
21. Iroda és egészségügyi épület	21. Pisarniški prostori in zdravstvena oskrba
22. Biztonsági hűtőtornyok	22. Hladilni stolpi za nujne primere
23. Karbantartási épület és raktár	23. Stavba za vzdrževanje in skladiščenje
24. Üzemi porta	24. Vhod za osebje
25. Teherporta	25. Vhod za tovar

Slika 35: Lokacija zgradb in objektov Paks II na območju načrtovane izgradnje

Opis zgradb Paks II je podroben, saj zagotavlja osnovne podatke za določitev v študiji ocene vplivov na okolje in v glavnem temelji na podatkih, ki jih je priskrbel dobavitelj. Kjer ni bilo podatkov, so kot začetna točka upoštevane strukture obstoječe jedrske elektrarne. Vse zgradbe na kraju konstrukcije morajo biti ustrezno velike za načrtovanje zaščite pred požari in potresi.

7.10.4 VIZUALIZACIJA PAKS II

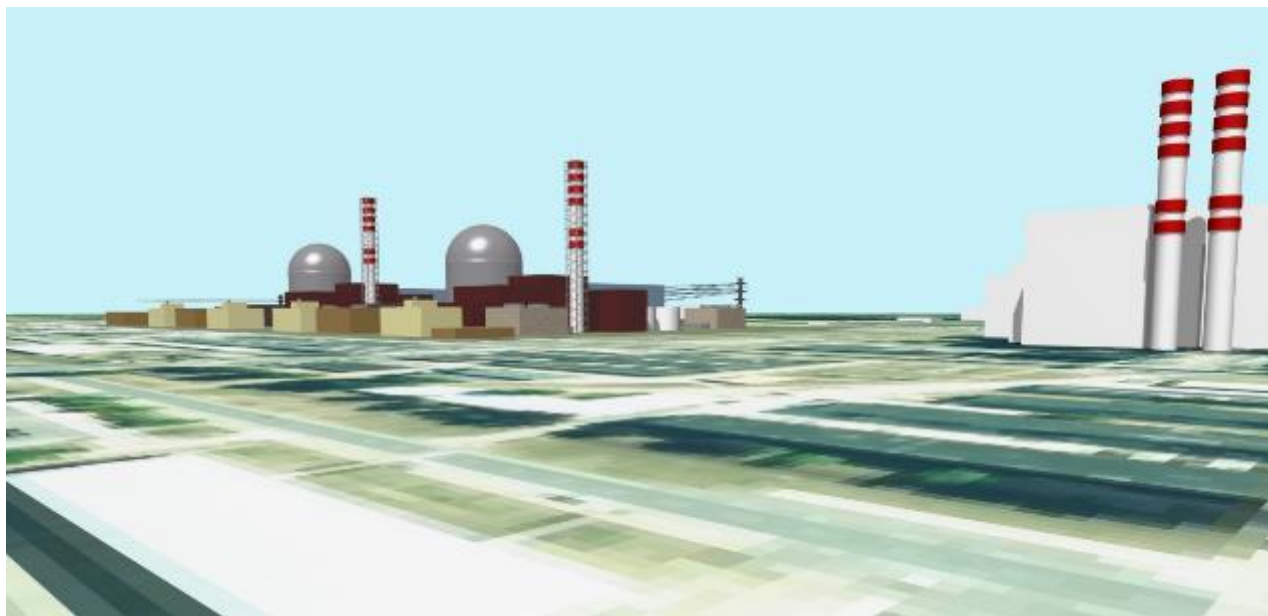
Pogledi načrtovanih gradbenih kompleksov II in 400 kV linije so prikazani s ptičje perspektive in z vidne perspektive z naslednjih smeri:

- Pogled 1: pogled iz smeri jugo-zahod iz območja med jedrsko elektrarno Paks in Paks II
- Pogled 2: pogled iz smeri severo-vzhod iz kota trenutnega gradbenega območja

POGLED 1:

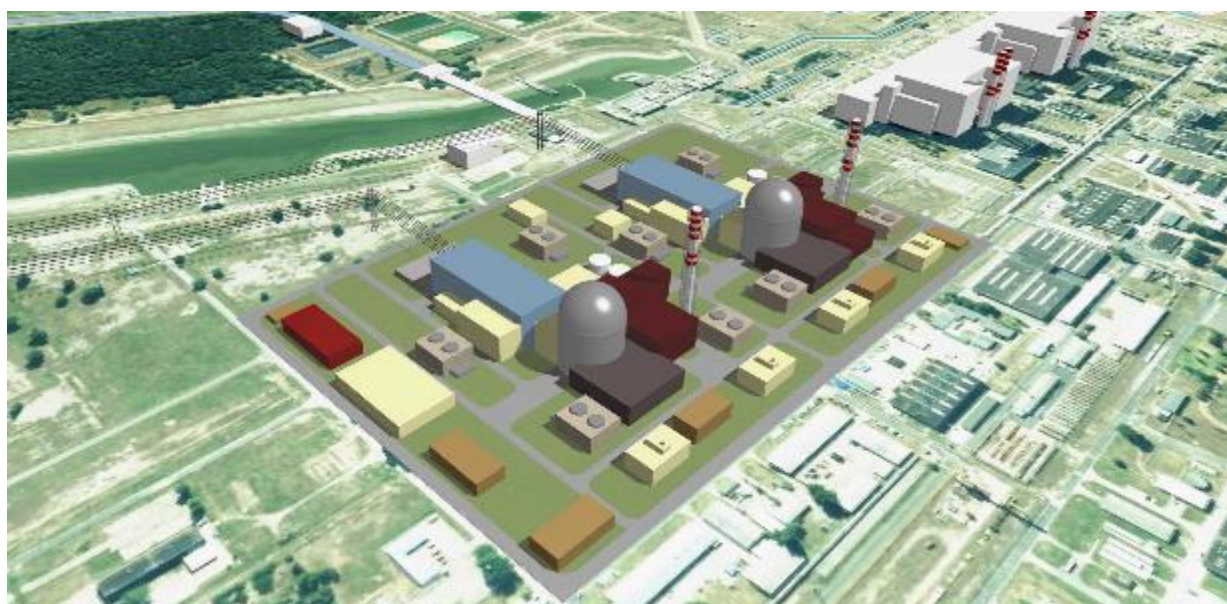


Slika 36: Načrtovane enote in 400 kV vod s ptičje perspektive - jug-zahod

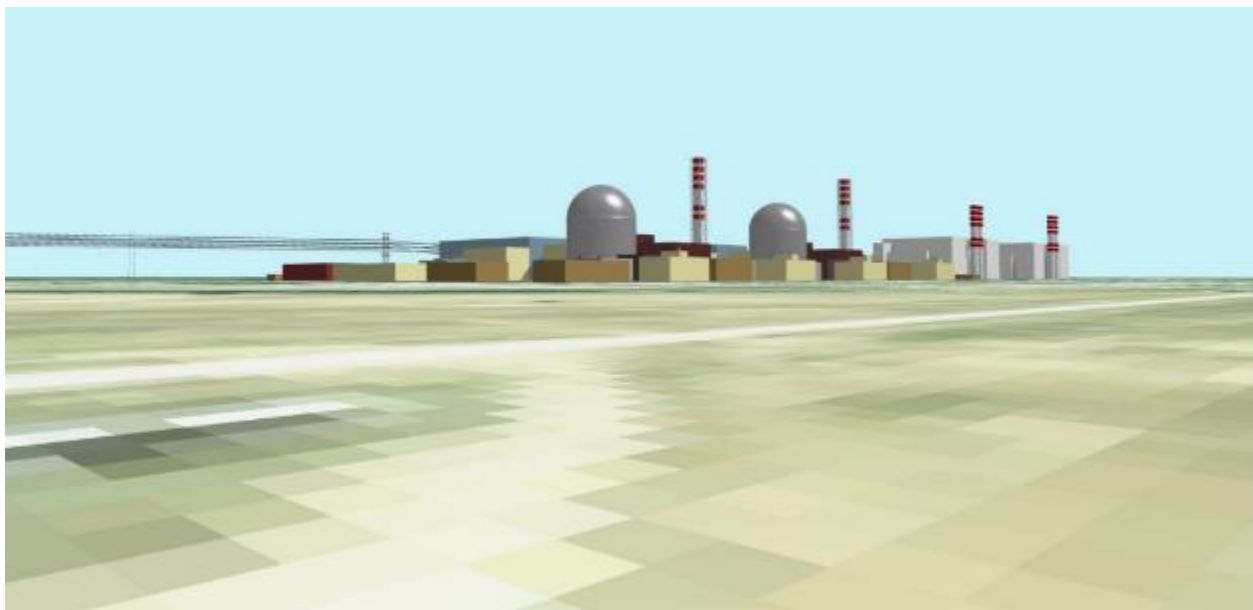


Slika 37: Načrtovane enote in 400 kV vod z vidne perspektive - jug-zahod

POGLED 2:



Slika 38: Načrtovane enote in 400 kV vod s ptičje perspektive - sever-zahod



Slika 39: Načrtovane enote in 400 kV vod z vidne perspektive - sever-zahod

7.11 DODATEK MERILA ZA SPREJEM INDIVIDUALNIH NAČINOV DELOVANJA

7.11.1 NORMALNO DELOVANJE

Pogoj delovanja	Opis	Frekvenca (verjetnost) f [1/leto]	Izpostavljenost prebivalstva dodatnemu sevanju	
			merilo	VVER-1200 projekcija
TA1/DBC1	Normalno delovanje	1	20 μ Sv/leto	< 2 μ Sv/leto

Tabela 24: Merila za sprejem– Normalno delovanje [30]

7.11.2 POGOJI ZA OSNOVNO NAČRTOVANJE

Pogoj delovanja	Opis	Frekvenca (verjetnost) f [1/leto]	Izpostavljenost prebivalstva dodatnemu sevanju	
			merilo	VVER-1200 projekcija
TA2/DBC2	Pričakovani dogodki pri delovanju	$f \geq 10^{-2}$	100 μ Sv/leto	< 60 μ Sv/leto
TA3/DBC3	Napake osnovnega načrtovanja z malo verjetnimi pogoji	$10^{-2} > f \geq 10^{-4}$	1 mSv/dogodek	< 1 μ Sv/dogodek
TA4/DBC4	Zelo nizka verjetnost napak osnovnega načrtovanja	$10^{-4} > f \geq 10^{-6}$	5 mSv/dogodek	< 3,4 mSv/dogodek

Skladno z NSR doza, ki ji je lahko izpostavljeno prebivalstvo, ne sme presegati omejitve doze (90 μ Sv), kar je manj kot merilo, navedeno v tabeli (100 μ Sv), vendar pa presega vrednost napovedi (60 μ Sv).

Tabela 25: Merila za sprejem– pogoji za osnovno načrtovanje[30]

7.11.3 UČINKOVITE MEDNARODNE IN MADŽARSKÉ ZAHTÉVE ZA POGOJE RAZŠIRJENEGA NAČRTOVANJA

UČINKOVITE MEDNARODNE IN MADŽARSKÉ ZAHTÉVE (PO NSR, VELJAVNO 20. OKTOBRA 2014)		
Zvezek 2 – GENERIČNE ZAHTÉVE ZA JEDRSKI OTOK Poglavje 1 – VARNOSTNE ZAHTÉVE	<u>Dodatek 3 odločbi vlade št. 118/2011. (VII. 11.)</u> <i>Pravila jedrske varnosti</i> Zvezek 3: Zahteve za načrtovanje jedrske elektrarne:	Odločba št. 16/2000. (VI. 8.) ministra za zdravstvo o izvajanju posamičnih določb akta CXVI iz leta 1996 o jedrski energiji
2.5.1 izpusti zunaj lokacije na cilje resne nesreče 2.5.2 izpusti zunaj lokacije na cilje za kompleksne posledice Dodatek B 1. Merila za omejeni vpliv DEC	3.2.4.0700 za novo enoto jedrske elektrarne je omejitveno merilo vpliva na okolje zadovoljeno, če so preverjene nalsednje zadeve za dogodke, ki se pokažejo v fazi DEC1, in za dogodke, ki se pokažejo v fazi delovanja DEC2, z upoštevanjem določb odseka 3.2.2.4100. v tem primeru:	Intervencijske stopnje, ki veljajo pri izpostavitvi sevanju v primeru nesreče <i>Intervencijska stopnja:</i> vrednost ekvivalentne doze, ki se ji je mogoče izogniti, ali učinkovite doze, ki zahteva razmislek o intervencijskih ukrepih, ko je dosežena. Doza, ki se ji je mogoče izogniti, ali derivativna doza velja izključno za radiacijsko pot ali poti, ki so predmet določenega ukrepa.
Brez zaščitnih ukrepov izven meje 800 m od reaktorja med izpusti iz kontaminirane strukture <i>Ukrepi zaščite v nujnih primerih:</i> Ukrepi vključujejo evakuacijo javnosti glede na doze do 7 dni, kar se lahko izvede v postopkih v sili zaradi nesreče oziroma v času, ko se lahko pojavijo večji izpusti. To obdobje je na splošno krajše od 7 dni.	a) izven območja 800 m od jedrskega reaktorja ni potrebe za zgodnje ukrepe za postopke v sili, kar pomeni, da prebivalstva ni treba nujno evakuirati	Ostajenje v notranjosti: 10 mSv efektivne doze v obdobju, ki ni daljše od 2 dni Reševanje: 50 mSv efektivne doze v obdobju, ki ne presega 1 teden Uživanje joda: 100 mGy se pogoltne za vzdrževanje doze ščitničnega ravnovesja
Brez zamujenih ukrepov ne glede na čas nizvejen meje 3 km od reaktorja <i>Zamujeni ukrepi:</i> Ukrepi vključujejo začasno preselitev prebivalstva na podlagi pričakovanih doz do največ 30 dni, zaradi doz na tleh in resuspenzije aerosolov, kar je lahko izvedeno praktično do konca faze izpustov zaradi nesreče.	b) izven območja 3 km od jedrskega reaktorja ni potrebe za nobene začasne ukrepe, kar pomeni, da prebivalstva ni treba začasno evakuirati;	Začasna evakuacija: 30 mSv/mesec efektivne doze (določitev efektivne doze 10 mSv/mesec)
Brez dolgotrajnih ukrepov na katerikoli razdalji 800 m od reaktorja <i>Dolgotrajni ukrep:</i> ukrepi vključujejo trajno preselitev javnosti na podlagi predvidenih doz vse do 50 let zaradi sevanja tal in resuspenzije aerosolov. Doze zaradi zaužitja v tej definiciji niso upoštevane.	c) izven območja 800 m od jedrskega reaktorja ni potrebno uvesti zgodnjih ukrepov za postopke v sili oziroma prebivalstva ni potrebno nujno evakuirati	Končna evakuacija: >1 Sv/v življenju efektivne doze
Omejeni ekonomski vpliv: omejitve potrošnje hrane in pridelkov mora biti začasno omejena glede časa in površja	d) samo omejeni ekonomski vplivi so možni izven območja elektrarne.	
Dodatek B 2. izpusti na cilje, predvidene z osnovnim načrtovanjem za pogoje kategorije 3 in kategorije 4 (1) ni ukrepov izven mejnega območja 800 m (2) omejen ekonomski vpliv	3.2.4.0100. Za postopke, ki se začnajo zaradi dogodkov po fazi delovanja DBC2 do 4, je treba preveriti, da ne obstaja presežena vrednost izpostavitve sevanju za referenčno skupino prebivalstva: a) v primeru nove enote jedrske elektrarne: aa) omejitve doze, ki velja za postopke, ki se začnajo z dogodkom, ki je rezultat delovanja v fazi DBC2 (90 µSv/leto) aa) vrednost 1 mSv/dogodek, ki velja v postopku, ki se sproži z dogodkom, ki je rezultat faze delovanja DBC3 in aa) vrednost 5 mSv/dogodek, ki velja v postopku, ki se začne kot rezultat delovanja v načinu DBC4.	<u>Dodatek 2 k odločbi št. 16/2000. (VI. 8.) ministra za zdravstvo</u> I Stopnje ukrepov za omejitve doz in koncentracij radona, ki veljajo za zaposlene 4.2 Skupna izpostavitve članov prebivalstva eksternim in internim sevanjem iz umetnih virov, razen sevanj in izpostavljenosti v zvezi z medicinsko diagnostiko in terapevtske namene, skrb za paciente in prostovoljno sodelovanje v medicinskih raziskavah, ne sme preseči 1 mSv efektivne doze na leto. Pod posebnimi pogoji in za posamično leto, lahko OTH dovoli višjo dozo, z zagotovilom, da v naslednjih zaporednih 5 letih po letu, ko je bila individualna izpostavljenost sevanju višja, ne preseže 1 mSv efektivne doze na leto. Ne glede na zgornjo omejitev efektivne doze je letna ekvivalentna stopnja efektivne doze za očesne leče 15 mSv. Letna ekvivalentna doza za kožo – povprečno za vsak 1 cm ² – je 50 mSv.

Tabela 26: Učinkovite mednarodne in madžarske zahteve za pogoje razširjenega načrtovanja

7.11.4 DOGODKI OSNOVNEGA NAČRTOVANJA

Za vsako fazo delovanja enot VVER-1200 morajo biti določene najvišji okoljski izpusti glede na posamezni del delovanja. Dogodki, ki so prepoznani kot dogodki, ki po osnovnem načrtu pomenijo napako, so končno ocenjeni na podlagi podrobnih tehničnih specifikacij.

7.12 ZNAČILNOSTI UVEDBE PAKS II

7.12.1 OBMOČJA IZGRADNJE PAKS II IN POVEZANE ZMOGLJIVOSTI

V času vzpostavitve novih jedrskih elektrarn bo izgradnja tehnološkega dela elektrarne in povezanih zmogljivosti, ki jih zahteva delovanje, učinkovala na naslednja območja:

Jedrska elektrarna Paks II

- Servisno območje za gradnjo elektrarne: *začasno gradbišče*
- Gradbeno območje novih enot jedrske elektrarne: *območje delovanja*

Povezane zmogljivosti

Vodni vnosi sveže vode iz Donave: *kanal za hladno vodo, struktura za zajemanje vode*

Drenaža segretega hladilnega sredstva: *območje ob kanalih za toplo in hladno vodo ("otok") in območje obnovitvene vodne elektrarne*

Linije enot in prenosne linije

Pot linije enote 400kV in 120kV prenosne linije do nove podpostaje

7.12.2 NAČRTOVANE FAZE V IZGRADNJI PAKS II

Postopek vzpostavitve novih enot jedrske elektrarne je sestavljen iz naslednjih glavnih korakov, ki se začenjajo, ko so priskrbljena vsa zahtevana in veljavna dovoljenja za vzpostavitev in gradnjo:

❖ Aktivnosti pred gradnjo

- Priprava začasnega gradbišča, mapiranje
- Rušenje zgradb, struktur in drugih gradbenih segmentov na gradbišču
- Zamenjava / razgradnja objektov na gradbišču
- Odstranitev / transfer naprav z gradbišča
- Odstranitev / selektivnih delov površinske zemlje – površinska dela
- Izgradnja infrastrukture
- Izgradnja pisarn in sanitarnih enot za gradbince

❖ Aktivnosti izgradnje in namestitve

- Izkopavanje gradbene jame
- Izgradnja zaščitnega zidu in/ali varovalne stene
- Temeljna dela
- Odvodnjavanje gradbene jame do stopnje, da so temelji nad podzemnimi vodami
- Izgradnja reaktorskega kompleksa (jedrski otok) in povezane zgradbe turbine
- Konstrukcija ločenih zgradb, ki ne vsebujejo tehnološke opreme
- Konstrukcija strukture za zajemanje vode
- Izgradnja povezanih zmogljivosti

- Širitev kanalov za hladno in toplo vodo
 - Izgradnja nove veje kanala za toplo vodo
 - Izgradnja obnovitvene vodne elektrarne
 - Izgradnja hladilnih celic
 - Izgradnja linije enote in prenosne linije
 - Tehnološka montažna in namestitvena dela
 - Mapiranje in zemeljska dela pri prostorih elektrarne
- ❖ Postopki pred začetkom obratovanja
- Zagon
 - Izvedba testov
 - Individualno testiranje opreme (varnostne in ostale)
 - (Kompleksna) izvedba testov tehnoloških (varnostnih in ostalih) sistemov
 - Vstavitev prve polnitve / testiranje
 - Izvedba testov enot
 - Prenosni sistem - omrežje
 - Izvedba testiranja
 - Garancijske meritve

Povezane zmogljivosti, ki so predmet posebnega licenciranja (nova električna podpostaja, vmesno skladišče za porabljeno gorivo), bodo izvedene glede na prilagodljivost in časovno usklajenost z ostalimi fazami vzpostavljanja enot.

7.12.3 OKVIRNI ČASOVNI NAČRT IZGRADNJE PAKS II

Pričakovani datumi v teku vzpostavitve so navedeni v naslednji tabeli ob predpostavki, da ne bo nobenih motenj pri licenciranju in da bo poteklo pet let med vzpostavitvijo ene in druge enote:

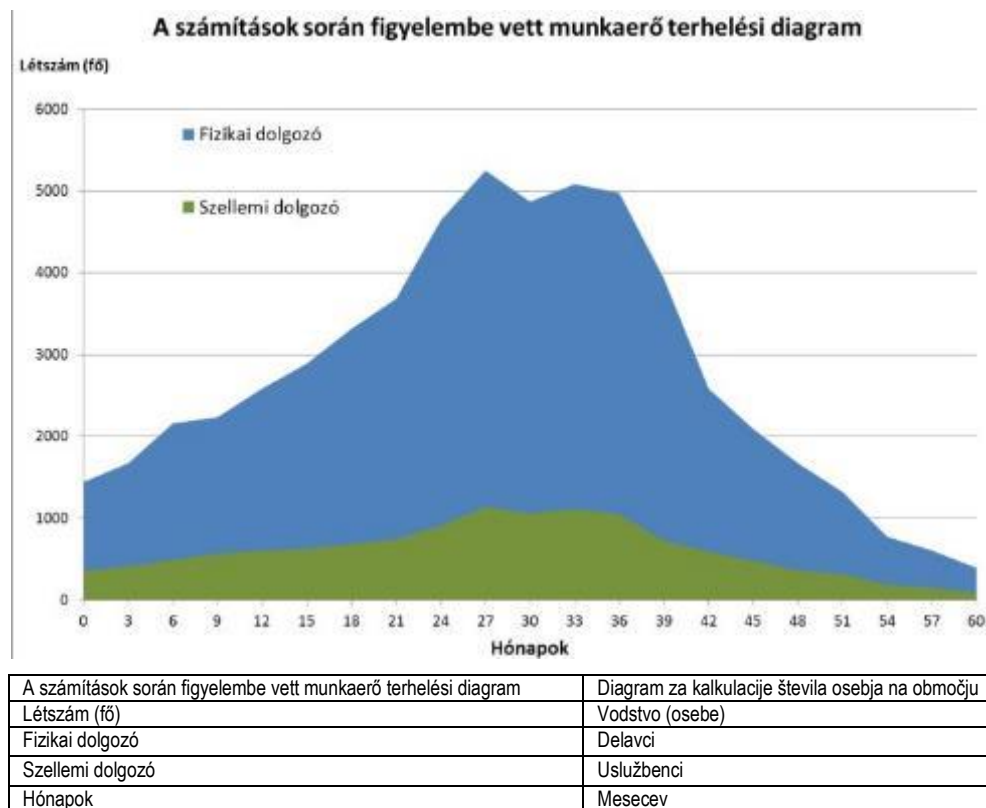
Dejavnost	Paks II	
	enota 1	enota 2
Začetek okoljskega licenciranja	2014	
Rušenje na lokaciji vzpostavitve	2017-2022	
Priprava konstrukcijskih in izvedbenih načrtov za licenciranje	2018-2019	
Mapiranje, premikanje zemljine	2018-2019	
Pridobivanje dovoljenj in licenc, ki so zahtevana za začetek vzpostavitve	2018-2020	
Začetek izvedbenih del	2020	2025
Temeljna dela	2020-2021	2025-2026
Izgradnja in montaža struktur	2022-2023	2027-2028
Testiranja in zagon	2024	2029
Vstavljanje prve polnitve	2024	2029
Prva povezava z omrežjem	2024	2029
Datum za začetek poskusnega obratovanja	2025	2030
Začetek komercialnega delovanja	2025	2030

Tabela 27: Operativni časovni načrt za enote Paks II

7.12.4 ZAHTEVE PO ČLOVEŠKIH VIRIH V ČASU VZPOSTAVITVE

Čas, zahtevan za vzpostavitev enote, je približno pet let. Začetni datum vzpostavitve druge enote je zato upoštevan kot petletni interval po vzpostavitvi prve enote. Če je vzpostavljena ena enota (na podlagi poročil dobavitelja tehnologije) računamo, da je za obdobje vzpostavitve potrebnih največ 5250 oseb.

Z upoštevanjem časovne razporeditve zaposlovanja smo odvisni od distribucije delovne sile, ki jo zagotavlja PÖYRY ERŐTERV.



Slika 40: Diagram za kalkulacije števila osebja na območju[33], [37], [38]

7.13 ZNAČILNOSTI IN LASTNOSTI DELOVANJA PAKS II

7.13.1 OKVIRNI ČASOVNI NAČRT DELOVANJA PAKS II

Enota 1 Paks II jedrske elektrarne Paks II bo začela s komercialnim delovanjem leta 2025 enota 2 pa bo začela s komercialnim delovanjem leta 2030.

Načrtovana življenjska doba enot jedrske elektrarne je 60 let.

Predvideva se, da bo izveden postopke podaljšanja življenjske dobe za enoto 1 in enoto 2 Paks II, čeprav v tej študij še niso preučeni povezani vplivi.

7.13.2 ZAHTEVANI ČLOVEŠKI VIRI ZA DELOVANJE NOVIH ENOT JEDRSKE ELEKTRARNE

Na podlagi analize ERBE je za delovanje ene enote potrebno redno zaposliti 600 ljudi, vključno s 400 zaposlenimi z rednim delovnim časom in 200 zaposlenimi, ki delajo v izmenah. Za 200 izmenskih delavcev je predvideno, da bodo delali 5 izmen v 3-dnevem delovnem času, 120 zaposlenih na dan pa se dodatno zahteva za redni delovni čas. Tako naj bi bilo na lokaciji vsak dan 520 zaposlenih.

Po zagonu enote bo potrebnih 2.800 zaposlenih za delovanje obeh enot, od katerih bo 300 zaposlenih delalo v izmenah, 500 zaposlenih pa v fiksnem delovnem času. Za 300 izmenskih delavcev je predvideno, da bodo delali 5 izmen v 3-dnevem delovnem času, 180 zaposlenih na dan pa se dodatno zahteva za redni delovni čas. Tako naj bi bilo na lokaciji vsak dan 680 zaposlenih.

Operaterjevo zaposlovanje in iskanje človeških virov ne vključuje tistih oseb, ki izvajajo vzdrževalna dela, ker je predvideno, da bodo večino takih del opravljali zunanji izvajalci in podizvajalci.

Na podlagi podatkov, ki jih je zagotovil dobavitelj jedrske elektrarne, bo potrebno najti tudi zaposlene za glavna popravila vsake enote, ki naj bi se izvajala vsakih deset let, ko bodo rabili približno tisoč (1,000) delavcev, kar pomeni 200 zaposlenih za fiksni delovni čas in 800 izmenskih delavcev. Za pričakovano potrebo 480 izmenskih delavcev dnevno se predvideva, da bodo delali 5 izmen v 3-dnevnem delovnem času, poleg 200 delavcev za redni delovni čas. Tako naj bi bilo na lokaciji vsak dan 680 dodatnih zaposlenih. [6-10], [6-18], [6-19] [37], [38]

7.13.3 OPERATIVNA LASTNINA NOVIH ENOT JEDRSKE ELEKTRARNE

7.13.3.1 Nadzor, razpoložljivost in vzdrževanje

Proizvodnja elektrike novih enot jedrske elektrarne bo nadzorljiva med 50 in 100% lahko pa bo delovala na oba načina: s polnjenjem ali načinom otok. Sprememba hitrosti polnjenja enot je 5% (60 MW) na minuto v obeh smereh. Pričakovana letna razpoložljivost novih enot jedrske elektrarne bo >90 %, kar vključuje letna minimalna popravila in čas, ki se porabi za transfer porabljenega goriva. Redni pregledi in popravila so predvideni vsakih 10 let, vedno naj bi trajali približno ene mesec. Pričakovani čas za letno vzdrževanje je 20 koledarskih dni (prenos goriva in minimalna popravila), medtem ko je pričakovani čas za glavne zaustavitve 30 koledarskih dni (remont sekundarnega in primarnega voda).

7.13.3.2 Letni podatki za elektro inženirstvo novih enot jedrske elektrarne

Opis	Merska enota	Vrednost/enota
Ure najvišje uporabe zmogljivosti	h/leto	8,147
Instalirana električna proizvodnja (bruto)	MW	1200
Samopotrošnja	MW	87
Električna energija, proizvedena na enoto	GWh p.a.	9,776
Električna energija dobavljena na enoto	GWh p.a.	9,068

Tabela 28: Letni podatki

7.13.4 LETNI MATERIALI IN RAVNOVESJE ENERGIJE NOVIH ENOT JEDRSKE ELEKTRARNE

Letno materialno in energetsko ravnovesje je bilo določeno z upoštevanjem letnega časa obratovanja (8 147 ur) v povezavi s tehnično zmogljivostjo in polno obremenitvijo 2 x 1200 MW enoti. Odvisno od izbrane glavne opreme se vrednosti v naslednji tabeli lahko spremenijo.

Opis	Merska enota	Vrednost
Letna bruto proizvodnja električne energije	GWh p.a.	19,552
Samopotrošnja električne energije	GWh p.a.	1,418
Letna neto proizvodnja električne energije	GWh p.a.	18,136
Zahteve za gorivo	t/18 mesecev	64.6
Zahteve za gorivo (gorivo + kaseta)	t/18 mesecev	96
Strateška polnitev goriva	t	225.6
<i>Poraba nafte</i>		
Nafta v parnih turbinah	m ³	~240
Nafta v transformatorjih	t	približno 804
Nafta za glavne transformatorje	t	približno 540
Nafta za normalno interno rabo v transformatorjih	t	približno 132
Nafta za rezervno interno rabo v transformatorjih	t	približno 66
Lubrikanti in hidravlične tekočine	t/leto	20
Dizelski generatorji	m ³ /168 ur	2,600
Vodik za hlajenje generatorja		8 m ³
Lubrikant – maščoba	kg/leto	približno 280
<i>Vodne potrebe</i>		
<i>Tehnološke vodne potrebe</i>		
Voda za hlajenje kondenzatorja (vključno s tehnološko vodo za hlajenje)	milijonov m ³ /leto	≈3 900
Razsoljena voda	tisoč m ³	640
Potrebe komunalne vode	m ³ na leto	25,276
Med največjimi zahtevami (prva enota deluje, druga je v postopku konstrukcije)	m ³ na leto	235,790
<i>Poraba kemikalij</i>		
Klorovodikova kislina (33% HCl)	m ³ /leto	640
Natrijev hidroksid (100% NaOH)	m ³ /leto	480
Amonijakov hidroksid	m ³	15
Hidrazin	T	32
Dušikova kislina	m ³	51
Žveplova kislina	m ³	80
Borova kislina	T	62
Druge kemikalije za predobdelavo vode (kemikalije za odstranjevanje klora, sredstvo proti obraščanju)	t/leto	25
<i>Tehnološka odpadna voda</i>		
Opadna voda iz objekta za predobdelavo vode	tisoč m ³ na leto	200
Obseg radioaktivnih tekočih odpadkov primarnega voda	tisoč m ³ na leto	88
Tekoča odpadna voda iz zgradbe turbine in pomožnih zmogljivosti	tisoč m ³ na leto	350
Komunalna odpadna voda	m ³ na leto	24,012
Med največjo proizvodnjo (prva enota deluje, druga je v postopku konstrukcije)	m ³ na leto	224,110
<i>Odpadki</i>		
<i>Radioaktivni odpadki</i>		
Nizko aktivni radioaktivni odpadki	m ³ na leto	140
Radioaktivni odpadki, aktivni pri formiranju	m ³ na leto	22
Visoko aktivni radioaktivni odpadki	m ³ na leto	1,0
Radioaktivni odpadki večjih dimenzij, s katerimi ni mogoče upravljati (ustvarjeni v času vzdrževanja/izboljšav)	m ³ na leto	10
<i>Konvencionalni, neradioaktivni odpadki</i>		
Nenevarni odpadki	t/leto	800
Nevarni odpadki	t/leto	100

Tabela 29: Značilnosti in lastnosti delovanja Paks II

7.14 RAZGRADNJA V NOVIH ENOTAH JEDRSKE ELEKTRARNE

7.14.1 STRATEGIJA RAZGRADNJE, KI SE JI BO SLEDILO MED DEMONTAŽO V NOVIH ENOTAH JEDRSKE ELEKTRARNE

V tej neposredni opciji razgradnje EIAS je obravnavana razgradnja Paks II z upoštevanjem mednarodnih trendov in naslednjih pomislov:

- trenutna pravna podlaga zagotavlja, da bodo viri, ki so potrebni za razgradnjo, na voljo ob koncu obdobja delovanja,
- končni načrt za shranjevanje radioaktivnih odpadkov, proizvedenih in nastalih po razgradnji, bi moral biti čimprej zagotovljen, v časovnem obdobju, ki je na voljo,
- ni razlogov za skrb, da bi se znanje, potrebno za razgradnjo, izgubilo.

Postopek razgradnje jedrskega objekta, kot je jedrska elektrarna, je dolga in kompleksna dejavnost. Trenutni veljavni obseg sedanjih nalog v zvezi z razgradnjo, načrtovanjem in podrobnimi študijami, je vedno specifičen glede na lokacijo in zelo odvisen od strategije, ki je izbrana za razgradnjo objekta. Strategija za razgradnjo, uporabljena po realnem zaprtju enot, bo določena kasneje na podlagi podrobnih in obsežnih analiz. Optimizacija strategije za zaprtje, ki bo izbrana v prihodnje, bo morala biti izvedena v okviru razvoja nacionalnega programa skladno z direktivo 2011/70/Euratom Evropskega sveta. [62]

Licenciranje razgradnje in razstavitve – čez vsaj 60 let, a ne kasneje kot okrog leta 2080 – bo moralo biti izvedeno skladno z aktualnim statusom in z upoštevanjem zakonodajnega okvirja. [39]

7.14.2 FINANCIRANJE IN STROŠKI DEJAVNOSTI DEMONTAŽE

Skladno s členom 62 (1) akta CXVI iz leta 1996 o jedrski energiji bodo stroški razgradnje jedrskih objektov financirani iz posebnega državnega sklada, to je Centralni sklad za jedrsko energijo (CFNE).

Organ, ki upravlja Centralni sklad za jedrsko energijo, je ministrstvo, ki ga usmerja določeni minister.

V času vzpostavitve novih enot bi morale biti narejene priprave za transformacijo CNFF, ki dovoljujejo, da se iz sklada med drugim financira tudi razstavitev novih enot.

Stroški demontaže so lahko ocenjeni le na podlagi trenutne stopnje znanja. Na podlagi prognoz dobavitelja bi lahko izpostavili, da predlaga, da bi demontaža novih enot lahko predvidoma bila preprostejša in bi bilo proizvedenih manj odpadkov, kot je predvidljivo za razstavitev in demontažo energetskih reaktorjev, ki so v uporabi zdaj.

8 OMREŽNA POVEZAVA Z MADŽARSKIM ENERGETSKIM SISTEMOM

Ta odsek predstavlja naloge elektro inženiringa in potrebe za razvoj omrežja, ki so prepoznane s trenutnimi ocenami in so potrebne za izgradnjo jedrske elektrarne Paks II. Skupni vpliv na okolje je nepomemben v primerjavi s celotnim vplivom jedrske elektrarne, ki bo vzpostavljena. Treba je vedeti, da se predmet kasnejših študij in odločb o lokaciji in izgradnji elektrarne, pot prenosnih linij in postavitve stebrov lahko spremeni.

8.1 SKLADNOST NOVIH ENOT Z MADŽARSKIM ENERGETSKIM SISTEMOM

Trenutno delujoče enote jedrske elektrarne Paks bodo povezane z madžarskim elektro omrežjem preko 400 kV stikalne opreme podpostaje 400 / 120 kV, ki je v lasti MAVIR Zrt kot systemskega prenosnega operaterja.

V študiji izvedljivosti, ki je bila narejena v podporo odločitvi, je PÖYRY ERŐTERV Zrt. Izvedel preliminarno analizo različnih verzij razvoja električnega omrežja, potrebnega za projekt Lévai, lokacije postaj in zahtevano transformacijo prenosnih linij. Predhodne omrežne kalkulacije so bile narejene, da bi se videlo, kateri pogoji so potrebni za prenos proizvedene količine energije z enotami zmogljivosti neto 1200 MW pri pogojih rednega delovanja in v primeru motenj sistema.

Rezultati kažejo, da sta novi enoti jedrske elektrarne lahko integrirani v električno omrežje samo, če so zgrajene nove omrežne povezave.

- Povezava novih enot z električnim omrežjem zahteva vzpostavitev novih podpostaj zmogljivosti 400/120 kV (podpostaja Paks II).
- Ugotovitve študije o dvojnih fazah izpada in rezervne oskrbe za novo jedrsko elektrarno zahteva vzpostavitev tretjega 400/120 kV transformatorja v regiji.
- Namestitev prenosne linije dualnega sistema Paks-Albertirsa je osnovni in nujno potreben pogoj za širitev.

Za zagotovitev primerne stabilnosti za elektro-energetski sistem morajo biti zagotovljene potrebe po zmogljivostih za največji obseg najvišje enote, ki bo vzpostavljena v sistemu v kratkem času zaradi dovoljšnje oskrbe v primeru nenačrtovanega izpada. Na Madžarskem je za to odgovoren MAVIR Zrt kot systemski operater. Zmogljivost novih enot jedrske elektrarne bo verjetno okrog 1200 MW, kar pomeni, da bosta največji v madžarskem elektroenergetskem sistemu. Pred zagonom prve enote nove jedrske elektrarne Paks II je treba zagotoviti terciarne zmogljivosti, ki so enakovredne temu, kar naj bi zagotavljala nova enota. To bo moralo ustrezati izvorni moči preko uvozne energetske prenosne poti in/ali z ustvaritvijo nove terciarne rezervne zmogljivosti za hiter zagon domače elektrarne.

Na podlagi študij je bilo ugotovljeno, da bo po izvedbi zgornjih razvojnih ciljev in širitev energija, proizvedena v novih enotah, lahko varno povezana in uporabljena v madžarskem energetske omrežju.

8.2 OBMOČJE NAMESTITVE NOVE PODPOSTAJE 400/120 kV PAKS II

Z upoštevanjem meril za namestitev tipičnih postaj MAVIR, posebnih ciljev in zahtev za postajo prenosnega omrežja MAVIR in posebnih meril za jedrsko elektrarno Paks II in vključitev v omrežje je bilo prepoznanih nekaj možnih lokacij za podpostajo Paks II substation. Lokacija podpostaje je optimalna z vidika izvedljivosti in varnosti vzdolž poti prenosne linije, ki poteka v smeri sever-vzhod na področju med cestami, ki vodijo Paksa v Nagydorog in Kölesd, kjer se cesta Kölesd križa z energetsko linijo 400 kV, 6 km od načrtovane lokacije novih enot, blizu 2 km odseka ceste 6233, na severni strani ceste, poleg koridorja obstoječe prenosne linije.

Na podlagi prejetih podatkov menimo, da je ta lokacija začetna točka za našo raziskavo, treba pa je poudariti, da je določitev končne lokacije za podpostajo Paks II v pristojnosti MAVIR Zrt kot prihodnjega lastnika podpostaje in po našem vedenju še ni bila sprejeta končna odločitev.

Skladno s trenutno prakso na Madžarskem bo podpostaja Paks II tipična postaja MAVIR 400 /120 kV.

Podpostaja Paks II in prenosne linije (razen za linije enot), ki bo povezana z madžarskim elektroenergetskim omrežjem bodo v lasti MAVIR Zrt in bodo del javnega omrežja.

8.3 400 kV ENOTA IN 120 kV ENOTA ENERGETSKE PRENOSNE LINIJE

Na Madžarskem so vse 400 kV prenosne linije nadzemni vodi.

Na podlagi specifike razvojnega področja in glede na tehnična, ekonomska in okoljska merila so elektroenergetske linije, ki so neposredno povezane z elektrarno, nameščene kot sledi:

- 400 kV enota linije bo vrsta nadzemnega voda;
- Odsek linije 120 kV na območju lokacije jedrske elektrarne, ki zagotavlja rezervno oskrbo, bo pozemni kabel in zunaj nadzemni energetski vod.

8.3.1 400 kV ENOTA LINIJE

Električna energija, proizvedena v enotah jedrske elektrarne Paks II, bo usmerjena preko kablov enote 400 kV (produkt-ni kabli) do bodoče podpostaje Paks II. Pot linije enote je prikazana na sliki 41, legenda pa na sliki 42.



Létesítendő 400 kV-os blokkátvvezetékek	400 kV enota linije, ki bo zgrajena
Létesítendő 120 kV-os távvezeték	120 kV prenosna linija, ki bo zgrajena
Paks II Atomerőmű	Jedrska elektrarna Paks II
Paks II alállomás	podpostaja Paks II
M6 autópálya	avtocesta glavna cesta št. 6
Létesítendő 120 kV-os kábel (tartalék ellátás)	120 kV kabel (rezervna oskrba), ki bo zgrajen
Paks II Atomerőmű felvonulási tér	Jedrska elektrarna Paks II začasno gradbišče
Meglévő 120 és 400 kV-os távvezetékek	Obstoječi prenosni liniji 120 in 400 kV
Hidegvíz csatorna	Kanal s hladno vodo

Slika 41: Pot kablov enot med jedrsko elektrarno Paks II in podpostajo Paks II (območje 2).



Jelmagyarázat	Legenda
Létesítendő 400 kV-os blokkvezeték nyomvonala	Pot linije enote 400 kV, ki bo zgrajena
Létesítendő 120 kV-os vezeték (tartalék ellátás) nyomvonala	Pot linije enote 120 kV (rezervna dobava), ki bo zgrajena
Létesítendő 120 kV-os kábel (tartalék ellátás) nyomvonala	Pot kabla enote 120 kV (rezervna dobava), ki bo zgrajen
Meglévő 400 kV-os távvezeték nyomvonala	Pot obstoječe prenosne linije 400 kV
Meglévő 120 kV-os távvezeték nyomvonala	Pot obstoječe prenosne linije 120 kV
Paks II Erőmű létesítési terület határa	Meje gradbišča Paks II
Paks II erőmű felvonulási terület határa	Meje začasnega gradbišča Paks II
Paks II Alállomás határa	Meje podpostaje Paks II

Slika 42: Legenda poti, ki vodi od linije enote do št. V-01195 ERBE

Električna energija, ki bo proizvedena v novih enotah jedrske elektrarne, bo prenesena do podpostaje Paks II po prenosni liniji, nameščeni na ločenih linijskih stolpih za vsako enoto. Uporaba ločenih nadzemnih vodov vzdolž te relativno kratke poti zagotavlja povečano varnost delovanja.

Dolžina poti kablov enote 400 kV med jedrsko elektrarno Paks II in podpostajo Paks II: ~6,4 km in ~6,2 km, skupaj bo postavljenih 40 A drogov, ki bodo narejeni tipa FENYŐ. Širina varnostne cone bo 34,4 m v vsaki smeri od osi poti, kar skupaj tvori širino 68,8 m (za vsako linijo enote), v primeru dveh vzporednih linij enote je skupna širina varnostne cone 128,8 m.

Ker je premet kasnejših študij in odločitev, se tehnična rešitev za kable enote in tip drogov lahko spremeni zaradi povečane varnosti.

Pokrajina

Zadevna prenosna linija bo potekala vzdolž praktično ravnega področja. Pot bo večinoma prečkala kmetijska področja in gozdove izven območja jedrske elektrarne.

Vrsta drogov, ki bodo uporabljeni za prenosne linije, ki bodo povezovale Paks II, je bila na Madžarskem v preteklosti že uporabljena za omrežje; nekaj primerov je prikazanih na naslednjih fotografijah.



Slika 43: Prenosna linija Martonvásár-Győr 400 kV s stebri PINE



Slika 44: Prenosna linija Pécs-državna meja 400 kV s stebri PINE, linijski koridor

Želimo uporabiti, kolikor to dovoljujejo okoliščine in kolikor je primerno, vse metode, ki so se pred tem dobro obnesle pri nadzemnih vodih prenosne linije, za omogočanje kompatibilnosti novih prenosnih linij z okoljem in zaradi zmanjšanja kakršnega koli motenja, povzročenega v okolju (npr. Vzporedne poti, drogovi pobarvani z zeleno barvo, namestitvev ptičjih gnezd na droge in naprave, ki omogočajo vidljivost linij za ptice).

Vpliv delovanja prenosne linije

Moč električnih in magnetnih polj

V bližini visokonapetostnih prenosnih linij se ustvari elektromagnetno polje. Omejitve intenzitete električnih polj in magnetne indukcije bodo preučene zaradi psiholoških učinkov, ki jih je določilo Mednarodno združenje za zaščito pred sevanjem (IRPA), ki deluje pod okriljem mednarodne zdravstvene organizacije (WHO) pri Združenih narodih. Madžarske zahteve (MSZ 151-1-2000/15.6.3.) so usklajene s priporočil, ki so jih mednarodna združenja sprejela po celem svetu.

Čas, ki je lahko porabljen pod prenosno linijo	Moč električnega polja E (kV/m)	Magnetna indukcija B (μT)
Nekaj ur dnevno	10	1000
neomejeno	5	100

Tabela 30: Dovoljene vrednosti intenzitete električnih polj in magnetne indukcije

Tipične vrednosti intenzitete električnih polj in magnetne indukcije v bližini obstoječe prenosne linije:

	Vrednosti, izmerjene na višini 1,8 m nad zemljo pod 120 do 750 kV linijami na Madžarskem	
	moč električnega polja [kV/m]	magnetna indukcija [μT]
Pod prenosnimi linijami	2-17*	10-37
Na robu varnostne cone	0,2-1,1	1-9

* opomba

Vrednost, višja od 10 kV/m je bila izmerjena samo pod prevodnikom 750 kV prenosne linije.

Tabela 31: Izmerjene vrednosti intenzitete električnega polja in magnetne indukcije

Z izbiro potrebne višine vodov prenosne linije nad zemljo, ko se šele načrtuje namestitve, se lahko zagotovi, da bo vrednost intenzitete električnih in magnetnih polj, izmerjena v najbolj neugodnih pogojih, pod omejitvami, ki so določene v priporočilih WHO. Želimo ponoviti, da v tem primeru zadevna prenosna linija vodi izven naseljenih področij.

Glede na prejšnje ugotovitve raziskav močnejša električna in magnetna polja v bližini nadzemnih prenosnih linij nimajo nobenih dokazanih škodljivih učinkov na zdravje.

Izpust korona (ionizirajoči vpliv, vpliv radiofrekventnosti, izguba radiacije)

Eden izmed najbolj opaznih fenomenov v okolju, ki se pojavlja na nadzemnih elektroenergetskih linijah, je izpust korona (skrajšano: korona). To lahko opazujemo predvsem v deževnem, meglednem vremenu, če nehomogeno električno polje ustvarjeno na površini prevodnega električnega kabla preseže vrednost 30 kV/cm. V tem primeru zrak okrog prevodnika postane ioniziran in pojavi se izpust, ki se ga da videti v temi, spremlja pa ga pokanje.

Korona lahko ima naslednje neposredne učinke na okolje:

- pokajoč zvok zaradi ionizirajočega efekta na visoki moči lokalnih polj;
- visoko frekvenčni elektromagnetni valovi se sproščajo, ki lahko motijo radijske in TV sprejemnike v bližini elektroenergetskih linij;
- pojavi se izguba v elektroenergetski liniji zaradi korone.

Ionizirajoči efekti

Zaradi izpusta korona, posebej na nadzemnih elektroenergetskih linijah z zmogljivostjo več kot 400 kV se največkrat tvorita ozon (O₃) in dušikov oksid (NO_x), toda vrednosti so pod merljivimi mejami in so nepomembne v primerjavi z drugimi viri.

8.3.2 120 kV PRENOSNA LINIJA

Naloga 120 kV prenosne linije bo oskrbovati jedrsko elektrarno Paks II z energijo iz bodoče podpostaje Paks II. Električna podpostaja Paks II.:

Dolžina poti kablov enote 120 kV med jedrsko elektrarno Paks II in podpostajo Paks II je ~6,4 km, odseki kablov so dolgi približno ~1.4 km in ~2.0 km. Skupaj bo postavljeni 19 drogov vrste SZIGETVÁR. Širina varnostne cone bo 15,6 m v vsako smer od osi poti, kar je skupna širina 31,2 m.

Predmet nadaljnjih študij in odločitve je, da je mogoče potrebno namestiti 120 kV elektroenergetske linije za umik na ločenih linijah stolpov za vsako enoto, da bi povečali varnost enot. Naknadno se lahko spremenijo tudi tip in število stolpov.

8.3.3 SKUPNA VARNOSTNA CONA

Če dve enoti prenosne linije 400 kV in 120 kV imata zagotovljeno vzporedno linijo za umik, se bo skupna širina varnostne cone povečala na 170 m.

8.3.4 KONSTRUKCIJA PRENOSNE LINIJE

Glavne faze v konstrukciji prenosne linije so naslednje:

- pripravljalna dela, rutiranje
- zemeljska dela
- sestava stolpov in izolacijskih verig
- postavitve stolpov
- napenjanje in prilagajanje žic

Konstrukcija prenosne linije zahteva 3 do 5 m širok pas zemljišča. Ko je za konstrukcijska dela uporabljeno obdelovalno zemljišče, pedologi pripravijo strokovno mnenje o rekultivaciji, na podlagi katerega se potem alternativno začasno uporablja zemlja, za kar izda licenco pristojni zemljiški register.

Celozne dimenzije stolpov nad zemeljo so odvisne od tega, ali so podposrnega značaja ali pa je nameščen deformativni stolp, odvisno pa je tudi od transverzale in števila prevodnikov na stolpu.

Prostor, ki je zahtevan za setavo in postavitve stolpov na lokaciji, mora biti prav tako dobro premišljen, ko se izračunava prostor za namestitve, ki – odvisno od tipa stolpa – in lokacije postavitve, je naslednji:

- za stolpe 400 kV: približno 60x40 m
- za stolpe 120 kV: približno 40x40 m

Ti pasovi zemljišča začasno niso primerni za obdelovanje v primeru, ko gre za kmetijske površine.

Tri prenosne linije Paks II so lahko zgrajene istočasno ali postopno. V primeru postopne gradnje morata biti najprej zgrajeni prenosni liniji 400 kV in 120 kV za enoto 1, sledi pa prenosna linija 400 kV za enoto 2.

Potrebni čas za gradbena dela:

- priprava zemljišča: 2 delovna dneva/km
- zemeljska dela: 2 tedna/km
- sestava in postavitve stolpov: 1 teden/km
- žična dela: 1-3 tedni/km

Za dela, ki se izvajajo izven zgornjega okvira, je okvirni čas za izvedbo 8-10 mesecev. V primeru postopne gradnje je čas za izvedbo lahko znatno daljši. V tem času v okolju ni motenj na celotni dolžini prenosnih linij. Oprema, ki se uporablja za dela, je samo nujna in se prenaša z ene lokacije stolpa na drugo. Konstrukcija bo vključevala oboje – strojno in ročno (človeško) delo v skladu s tehnologije vzpostavitve.

Naslednja slika prikazuje drogove med predhodno namestitvijo prenosne linije.



Slika 45: Martonvásár-Győr 400 kV prenosna linija, sestava

9 POTENCIALNI VPLIVNI FAKTORJI PAKS II, NOSILCI VPLIVOV IN VZORCI VPLIVOV

9.1 POTENCIALNI VPLIVNI FAKTORJI

Prvi korak pri oceni vplivov na okolje je določiti potencialne vplivne faktorje, ki so povezani z ustvarjanjem pogojev za proizvodnjo jedrske energije in za delovanje elektrarne, kar se kaže iz tehničnih podrobnosti, navedenih zgoraj. Vplivni faktorji v zvezi z načrtovanimi jedrskimi enotami so razporejeni tematsko na (1) lokacijo, (2) čas in (3) značilni tipi vplivov.

Konstrukcija in delovanje novih jedrskih enot lahko vpliva na naslednje **lokacije**:

Jedrska elektrarna Paks II

- Lokacija delovanja novih jedrskih enot
- Grdabišče

Jedrska elektrarna Paks II– povezane zmogljivosti

- Kanal za hladno vodo
- Kanal za toplo vodo
- Območje okrog kanalov za hladno in toplo vodo ("otok")
- Lokacija obnovitvene elektrarne

Linija enote in prenosna linija

- Poti, po kateri je speljana linija enote 400 kV in 120 kV prenosna linija do nove podpostaje

Transportne poti

- Ceste, obremenjene zaradi transporta na in iz elektrarne

Potencialni **začasni** vplivni faktorji novih enot jedrske elektrarne in njenih objektov (priprave/konstrukcija/namestitvev, delovanje in razgradnja) so razvrščeni v skupine kronološko glede na različne prizadete lokacije.

Priprave, konstrukcija, namestitve: približno pet let gradbenih del dodatno k pripravljanim aktivnostim, v dveh približno konsektivnih cikli za dve enoti, skupaj torej 10 let.

Delovanje: predvidena življenjska doba delovanja novih enot načrtovane jedrske elektrarne je 60 let, ki je lahko zaradi postopka podaljševanja časa delovanja 4 trenutnih enot razdeljeno na več obdobj:

- Skupno delovanje enot 1-4 jedrske elektrarne Paks in enote 1 Paks II med letoma 2025 in 2030
- Skupno delovanje enot 1-4 jedrske elektrarne Paks in enot 1 in 2 Paks II med letoma 2030 in 2032
- Skupno delovanje enot 1 in 2 Paks II po zaprtju enot 1 do 4 jedrske elektrarne Paks med letoma 2037 in 2085
- Neodvisno delovanje enote 2 Paks II po končanju in zaprtju enote 1 Paks II v obdobju 2085-2090
- Konec delovanja Paks II, enota 2 leta 2090

Razgradnja: V določenem času za končanje delovanja bosta najprej enota 1 in potem še enota 2 Paks II zaprti (na podlagi 31. člena, dodatka 1 vladne odločbe št. 314/2005 ta aktivnost zahteva tudi študijo vplivov na okolje).

Tipični vplivni faktorji za vsako od zgoraj navedenih obdobj so preučeni tudi v tej študiji. Glede na značilnosti objekta, izpustov in odpadkov so razdeljeni na dve skupini: običajni, neradiokativne vrste in radioaktivne vrste.

❖ **Uporaba okoljskih elementov**

❖ **Izpust onesnaževalcev**

- *Običajni, neradioaktivni onesnaževalci*
- *Radioaktivni onesnaževalci*

❖ **Odpadki**

- *Proizvodnja in upravljanje z običajnimi, neradioaktivnimi odpadki*
- *Proizvodnja in upravljanje z radioaktivnimi odpadki*

❖ **Porabljeno gorivo**

- *Ravnanje in shranjevanje goriv, odstranjenih iz reaktorske cone*

9.2 NOSILCI VPLIVA

Drugi korak študije vplivov na okolje je oceniti in določiti process vplivov glede na vplivne faktorje v zvezi z vzpostavitvijo in delovanjem Paks II, vključno z dogodki v povezavi s konstrukcijo, servisom in razgradnjo. Na podlagi teh postopkov je mogoče določiti **obseg okoljskih elementov in sistemov, pri katerih** lahko postopki zaradi vplivnih faktorjev (uporaba in deformacija okoljskih virov) **lahko pripeljejo do neposrednih in posrednih vplivov.**

Med konstrukcijo, delovanjem in razgradnjo novih enot jedrske elektrarne so bilnaslednji elementi in sistemi upoštevani kot nosilci vpliva:

Površinske vode – Donava

Geološke formacije, podzemna voda (lokacija delovanja, dolina Donave)

Zrak

Naseljeno okolje (hrup, radioaktivni onesnaževalci, odpadki)

Biosfera, ekosistem

Umetno okolje, tehnološki objekti

Prebivalstvo (običajni in radioaktivni onesnaževalci)

9.3 POTENCIALNI VZORCI VPLIVA

Predvideni vplivi potencialnih vplivnih faktorjev na prizadetih delih so povzeti v spodnjih vzorcih.

Ti vplivni faktorji kot tudi nosilci vpliva med konstrukcijo, delovanjem in razgradnjo kot tudi pre neobičajnih pogojih delovanja (servisne napake, nujni primeri in pogoji za osnovno načrtovanje) so bili prepoznani za vse tri faze.

Vplivni faktorji	Nosilci vpliva								
	Okoljski elementi/sistemi								
	Površinska voda	Geološka formacija, podzemna voda		Zrak	Naseljeno okolje	Biosfera, ekosistem	Kulturna dediščina	Prebivalstvo	Zgrajeno okolje
	Donava	Lokacija	Dolina Donave						
Namestitev									
Rušenje zgradb	-	U	-	S	S	S	-	U,S	U,S
Zasedba lokacije	U	U	-	S	U	S	-		U
Transport	-	-	-	S	U,S	S	S	S	U,S
Konstrukcija objektov	U	U	-	S	U,S	S	-	S	U,S
Namestitev tehnologije	U	U	-	S	U,S	S	-	S	U,S
Povezane dejavnosti	U	U	-	S	U,S	S	-	S	U,S
Servisne napake, nujni primeri	S	S	-	S	S	S	S	S	S
Delovanje									
Tehnologija	S	U	S	S	U,S	S	-	S	U,S
Povezane dejavnosti	-	-	-	S	U,S	S	-	S	U,S
Transport	-	-	-	S	U,S	S	S	S	U,S
Servisne napake, nujni primeri	S	S	-	S	S	S	S	S	S
Razgradnja									
Tehnologija razstavljanja	-	S	-	S	U,S	S	-	S	S
Rušenje zgradb	-	S	-	S	U,S	S	-	S	S
Transport	-	S	-	S	U,S	S	-	S	S
Povezane dejavnosti	S	S	-	S	U,S	S	-	S	S
Urejanje pokrajine	-	S	-	S	U	S	-	S	U
Servisne napake, nujni primeri	S	S	-	S	S	S	S	S	S

Legenda:

U – uporaba okolja

S – deformacija okoljskih virov

Tabela 32: Povzetek vzorcev vpliva - identifikacija vrst faktorjev vpliva in nosilcev vpliva

Vplivni faktorji	Nosilci vpliva								
	Okoljski elementi/sistemi								
	Površinska voda	Geološka formacija, podzemna voda		Zrak	Naseljeno okolje	Biosfera, ekosistem	Kulturna dediščina	Prebivalstvo	Zgrajeno okolje
	Donava	Lokacija	Dolina Donave						
Namestitev									
Rušenje zgradb	-	U	-	C	C	C	-	C, U	C, U
Zasedba lokacije	U	U	-	C	U	C	-		U
Transport	-	-	-	C	U, C	C	C	C	U, C
Konstrukcija objektov	U	U	-	C	U, C	C	-	C	U, C
Namestitev tehnologije	U	U	-	C	U, C	C	-	C	U, C
Povezane dejavnosti	U	U	-	C	U, C	C	-	C	U, C
Servisne napake, nujni primeri (E)	C	C	-	C	C	C	C	C	C
Delovanje									
Tehnologija	E+D	U	C	E+D	U, E+D	E+D	-	E+D	U, E+D
Povezane dejavnosti	-	-	-	C	U, C	C	-	E+D	U, C
Transport	-	-	-	C	U, E+D	E+D	C	E+D	U, E+D
Servisne napake, nujni primeri (E)	E+D	E+D	-	E+D	E+D	E+D	C	E+D	E+D
Pogoji osnovnega načrtovanja (D)									
Razgradnja									
Tehnologija razstavljanja	-	E+D	-	E+D	U, E+D	E+D	-	E+D	E+D
Rušenje zgradb	-	E+D	-	E+D	U, E+D	E+D	-	E+D	E+D
Transport	-	E+D	-	E+D	U, E+D	E+D	-	E+D	E+D
Povezane dejavnosti	C	E+D	-	C	U, E+D	E+D	-	E+D	E+D
Urejanje pokrajine	-	C	-	E+D	U	E+D	-	E+D	-
Servisne napake, nujni primeri (E)	C	E+D	-	E+D	E+D	E+D	E+D	E+D	E+D
Pogoji osnovnega načrtovanja (D)									

Legenda: C – običajni okoljski vplivi
R – radiološki vplivi

Tabela 33: Povzetek vzorcev vpliva - identifikacija skupnih in radioloških vplivov

10 SOCIALNO-EKONOMSKI VPLIVI NA RAZVOJ PAKSA

10.1 EKONOMSKI VPLIVI IN POGOJI

Načrtovani razvoj v Paksu bo imel pomembne vplive na ekonomijo celotne države, regije in mesta Paks.

Na nacionalni ravni lahko izpostavimo izboljšanje ekonomskih kazalcev (GDP), saj bo bruto družbeni proizvod zaradi projekta zrasel, saj bodo vzporedno s pripravljalnimi deli za načrtovani projekt domača podjetja začela priprave, ker želijo biti vključena v izvedbo projekta in vse to bo vplivalo na izobraževanje, razvoj človeških virov in tehnična sredstva relevantnih podjetij kot tudi na njihovo inovativnost.

Kot je določeno v drugem odstavku 4. člena zakona II iz leta 2014 o razglasitvi pogodbe med Vlado Madžarske in Vlado Ruske federacije o sodelovanju in mirni uporabi jedrske energije: »Stranki morata narediti najboljše za doseganje 40% minimalne lokalizacijske stopnje, če je to realno dosegljivo glede na sodelovanje, predvideno v tej pogodbi, izvedba mora biti v okvirih, določenih z ustreznimi zakoni.« Torej madžarska vlada načrtuje pomemben projekt ne le z vidika energetske politike, ampak ima projekt visoko prioriteto tudi z vidika industrijske politike. Zato bo od celotnega projekta CAPEX (načrtovanih je 12,5 milijard EUR) 5 milijard EUR najverjetneje predvideno za izvajanje domačih podjetij in ta številka predstavlja skoraj 5% letnega domačega bruto proizvoda, torej je to zelo pomembno celo na nacionalni ravni.

Z vidika energetske politike vlada pričakuje mešanico, ki lahko zagotovi proizvodnjo električne energije, ki bo v državi ostala dobro uravnotežena tudi po datumu, ko bodo enote 1-4 obstoječe jedrske elektrarne v Paksu prenehale delovati in bo državna odvisnost od uvožene energije (jedrsko gorivo se lahko pridobi iz več virov dobave, lahko pa se shrani tudi večja količina) in odvisnost od neposrednega uvoza električne energije bo zmanjšana zaradi scenarija »ni razvoja«, cene električne energije, proizvedene v Paksu pa bodo ostale konkurenčne v daljšem obdobju, kar zagotavlja konkurenčno prednost za energetske aktivna domača podjetja, kar jim omogoča celo povečanje proizvodnje.

Zelo kritično merilo z vidika industrijske politike je, da bodo podjetja, ki bodo vključena v projekt (kot je navedeno zgoraj), bolj konkurenčna tudi po končanem projektu, kar je rezultat razvoja njihovih človeških virov in fizičnih sredstev in ta izboljšava bo imela večkratne vplive na izvedbo nacionalne ekonomije, stopnjo zaposlenosti, širitev potrošnje prebivalstva dodatno k neposrednim vplivom na razvoj Paksa, rezultiralo pa se bo tudi na prihodkih državnega proračuna od davkov. Drugi ekonomski vidik je, da bo razvoj Paksa obogatil sredstva z dodano vrednostjo, dodana vrednost razvoja pa bo pomagala pri trajnostni svetovno znani in strokovni kulturi.

Obstaja še en cilj nacionalne ekonomske ravni v zvezi z načrtovanima novima enotama jedrske elektrarne: domači dobavitelji imajo možnost sodelovanja pri delih v največjem možnem številu. Največji delež, ki ga lahko realno pričakujemo, je 30-40 %. Rezultati mednarodnih projektov, ki trenutno potekajo v jedrski elektrarni, lahko jasno ponazorijo, da so podizvajalci (dobavitelji) intenzivno vključeni v nacionalno gospodarstvo, saj sodelujejo pri naročilih pri pripravljalnih delih, konstrukcije, tehnološkega sestavljanja, izdelava in potem pri operativnih in vzdrževalnih delih in postopkih, če so le zavestno pripravljeni in razviti v načrtovanem pogledu ter organizirani v sistem, ki lahko nadomesti, dopolni in okrepi drug drugega. Stopnja uporabnosti projekta jedrske elektrarne na ravni nacionalne ekonomije bo zelo povečana, če bo priprava dobro načrtovana, pravilno načrtovana in če se bodo podizvajalci sistematično izobraževali in usposabljali, saj se s tem zmanjša možnost pojava dodatnih stroškov med izvajanjem projekta.

Izgradnja novih enot je projekt, ki lahko za dolga leta ali celo desetletja priskrbi večja naročila številnim domačim podjetjem, pogodbenikom in zagotovi zaposlitev za nekaj tisoč ljudi na lokaciji ali v različnih ustanovah za načrtovanje, tehnični inženiring in raziskave, tovarnah za predsestavo in izdelavo ter obratih že v času pripravljalnih del. Če želimo pokriti 30-

40% celotenga projekta CAPEX z domačimi dobavitelji in pogodbeniki, bo to zahtevalo zelo dobro načrtovane priprave in zelo dobro organizirano sodelovanje med podjetji in ustanovami. Madžarske zmogljivosti za izdelavo v energetskega sektorja in zmogljivosti raznih konstruktorskih in gradbenih podjetij so se v zadnjih dveh desetletjih izrazito poslabšale. Popolna revitalizacija ni realna, zato naj bi bil primarni cilj povezava z majhnimi in srednjimi podjetji, ki so potencialno zmožna takega sodelovanja.

Del pripravljalnega projekta za potencialno upravičena podjetja in pogodbenike, ki so lahko vključeni v načrtovane projekte, je bil dobro preučen, Uporabljena sta bila dva pristopa. Najprej so bila analizirana podjetja, ki imajo visoko prioriteto na nacionalni ravni potem pa podjetja, locirana v jedrske elektrarne Paks, primarno kot potencialni kandidati za podizvalce. Rezultat je bil ta, da je v bazo podatkov uvrščenih blizu 150 potencialno ustreznih podjetij, razdeljenih na dobavitelje, ponudnike storitev (jedske zadeve, gradbeništvo, nadzorna tehnologija, elektrika, arhitektura, kemija in drugo) in na dejavnosti (R+D, načrtovanje, izdelava, transport, gradnja, sestava, zagon, strokovna dela in drugo). Zabeležena so bila sredstva, zmogljivosti, reference, zagotavljanje kazalcev zanesljivosti podjetij in uvozni delež komponent za izdelavo za vsa podjetja.

Naravno je pričakovati, da so lahko podjetja, ki delujejo v širšem okolju jedrske elektrarne Paks, vključena v vzpostavitev kot sodelujoči z dobrimi možnostmi, kar povečuje lokalni podjetniški potencial in zagotavlja možnosti za zaposlovanje lokalne delovne sile. V regiji je 90 naselij, na področju, ki je razmejeno glede na posebna merila in pokriva oba bregova Donave in 3 županije. Študija je naslovila podjetja, ki delujejo na področju gradbeništva, proizvodnje, sestave in transporta ter imajo najmanj 10 zaposlenih in imajo interes ter so pripravljeni sodelovati pri izvedbi projekta preko pogodbenega razmerja. Kot del postopka raziskave so bila podjetja, ki so potencialni kooperanti, razdeljena na različne kategorije na podlagi kompetenc (zaposleni in sredstva/oprema), referenc, kapitalske moči, podatkov iz bilanc, certifikatov ali akreditacij in pripravljenosti za nadaljnje usposabljanje. Regionalna podjetja so lahko kandidati za projekt ne samo neposredno, ampak tudi posredno pri pomožnih delih (npr. izgradnja infrastrukture). Rezultat raziskave je blizu 240 regionalnih podjetij, ki so bila registrirana v bazi podatkov.

10.2 SOCIALNI ODNOSI, NIZ POGOJEV

MVM jedrska elektrarna Paks Zrt. Je v regiji Paks – Szekszárd - Kalocsa prisotna že skoraj štiri desetletja. Rezultat dobro načrtovanega in strukturiranega postopka je, da so vzpostavili številne regionalne povezave, ki pokrivajo sodelovanje na temeljih vzajemnega spoštovanja, razumevanja in koristi. Ta podpora in simbiotični odnosi so zagotovili trdno bazo za odločevalce, ki lahko takos sprejemajo odločitev največjega pomena kot je razširitev časa delovanja in vzpostavitve novih enot. Odločbe, ki sta jih sprejela parlament in vlada s ciljem izgradnje novih enot jedrske elektrarne zahtevajo izjemno izboljšanje ekonomskih in socialnih odnosov v regiji okrog jedrske elektrarne, da bi obogatili to vsebino. Okrepitev regionalne sprejemljivosti in pripravljenosti za sodelovanje, izboljšanje zaupanja lokalnih oblasti, občin, podjetij in občanov je ena od ključnih predpostavk za program širitve in to mora biti naslovljeno že v pripravljalnem postopku glavnega projekta.

MVM Jedrska elektrarna Paks Zrt. Je očitno najpomembnejše podjetje in največji zaposlovalec v regiji, njena eksplicitnost pa se predvideva zaradi odgovornosti za položaj okolja, kakovost življenja lokalnih prebivalcev, razvoja v prihodnje v regiji. Elektrarna in povezani razvojni projekti so lahko uspešni, če lahko elektrarna sama deluje v virulentnem ekonomskem in socialnem okolju in če učinkovitost vzajemno krepi vse udeležence. Postopek uvedbe novih enot je izjemno pomembno vprašanje za ljudi, ki živijo v bližini jedrske elektrarne Paks in se veselijo demokratičnih postopkov, ki jim ponujajo možnost izraziti svoje mnenje. Stopnja podpore iz regije je trenutno dokaj zanesljiva, odnosi so zelo dinamični in se poglobljajo skozi resna pričakovanja, ki so tudi izražena. Lokalne oblasti, občine in prebivalstvo naselij ot tudi zainteresirane strani, predvsem podjetja, pričakujejo spodbudne korake za potrditev dolgotrajnega sodelovanja že v pripravljalni fazi glavnega projekta.

Imperativ je, da mora prejemna regija biti vključena in izkazati interes, kar primarno povezuje oskrbo z delovno silo in logistični sistem kot dodatek k prevzetemu razvoju. Pripravljalni projekt izpostavlja ta vprašanja v vseh podrobnostih. Najprej moramo vsi pripraviti seznam poklicev, ki so zahtevani za konstrukcijo, začetek sestavljanja in potem delovanje jedrske elektrarne in to mora biti konsistentno z nacionalnim registrom usposabljanja in domačimi navodili za usposabljanja na najvišji stopnji. Ta dokument je bil pripravljen v sodelovanju z eminentnimi energetske strokovnjaki in oddelki univerz z izkušnjami iz glavnih projektov. Potrebe po delovni sili potencialnih udeležencev javnih razpisov so lahko osnova za vse posledične raziskave. Sklenitev medvladne pogodbe med Madžarsko in Rusijo bi lahko poenostavila situacijo, zato moramo uporabiti podatke, ki jih je priskrbel Atomstroyexport kot izključno bazo podatkov.

Obsežna raziskava je bila pripravljena, ki pokriva 90 naselij v županijah Tolna, Baranya in Bács-Kiskun, da bi prepoznali in registrirali usposobljeno delovno silo, ki je že na voljo in ki je potencialno na voljo za nadaljnje potrebe v prihodnosti v širši regiji. Ker ni bilo na voljo nobenega državnega ali javnega administrativnega registra v bazi podatkov, smo jo morali pripraviti z uporabo podatkov obsežnega terenskega dela in s pomočjo vzorčenja. Vse to lahko zagotovi solidni temelj za študijo o razpoložljivi delovni sili in pripravi na glavni projekt. Na podlagi raziskave o razpoložljivi delovni sili, ki je bila razdeljena na strokovnjake, so bili ti podatki, ki so na voljo za regijo, preprosto primerljivi z regionalnim potencialom delovne sile. Predvideva se, da je samo 20% delovne sile, ki je na voljo v preučevani regiji, lahko vključene v konstrukcijo in dela prisestavljanju načrtovanih novih enot jedrske elektrarne, zato lahko trdimo, da je samo 25-30 % zahtevane delovne sile možno zagotoviti v regiji. Seveda obstajajo znatne razlike glede na poklice. Na podlagi rezultatov primerjalne analize lahko zatrdimo, da se bodo glavni problemi glede pomanjkanja delovne sile pojavili predvsem na naslednjih področjih: tesarji, delavci za postavljanje zidarskih odrov, delavci za ojačano betoniranje, kvalificirani varilci, monterji in kovinarji, tehniki za električni sistem in tehnologije sestavljanja.

Posebno usposabljanje na sekundarni ravni, poklično usposabljanje ter institucije in podjetja za izobraževanje odraslih v regiji so bila prav tako del študije, vključno z njihovimi zmogljivostmi in pogoji za izobraževanje, infrastrukturo, praktičnim ozadjem, razvojnimi načrti in fleksibilnostjo. Te šole in izobraževalne ustanove lahko priskrbijo delovno silo, ki trenutno ni na voljo na trgu delovne sile in niti ni predvidena, ker je za te profile trteba organizirati nove tečaje za usposabljanje po meri, povečati število oseb v obstoječih usposabljanjih in izboljšati pogoje za izobraževanje. Oddelki, fakultete in podružnice v domačem sistemu visokega tehniškega izobraževanja so bili tudi predmet raziskave, vključno z nekaterimi ustanovami visoke prioritete s podobnim profilom v sosednjih državah. Pripravljen je bil tudi dokument za pripravo odločitve, ki analizira možnost za ponovno dleovanje Šole za energetske tehnologije v Paksu kot podružnico fakultete.

Za študente, ki se trenutno šolajo, je bil pripravljen sistem v različnih srednjih šolah za spodbujanje in iniciativnost, da bi nadaljevali svoj študij na tehničnih univerzah in visokih šolah, razdeljen je bil na stopnje področij, dodane pa so tudi prakse v zvezi z energetiko in strokovno praktično usposabljanje na lokaciji. Obstaja sistem sporazumov o sodelovanju, ki ga je podpisalo nekaj različnih srednjih šol v regiji okrog jedrske elektrarne Paks in vsebuje posebne dodatne ure za fiziko od 11. razreda naprej z omogočeno stopnjo pridobitve spričevala za visoko šolo. Študentje, ki študirajo na različnih univerzah v državi, so bolj nagnjeni k temu, da se vrnejo v regijo, če jim projekt lahko omogoči zaposlitev in izziv možnosti strokovne kariere. Izdelan je bil tudi poseben sistem mentorstva in tutorstva za srednje in višje stopnje, da bi s temi rešitvami obdržali mlade strokovnjake in s tem preprečili vplive mednarodnega bega možganov v elektroenergetskem sektorju.

Dokumenti raziskav človeških virov lahko zagotovijo podatke o potrebah delovne sile, ki se pojavljajo v času projekta, razdeljeno na številke in leta, ki so relevantna za potrebe po določenih storitvah in profilih. Povečano zaposlovanje regionalne delovne sile (ki bi morale biti pravzaprav vprašanje glavne prioritete) zahteva namestitve in druge storitve, ki se sicer lahko zmanjšajo, toda potrebe po transportu in prevozi se bodo gotovo povečale. Regija Kalocsa bo prav tako dobila obravnavo visoke prioritete vključno s promocijo trajektnih prevozov po Donavi. Okolju prijazne prometne rešitve bi morale imeti prednost, prav tako kot večje parkirne površine, ki so kasneje lahko uporabljene v druge namene. Mesta za namestitve, ki so na voljo, bi morala biti preučena vključno z relevantnimi opcijami za razvoj in širitev skladno s pripo-

ročili Mednarodne agencije za atomsko energijo. Dodatno k zagotovitvi namestitvenih objektov skladno zahtevami 21. Stoletja, bodo zahtevane dejavnosti za zagotovitev možnosti končne naselitve za osebe, ki bo delalo v elektrarni in za njihove družinske člane. Moral bi biti analiziran tudi odnos do sprejemljivosti različnih naselij. Prav tako potrebuje pozornost tudi vrsta vprašanj, kot je oskrba s hrano, katering, medicinska in zdravstvena oskrba ter socialne storitve za več kot 1 000 ljudi, ki bodo rabili te storitve in rešitve, prav tako vprašanja javne varnosti, športnih in prostočasnih ter rekreativnih površin in programov. Možnosti širitve za jasli, vrtce in šolske objekte bi morale biti tudi dobro preučene vnaprej, ker zagotavljajo možnosti zaposlovanja tudi za ženske (družinske člane) zaposlenih na projektu.

Na regionalni ravni bo načrtovani razvoj zelo pomemben predvsem v fazi implementacije: razvila se bo infrastruktura, regionalna podjetja, ki se ukvarjajo z zagotavljanjem namestitve in sorodnih storitev za osebe, ki delajo na projektu, bodo imele dodatni prihodek, posledično pa bo tudi postopna ustavitev obstoječih enot 1-4 dolgoročno rešitev za zaposlitev in pogodbene skupine bodo ostale v regiji, ker bodo odgovorne za delovanje in vzdrževanje novih enot, tako se torej kompenzirajo negativni ekonomski in socialni vplivi, ki bi se morda lahko pojavili ob zaprtju starih enot.

Čeprav je mesto Paks že razvilo določene ideje za decentralizacijo, bo imelo glavno vlogo šele v fazi priprave projekta, torej je za mesto primerno, da vzdržuje neprekinjeno sodelovanje s projektom. Raziskovanje zahtevanega infrastrukturnega razvoja in predstavitev povezanega načrtovanja in pripravljanih del kot tudi prepoznavanje zahtevanih virov je v teku. Razvojne opcije za Industrijski park Paks in možnosti za povečanje tega območja sta ključni zadevi. Zelo pomembno je, da so elektrarna in drugi objekti (vključno s pisarnami), kibodo vključeni v pripravo konstrukcije in sestave ter kasnejše delovanje jedrske elektrarne postavljeni v mestu ali blizu mesta. Szekszárd je glavno mesto in bo tako obravnavan v postopku priprave projekta in v fazi implementacije. Vasi, ki so locirane v regiji okrog jedrske elektrarne, imajo posebno vlogo pri podpori in uspešnosti projekta (npr. sprejetje kontejnerskega nasleja za namestitve, zagotovitev zahtevanih zemljišč in uporabnih javnih povezav, hiter postopek licenciranja, mobilizacija delovne sile, sodelovanje pri usposabljanju, komunikacijska podpora, vnašanje podatkov o naseljenem območju, zagotavljanje športnih in rekreacijskih programov in površin), bodo vključene v partnersko mrežo naselij. Člani te mreže sicer ne bodo upravičeni do finančnega nadomestila, bodo pa imeli različne druge koristi in številne priložnosti. Vse to zahteva podrobno pripravljeno študijo in izvedbo del v teh naseljih, da bo končni rezultat temeljil na realnih lokalnih virih.

MVM Jedrska elektrarna Paks Zrt. je delovala v sistemu socialne podpore približno desetletje v obliki fundacije z namenom pomagati regionalnemu, urbanemu in ruralnemu razvoju, razvoju podjetništva in odpiranja novih delovnih mest. S pomočjo te fundacije so bili izvedeni različni razvojni projekti v vrednosti več kot 30 milijard forintov (HUF) na upoštevem področju z neposredno in posredno (plačila za javne razpise), seveda pa je omogočila tudi nekaj sto novih delovnih mest.

Ustanovljena mora biti organizacija, ki lahko učinkovito predstavlja realistična povpraševanja in interese regionalne populacije s pomočjo registriranega statusa, neodvisnega programa, operativnega sistema in proračuna in ki lahko vodi in vzdržuje uspešni dialog med jedrsko elektrarno in prebivalci v regiji. Zato je bila leta 1992 ustanovljena skupnost za socialni nadzor, informiranje in razvoj naselij (TEIT), ki ima predstavnike lokalnih oblasti in občin iz 13 naselij. Skupnost izvaja nadzorne dejavnosti in vzdržuje tesno sodelovanje z jedrsko elektrarno pri širjenju informacij. Njen cilj ni nasprotovati elektrarni, ampak zavarovati interese prebivalstva, vzdrževati iskren dialog in sodelovanje ter izboljšati vzajemno zaupanje. TEIT izdaja priodične publikacije in je ustanovila socialni nadzorni odbor.

Obstajajo različne komunikacijske možnosti med MVM jedrsko elektrarno Paks Zrt. in regionalnim prebivalstvom, če pogledamo v zgodovino zadnjih desetletij. Ta široka komunikacija in možnost komentiranja omogočajo trdno podlago za vzpostavitev zaupanja, rednega sodelovanja in konsenzov. V duhu politike odprtih vrat jedrska elektrarna upravlja z centrom za obiskovalce v bližini elektrarne in v kraju Kalocsa, to pa so najpomembnejša mesta za srečevanja prebivalstva in seznanjanje z jedrsko industrijo, dnevno pa ponujajo možnosti za osebno prejemanje informacij vsakemu državljanu Madžarske vključno z ljudmi, ki živijo v regiji. Elektrarna vzdržuje tesno sodelovanje s predstavniki lokalnih, regio-

nalnih in nacionalnih novinarskih agencij in medijev, ki jih oskrbuje redno ali ad hoc (če je to zahtevano) in z informativnimi dokumenti. MVM Jedrska elektrarna Paks Zrt. izdaja svoj časopis, ki zagotavlja novice o dogodkih v jedrski elektrarni, načrte in razvojne ideje. Časopis je zelo razširjen in dostavljen v vsako hišo v naseljih v krogu 12 km od elektrarne (TEIT). Ljudje, ki živijo v krajih Paks, Kalocsa, Gerjen in Uszód, lahko kadarkoli dobijo podatke na monitorjih v središču mest in vasi o pogojih v tem času, na zelo preprost in razumljiv način.

11 TRENUTNO IN VERJETNO VREME V OKOLICI 30 KM OD PAKSA

11.1 KLIMATSKI PROFIL V OKOLICI 30 KM OD PAKSA

Povprečna letna **temperatura** na merilni postaji Paks je 10,7°C, kar presega povprečje v državi. Glede na letno napredovanje temperature lahko ugotovimo, da je julij najtoplejši mesec v letu, januar pa najhladnejši. Na podlagi temperaturne analize lahko ugotovimo, da se letna povprečna temperatura povečuje, opazovanje dnevnih vremenskih pojavov pa kaže, da se v poletnih, vročih in soparnih dneh pojavljajo tudi bolj ekstremni pojavi precej pogosteje kot v preteklosti.

V zvezi z letno celotno precipitacijo je bilo leto 1961 najbolj suho (285,9 mm) v Paksu od leta 1951, medtem ko je bilo najbolj mokro leto bilo leto 2010 (990,9 mm), kar je tudi absolutni rekord do danes. Po preučitvi desetletnih povprečij lahko ugotovimo, da je bilo zadnjih deset let najbolj mokrih v celotnem obdobju. V okviru celotne letne precipitacije pa trend naraščanja tipičen za okolico Paksa in po preučitvi ekstremnih vrednosti so bili večkrat v tem obdobju 30 let bile presežene rekordne vrednosti. V zvezi z letnim napredovanjem precipitacije lahko ugotovimo, da je junij najbolj moker mesec v bližini Paksa, ki mu sledita druga dva poletna meseca in mak, kar pomeni, da je precipitacija največja v poletnem času. Izven tega obdobja je drugi največji maksimum v novembru, marec pa je najbolj sušen mesec, precipitacija pa je običajno zelo majhna tudi januarja in februarja.

December je mesec z najmanj **sonca** v bližini Paksa zaradi povečane oblačnosti in malo ur dnevne svetlobe; povprečno sonce sije samo 53 ur. Maj in september imata največ sončnih ur s povprečjem več kot 250 ur, julij pa je najbolj sončen mesec glede na tridesetletno povprečje, sledi mu avgust in potem junij. Povprečno število sončnih ur v poletni polovici leta je blizu dvainpolkratnem trajanju sončnih ur v zimski polovici.

Letna **povprečna nadmorska višina tlaka** v bližini Paksa je 1017,5hPa, napredovanje med letom je podobno povprečju na nacionalni ravni z najvišjimi vrednostmi, ki se pojavijo januarja, najnižje pa aprila. Povprečni zračni tlak v poletni polovici leta je nižji kot v zimski polovici leta.

V bližini Paksa je aktualno **izparevanje** najnižje v obdobju med novembrom in februarjem, največje pa med majem in avgustom. Potencialno izparevanje je najnižje v zimskih mesecih, ko je skoraj enako kot aktualno izparevanje, medtem pa od pomladi do jeseni precej presega to, ker na voljo ni primerne količine vode za izparevanje. Bližina Paksa se šteje za sušno območje gledano iz perspektive precipitacije.

Temperatura zemeljske površine sledi razvoju sončnih dni neposredno in se tako segreva in ohlaja vrhnje plasti zemlje vzporedno s temperaturo zraka dan za dnem in leto za letom. Pri večjih globinah je učinek sonca manj opazen, saj ne prodre tako globoko in tudi dnevna nihanja niso tako očitna, temperatura pa na določeni globini postane konstantna.

Vetrni pogoji: severozahodno in severno-severozahodno prihaja do največjih konvekcij v letni primerjavi z južno smerjo, ki se pojavlja kot sekundarni minimum. V poletni polovici leta dominira sever-severozahod, sledi severozahodna smer, potem sever, medtem ko je južna smer šele na četrtem mestu. V zimski polovici leta je prevladujoča smer vetra severozahod, južna smer je na drugem mestu, tretja pa je severna-severozahodna smer. Letna povprečna hitrost vetra je označena kot naročajoča v obdobju med leti 1997 in 2010. Najmočnejši sunek s hitrostjo 24,8 m/s je bil zabeležen 19.

novembra 2004. Smer največjih sunkov vetra je v večini primerov severozahodna, sledi ji južna, na tretjem mestu pa so severno-severozahodne smeri. Glede hitrosti vetra se praktično ves čas pojavljajo sunki vetra s hitrostjo 2-4 m/s, pogosti pa so tudi tisti med 1-2 m/s in 4-6 m/s. Hitrost vetra, ki presega 12 m/s, se pojavlja le v nižjem delu leta in tudi takrat zelo redko preseže 17 m/s.

Na podlagi podatkov, upoštevanih za 7 let, prevladuje severna-severozahodna smer vetra na **merilnem instrumentalnem stolpu Paks**, ki izvaja meritve na višini 20 metrov, severna se je v tem času pojavila le nekajkrat. Južna in južno-jugozahodna smer sta tudi relativno pogosti. Severna-severozahodna smer je tudi zelo pogosta na višini 50 metrov, z veliko podobnostjo meritvam na višini 20 metrov, znaki severozahodnega vetra se povečujejo, a so se šele začeli pojavljati. Tudi tukaj prevladuje severni-severozahodni veter, ki mu sledi jugozahodni in severni veter, kar pomeni, da so južni vetrovi na nižjih stopnjah manj opazni. Prevladovanje hitrosti v razponu 2-4m/s je rahlo večje na 20 metrih kot nižje od te merilne točke, prevladovanje te hitrosti je opazno tudi na 50 metrih, na višini 120 metrov pa je hitrost, ki se pojavi največkrat, že med 4 in 6m/s. V času upoštevanih meritev je bila najvišja povprečna hitrost 12m/s na 20 metrih, skoraj 18m/s na 50 metrih, vrednosti nad 20m/s so se pojavile prav tako na višini 120 metrov. Sunkov vetra, ki bi presegli 25m/s, na 20 metrih ni bilo, so se pa pojavljali sunki, ki so presegli 30m/s na višini 120 metrov.

11.2 KLIMATSKE SPREMEMBE V 21. STOLETJU V BLIŽINI PAKSA NA PODLAGI REZULTATOV KLIMAT-SKEGA MODELA

Po letu 2010, "zadnjem ekstremno mokrem letu" je bilo nekaj, kar se je pogosto izpostavilo in po izkušnjah sodeč iz naslednje izjave to izhaja še bolj sveže: "Poletje leta 2012 je bilo ekstremno vroče." **Variabilnost** posameznih let je naravni del klime in obstaja tudi brez kakršnih koli eksternih omejitev, zato taki primeri ne morejo biti prispevek h klimatskim spremembam. Pri raziskovanju klime, vrednosti, trendov in sprememb je treba upoštevati dolgoletna povprečja.

Najpomembnejša negotovost klimatskega modeliranja je **negotovost, ki izhaja iz modelov**. Modeli rešujejo enakosti, ki uravnavajo procese klimatskih sprememb s pomočjo numeričnih metod. V teku te numerične rešitve, določanja kazalcev (npr. temperatura, hitrost vetra, ipd.) se upoštevajo točke tridimenzionalne prostorske mreže in določene interakcije so opisane in poenostavljene s pomočjo tega, kar so pokazali ti parametri. Modeli, ki jih razvijajo različni inštituti, se razlikujejo v več pogledih: lahko ustrezajo različnim pristopom in parametrizaciji za opis istega fizikalnega procesa, lahko pa uporabljajo mreže in razlikovanje resolucij. Vse te razlike imajo vpliv na rezultate modela.

Antropogenska aktivnost (to je aktivnost, ki izvira od človeka) je bila tudi dokazana, da vpliva na klimatski proces, zato jo je treba upoštevati v klimatskih modelih. Ni možno definirati, kako zelo se bo človekova aktivnost razvijala v prihodnosti in na kakšen način, saj ne poznamo stopnje, do katere se bo povečalo delovanje človeka, kakšne energetske in ekonomske politike bodo izvajale različne države, kakšna bo stopnja tehnološkega razvoja in tako tudi ne moremo trditi, kakšna bo količina izpustov onesnaževalcev v prihodnosti. Multiple vrste scenarijev za izpuste so bile narejene v zvezi s tem (Nakicenovic in Swart, 2000), ki določajo količino vpliva človeške aktivnosti emisij ogljikovega dioksida. Ti scenariji opisujejo pesimistično prihodnost (drugače povedano: pričakujejo dodatno izpuščanje znatnih količin emisij), toda optimistične in povprečne študije tudi obstajajo in vse predvidevajo različne stopnje onesnaževanja atmosferskih zelenih plinov do leta 2100. Negotovosti, ki izhajajo iz teh študij, imenujemo **negotovosti scenarijev**.

Modeli so najprej testirani skladno s klimo v preteklosti in razviti na podlagi dobljenih rezultatov. Po tem so izvedene simulacije glede prihodnjega razvoja, uporaba dodatnih zelenih plinov, ki jih povzroča človekova aktivnost, je vstopni kazalec. Ker različni modeli različno označujejo klimo na različne načine, so rezultati večkratnih modelov upoštevani vedno, ko gre za raziskave klimatskih sprememb (kar je znano kot metoda sestavljanja), saj lahko le na tak način določimo količino negotovosti pri klimatskih simulacijah.

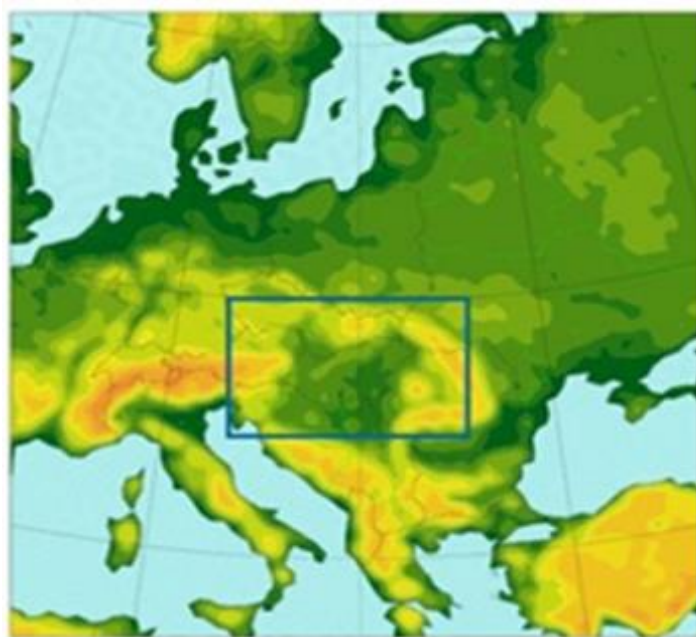
Negotovosti v scenarijih se kažejo od druge polovice 21. stoletja. Ko raziskujemo klimatske spremembe, je pomembno uporabiti multiple modele, kar pomeni vsaj dva modela, da lažje določimo negotovost, ker modeli opisujejo klimatska dogajanja v prihodnosti kot enako možna.

11.2.1 RAZPOLOŽLJIVI MODELI

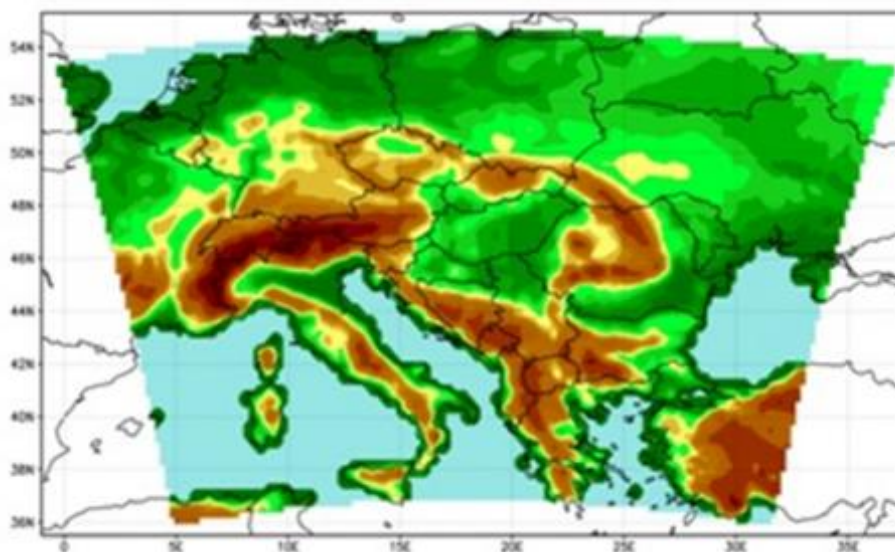
Rezultati globalnih modelov so manj uporabni v karpatskem bazenu, tudi zaradi posledično, med drugim, slabe resolucije. Zato morajo biti globalne informacije pregledane s pomočjo regionalnih klimatskih modelov, da bi lahko določili stopnjo negotovosti. Številni projekti klimatskih modelov so bili izvedeni na območju horizontalne mreže za 25 km in za 50 km v okviru projekta Evropske unije ENSEMBLES (van der Linden in Mitchell, 2009), ki uporablja **povprečni scenarij (A1B)** med scenariji, ki so na voljo.

Madžarska meteorološka služba (OMSZ) je v zadnjih letih preučevanj klimatskih sprememb uporabljala dva klimatska modela:

- **ALADIN-Climate**, regionalni klimatski model, ki ga je razvil Météo France v Toulouseu v okviru mednarodnega sodelovanja, in predvsem
- **REMO**, regionalni klimatski model, ki ga je razvil Inštitut Maxa Plancka v Hamburgu.



Slika 46: 25 (celotni panel) in 10 km (modri pravokotnik) resolucijske domene klimatskega modela ALADIN



Slika 47: Domena modela REMO pokriva 25 km resolucijo

Simulacije so bile narejene najprej glede uporabe v preteklosti s temi modeli, da bi ju testirali v širšem obdobju v preteklosti, kar je bilo izvedeno z virtualnimi meritvami, in da bi pomagali izboljšanje modelov s tako dobljenimi zaključki.

	ALADIN-Climate 4.5		REMO 5.0	
obdobje	1961-2000	1961-2100	1961-2000	1951-2100
Resolucija	25 in 10km	10 km	25 km	25 km
Dodatna merila	Ponovna analiza	GCM	Ponovna analiza	GCM

GCM: Global Climate Model (globalni klimatski model)

Tabela 34: Značilnosti eksperimentov z uporabo regionalnih klimatskih modelov ALADIN-Climate in REMO

Dva regionalna klimatska modela, ki ju je uporabil OMSZ (ALADIN-Climate in REMO) se uporabljata za razporejanje rezultatov globalnih modelov na stopnjo boljši rešitev. Vstavljeni podatki za to so znani kot merila fringe, pridobljeni pa so bili s splošnim globalnim krožnim modelom (ARPEGE-Climate) za primer modela ALADIN-Climate, in globalnim modelom za globalno kroženje v atmosferi in oceanih (ECHAM5/MPI-OM) za model REMO.

Povzetek teh simulacij je narejen v naslednji tabeli.

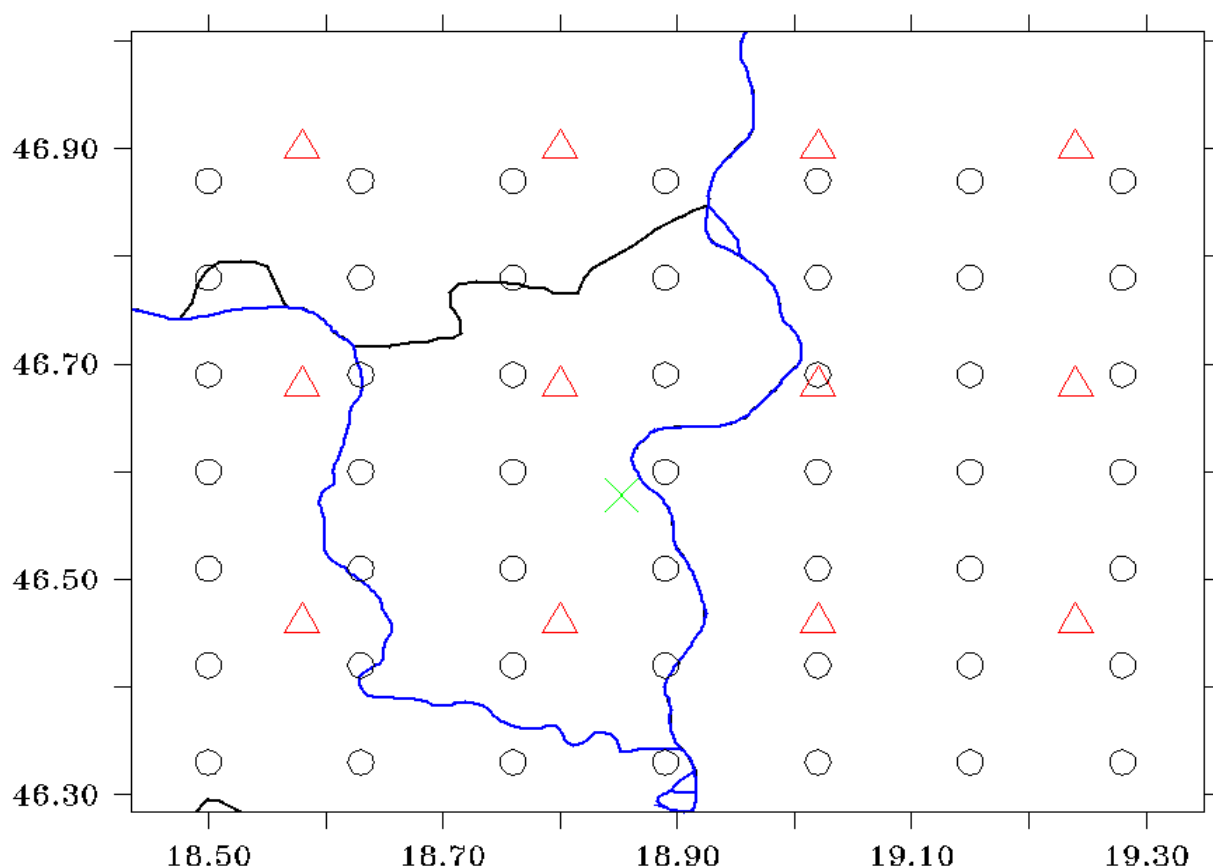
Model	Resolucija	Dodatni kriterij	Scenarij	obdobje
ALADIN-Climate 5.2	50 km	ERA-Interim	-	1989-2008
	10 in 50 km	ARPEGE	RCP8.5	1951-2100
REMO 2009	10 km	ERA-Interim	-	1989-2008
	10 km	ECHAM	RCP8.5	1951-2100

Tabela 35: Eksperiment, načrtovan z modeloma ALADIN-Climate in REMO

Posodobitev simulacij resolucij je še vedno v začetni fazi.

11.2.2 OBDELAVA RAZPOLOŽLJIVIH REZULTATOV MODELOV GLEDE NA POVPREČNE POGOJE ZA OKOLICO 30 KM OD PAKSA

Izbrano območje obsega 7 × 7 točka za območje 10 km, in 4 × 3 točke za resolucijski model 25 km.

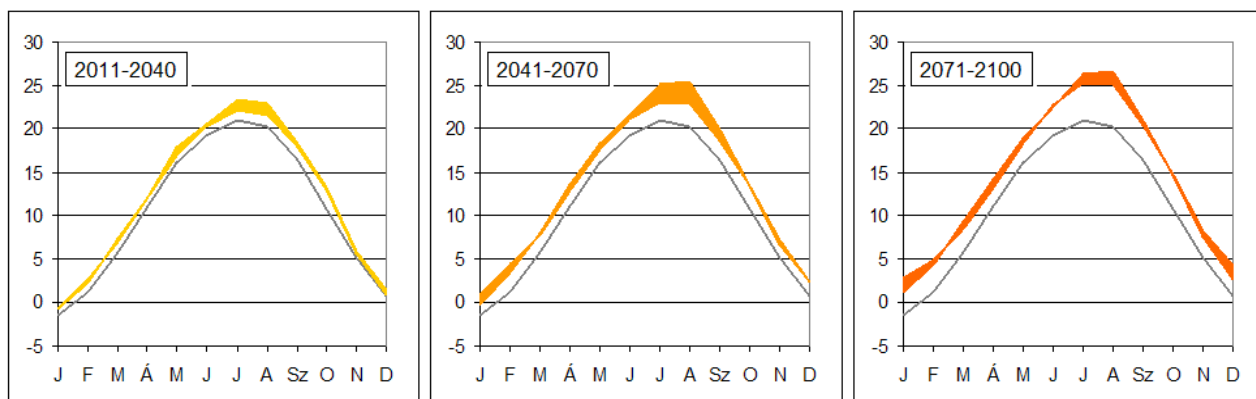


Slika 48: Modela ALADIN-Climate (črno) in REMO (rdeče) s točkami v okolici jedrske elektrarne Paks (zeleno)

Izbrana obdobja za v prihodnje so 2011-2040, 2041-2070 in 2071-2100, ker se klima lahko interpretira v daljšem časovnem obdobju, ki mora biti vsaj 30 let, glede na priporočila svetovne meteorološke organizacije. Modeli opisujejo aktualne procese na približni način, zato imajo rezultati manjše in večje napake, če je potrebno. Da bi izključili sistematske napake, prihodnji rezultati niso interpretirani po svoje, ampak v povezavi z lastnim referenčnim modelom za obdobje 1961-1990, kar pomeni, da so spremembe specificirane (pa čeprav napake modelov niso konstantne ves čas).

Dodatno k procesom, ki oblikujejo naravno klimo, lahko simulacije modelov vplivajo na upoštevne učinke človeških aktivnosti. Ker nismo v položaju, da bi se zavedali, kako se bo vse to razvijalo skozi celotno 21. stoletje, so določene različne hipoteze, kot nekakšni referenčni scenariji, kar predstavlja različne možnosti razvoja antropogenih aktivnosti v prihodnosti. Človeški vpliv je določen s količinami koncentracij ogljikovega dioksida za modele, kar pomeni, da različni scenariji opisujejo različne progresije koncentracij ogljikovega dioksida v atmosferi (vse kažejo natančno enoznačno rast). Obstajajo optimistične, pesimistične in nekoliko bolj subtilno diferencirane različice scenarijev; modelni eksperimenti, ki jih je izvedel OMSZ, se zanašajo na **povprečni scenarij (A1B)**. Med izvedbo je bila stopnja izmerjene koncentracije ogljikovega dioksida vključena v simulacije modela, ki so trajale do leta 2000, rečeno pa je bilo, da je bil hipotetični scenarij narejen na podlagi meritev po tem letu. Večina strokovnjakov, ki se ukvarja s klimatskimi modeli, običajno za osnovo jemlje obdobje med leti 1961 in 1990, ker je to način, kako lahko model prikaže značilne glavne signale, ki zadevajo 21. stoletje.

Postopno segrevanje za okolico Paks lahko pričakujemo v 21. stoletju glede na oba modela, približno enakovredno na letni, sezonski in mesečni stopnji. To pomeni, da se bo ob upoštevanju naslednjega tridesetletnega obdobja povečevala povprečna letna, sezonska in mesečna temperatura. V določenih letih bodo še vedno variacije hladnejših in toplejših mesecev, letnih časov in let, a v osnovi se bo temperatura v prihodnosti povečevala.

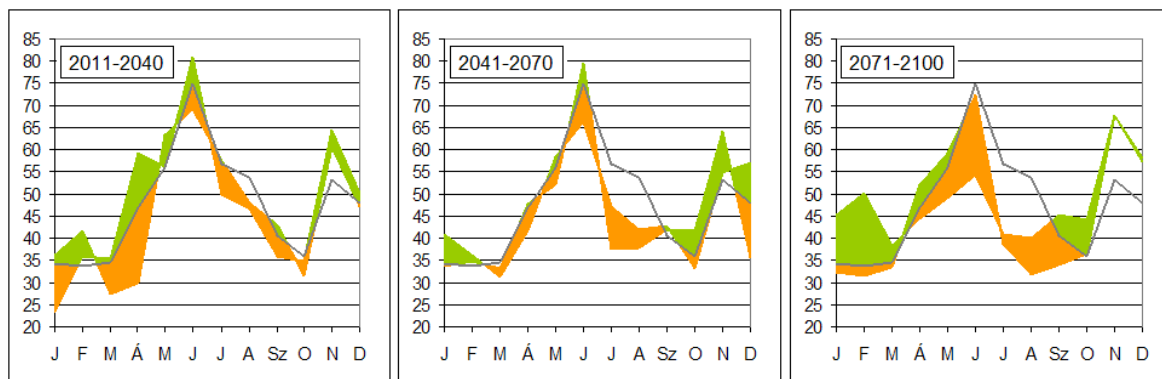


Opomba:

Ko prikazujemo podatke, ki naj bi veljali v prihodnosti, je možna sprememba modelov za določeno obdobje, pri čemer bodo dodane meritve, ki zadevajo obdobje med leti 1961 in 1990, v tem primeru je obdobje dveh letnih prognoz na podlagi rezultatov dveh modelov osenčeno.

Slika 49: Letna rast povprečnih mesečnih temperatur (°C) glede na opazovanja v letih 1961-1990 (siva črta) in letna rast na podlagi dveh modelov (°C, meje nedoločenega intervala so obarvane) v bližini Paksa

V primeru precipitacije in nenavadnih temperatur ne moremo govoriti o nenavadnih in linearnih spremembah v celotnem 21. stoletju, čeprav zadeva vsa tri obdobja v prihodnosti, letne čase ali oba modela. Modela sta skladna glede manjših sprememb v letni precipitaciji, a je zelo pomembno tudi upoštevanje distribucije glede na letne čase, kjer lahko opazimo velike spremembe. Glede na modela povečanje poleti in povečanje jeseni ni enakovredno, toda modela sta nedoločena, kar zadeva smer sprememb spomladi in pozimi. Sprememba v obeh modelih je različna za vsak letni čas, tako tudi na letni ravni, glede na vsa tri obdobja v prihodnosti v bližini Paksa. Največja sprememba se bo pojavila proti koncu stoletja, najverjetneje se bodo pojavljale predvsem poleti in jeseni, ko je vlažnost ozračja v vsakem primeru najmanjša.



Opomba:

Ko prikazujemo podatke, ki naj bi veljali v prihodnosti, je možna sprememba modelov za določeno obdobje, pri čemer bodo dodane meritve, ki zadevajo obdobje med leti 1961 in 1990, v tem primeru bodo povečane (močno) relativne spremembe modelov, izkazanih za upoštevno obdobje, kar je na podlagi letnih prognoz rezultatov dveh modelov osenčeno (zeleno za povečanje in rumeno v primeru zmanjšanja).

Slika 50: Letna rast povprečnih mesečnih padavin (mm) glede na opazovanja v letih 1961-1990 (siva črta) in letna rast na podlagi dveh modelov (mm, meje nedoločenega intervala so obarvane) v bližini Paksa

Modela ne predvidevata večjih ali vsaj nenavadnih sprememb glede magnitude hitrosti vetra, predvsem ne na letni stopnji.

12 PRIČAKOVANI VPLIVI PREDLAGANEGA RAZVOJA IN OKOLJSKI POGOJI TEMPERATURE VODE V DONAVI, IZPOSTAVLJENOST POPLAVAM, ODVZEM VODE ZA HLAJENJE IN MORFOLOŠKE SPREMEMBE REKE

Študije modela reke Donave, ki so bile izvedene kot del študije vplivov na okolje Paks II, imajo cilj določiti, kako vpliva lokacija jedrske elektrarne Paks v primeru pogojev, ki bi lahko bili najbolj ekstremni in najbolj neprijetni glede okolja, cilje preučiti morfodinamične spremembe, ki se razvijejo kot rezultat različnih hidroloških dogodkov in oceniti tipične kazalce izpostavljenosti toploti v reki Donavi, ko se segreje zaradi vrnitve vode za hlajenje nazaj v reko Donavo.

V študijah modela reke Donave so bili podrobno analizirani naslednji vidiki:

- enodimenzionalno (1D) modeliranje vplivov, ki nastanejo zaradi ekstremnih naravnih in umetnih pogojev
 - izpostavljenost lokacije poplavam
 - varnost izpustov vode za hlajenje
- dvodimenzionalno (2D) modeliranje dogodkov izjemno nizke in izjemno visoke vode
- morfološke spremembe reke, morfodinamika
 - enodimenzionalni (1D) model ocene sedimentov in obremenitve rečne struge
 - dvodimenzionalni (2D) model ocene morfodinamičnih procesov v kanalu reke Donave
- vpliv segrete vode za hlajenje, ki je vrnjena v reko Donavo - tridimenzionalno (3D) modeliranje izpostavljenosti toploti
- mešana študija delovanja naprave za obdelavo odpadne vode v primeru napak

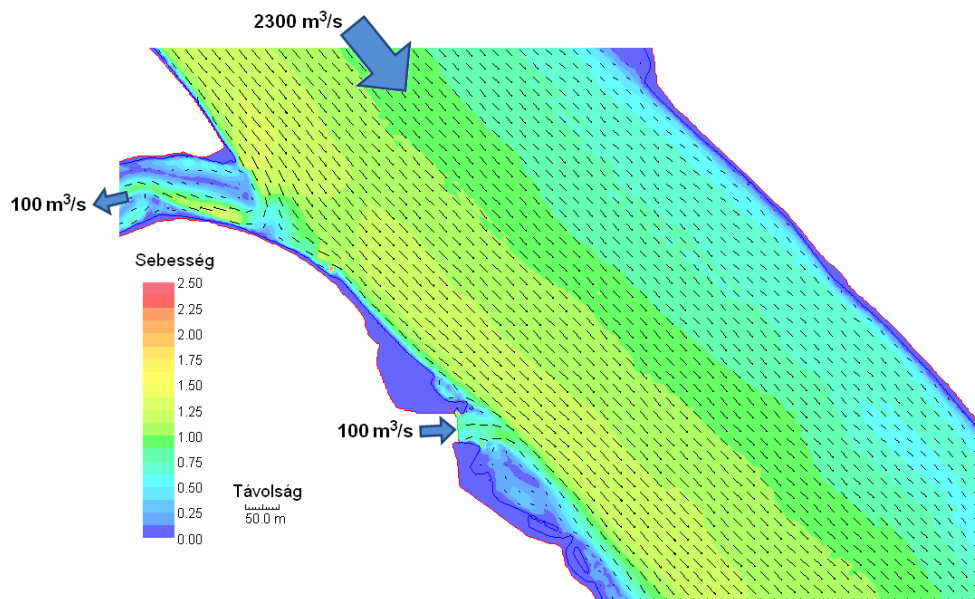
12.1 VPLIV IZGRADNJE PAKS II NA DONAVO

V času konstrukcije Paks II je predvidena samo širitev profila izliva kanala za hladno vodo in temeljenje, nameščeno za temeljenje rekuperacijske strukture, načrtovano približno 200 m ob reki navzgor obstoječega izpusta za toplo vodo bo imelo minimalni vpliv na pogoje toka neposredno na desnem bregu reke Donave.

Spodnja podpoglavja prikazujejo vplive glede na spremembe distribucije hitrosti toka, ugotovitve so prikazane v 2D hidrodinamski modelni simulaciji, da bi dodali pomen evalvaciji.

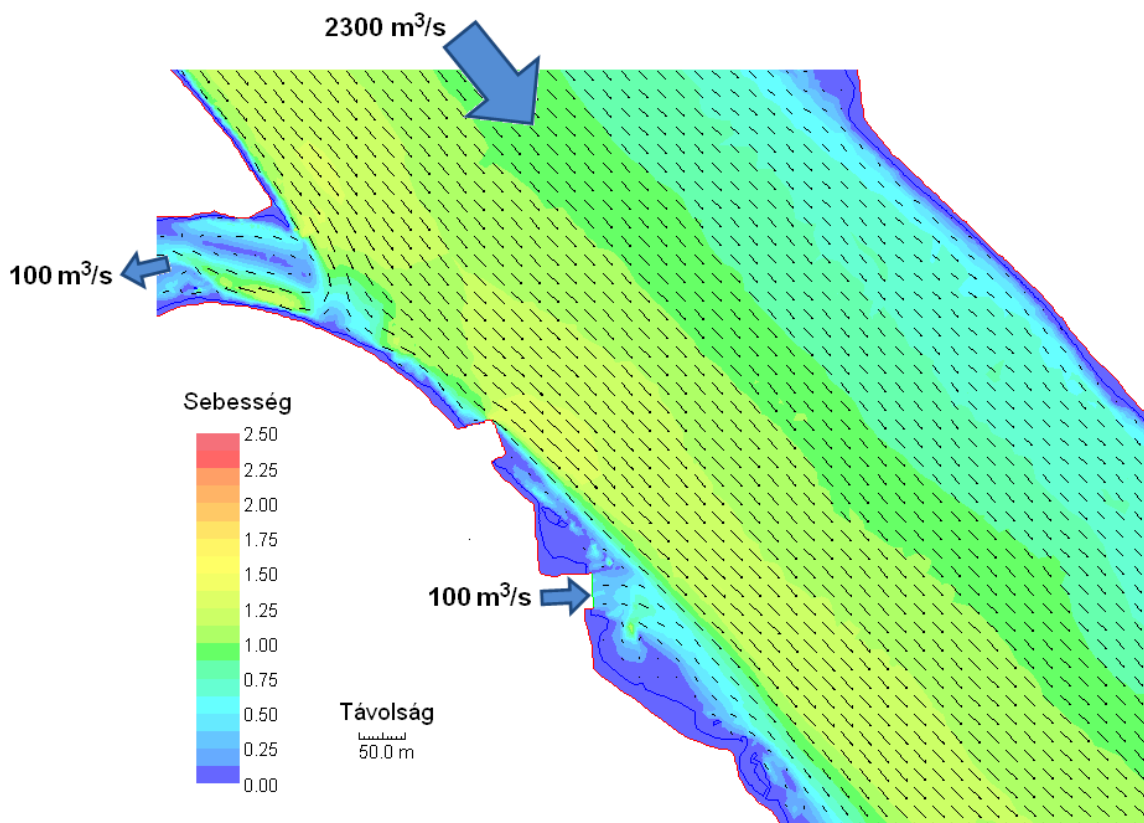
12.1.1 VPLIV IZGRADNJE PAKS II NA REČNI TOK IN MORFOLOŠKE REČNE SPREMEMBE V DONAVI

Z uporabo 2D modela toka, prilagojenega trenutnim pogojem, je bila določena globina integriranega toka za to področje za več let, izpusti v Donavo so določeni za več let, uporabno glede na vodni prostor v soseščini lokacije (2 300 m³/s) – v primeru jedrske elektrarne Paks in pogojev med gradbenimi deli. Na podlagi primerjave dveh hitrostnih polj, ki bosta vzpostavljeni, je ugotovljeno, da bo izgradnje jedrske elektrarne Paks II imela komaj kak vpliv na spremembe pogojev toka reke Donave (razporeditev hitrosti, nivo vode). Zaradi zgoraj navedenih razlogov bodo nastale zanemarljive spremembe, ki se jih bo dalo prepoznati v okvirih rečne morfologije in mešanja tople vode, izpuščene med izvajanjem predlaganega razvoja.



Sebesség	Hitrost
Távolság	Razdalja

Slika 51: Izračunana globina integriranega področja hitrosti v okolici hladne in tople vode v primeru večkratnega izpusta iz Donave 2 300 m³/s na leto z intenziteto 100 m³/s hladne vode - za samostojno obratovanje jedrske elektrarne Paks



Sebesség	Hitrost
Távolság	Razdalja

Slika 52: Izračunana globina integriranega področja hitrosti v okolici hladne in tople vode v primeru večkratnega izpusta iz Donave 2 300 m³/s na leto z intenziteto 100 m³/s hladne vode - za elektrarno Paks-Paks II v izgradnji

12.1.2 IZPUST OBDELANIH KOMUNALNIH ODPADNIH VOD MED IZGRADNJO

Največja količina zahtev za oskrbo s pitno vodo v obdobju, je izračunana na čas, ko bo prva enota že postavljena, druga pa bo istočasno v izgradnji. Ta količina je največ 646 m³ na dan, povezana največja količina odpadne vode je 95 % te količine, torej 614 m³ na dan.

Skupna zmogljivost lokalne čistilne naprave, ki trenutno obratuje na lokaciji jedrske elektrarne, je 1 870 m³ na dan, od česar je čistilna naprava za odpadno vodo, označena s št. No II – obnovljena leta 2012 – deluje z zmogljivostjo 1 200 m³/ na dan in je upoštevana kot nadomestna oziroma naprava v pripravljenosti za ves čas. Ker je trenutno povprečna količina lokalnih tokov odpadne vode, ki jo proizvede lokacija jedrske elektrarne Paks približno 300 m³ na dan (delovanje elektrarne Paks), je tako na voljo še varna prosta zmogljivost naprave ~1570 m³ na dan.

Z upoštevanjem predlaganega razvoja načrtovane stopnje izpustov lokalne odpadne vode, lahko predvidevamo, a je na voljo za varne namene še zmogljivost 1000 m³ na dan (300 + 614 m³ na dan), kar lahko pokrije sama naprava št. II, ki je bila obnovljena leta 2012 in ima zmogljivost obdelave 1 200 m³ odpadne vode na dan.

Mejne vrednosti klasifikacije vode za prejemnika so določene v odločbi ministra št. 10/2010. (VIII. 18.) VM o mejnih vrednostih, ki veljajo za kontaminacijo površinskih voda in določa pravila za uporabo te odločbe (Dodatek št. 2: mejne vrednosti kakovosti vode, ki veljajo za vodne tokove).

Klasifikacija različnih vrst rečne struge, ki glede na ustrezni ekološki status vsebuje različne fizikalne in kemijske komponente, je zapisana v nacionalnem načrtu upravljanja z rečnimi bazeni (VGT), ki je bil razvit skladno z odločbo odgovornega ministra št. 31/2004. (XII. 30.) KvVM, kjer so navedena številna pravila za opazovanje in stanje ocenjevanja površinskih voda (*“Podporni material za poglavje 5 VGT, fizikalno-kemijske mejne vrednosti in klasifikacijski sistem v zvezi z dobrim stanjem strug površinskih voda”*). Ta predlaga pet komponenta za sistem klasifikacije za fizikalne in kemijske komponente vode (Razred I: odlično, Razred II: dobro, Razred III: srednje, Razred IV: slabše, Razred V: slabo).

Izpustna meja, načrtovana za odpadne vode – med vzpostavitvijo in obratovanjem – je manj kot je zmogljivost čistilne naprave za obdelavo odpadne vode (1870 m³ na dan). Ker je nivo izpusta odpadnih voda v fazi vzpostavitve relativno odločilen, je bila izvedena mešana študija za zmogljivosti obdelave naprave oziroma za nivo izpustov 1000 m³ na dan z uporabo 2D transportnega modela za primere, navedene spodaj.

1.) Mešani test standardnega delovanja za čistilno napravo za obdelavo odpadne vode

- neposredni prejemnik 0+050 rečni km na desnem bregu profila za kanal za toplo vodo (načrtovana faza: delovanje 3 blokov, izpust vode v kanal 75 m³/s),
- posredni prejemnik: Donava 1526+250 rečni km profila na desnem bregu,
- obdelani izpust odpadne vode: 1000 m³ na dan,
- koncentracije obdelanih kontaminiranih komponent: mejna vrednost glede na dovoljenje za obratovanje za vodne pravice (odločba inšpektorata za južno-prekodonavsko okoljsko varovanje, zaščito narave in upravljanje z vodami št. 917-20/2009-9992).

1.1) v primeru zelo nizke stopnje izpusta na Donavi (Q = 579 m³/s),

1.2.) v primeru, da je več let povprečna stopnja izpusta na Donavi (Q = 2300 m³/s).

2.) Mešani test za primer napake delovanja čistilne naprave za odpadno vodo

- Neposredni prejemnik: Donava 1526+810 rečni km profil desnega brega,
- Izpust neobdelane odpadne vode: 1000 m³ na dan,

- *Koncentracije neobdelanih kontaminiranih komponent: koncentracije surove odpadne vode, ki prihaja v čistilno napravo za odpadno vodo.*

2.1) v primeru zelo nizke stopnje izpusta na Donavi ($Q = 579 \text{ m}^3/\text{s}$),

2.2.) v primeru, da je več let povprečna stopnja izpusta na Donavi ($Q = 2300 \text{ m}^3/\text{s}$).

V času mešanih testov je bila zmogljivost obremenitve prejetega vodnega telesa upoštevan glede na klasifikacijske podatke, ki so bili pridobljeni z geografsko širitvijo krogov stopnje kakovosti vode na vplivnem območju.

12.1.2.1 Povzetek izpustov odpadnih vod na vodno telo Donave

Kot rezultat mešanih študij se lahko zaključi, da med standardnim delovanjem čistilne naprave za obdelavo odpadne vode koncentracije so en red magnitude manjše kot so mejne vrednosti za fizikalne in kemične komponente, skladno z odločbo ministra št. 10/2010. (VIII. 18.) VM o mejnih vrednostih, ki veljajo za kontaminacijo površinskih voda in ki določa pravila za njeno uporabo (Dodatek št. 2: kazalci kakovosti vode za vodne tokove) (primerjava s stopnjo II, status "dobro" po VGT WFD), zato praktično ne povzroča nobenega vpliva na višino ocene za vodni prostor in rečno korito reke Donave, tudi ne v ekstremno nizkih stopnjah izpustov v Donavi (sprememba enkrat na vsake 20 000 let, $Q = 579 \text{ m}^3/\text{s}$). Vpliv kovin je celo še manjši. Standardno vplivno območje je omejeno na približno 20 metrov dolgo in približno 4 metre širok prečni odsek nizvodno ob toku, kjer so izpusti obdelane odpadne vode v kanal za toplo vodo. Vpliv na vodno telo reke Donave je praktično zanemarljiv. Kanal za toplo vodo je obzidan, zato ni vpliva na podzemne vode, ki bi ga morali upoštevati. Vpliv izpustov odpadne vode neposredno v vodno telo reke Donave in na kakovost podzemne vode je tudi zanemarljiv.

V primeru nepredvidene napake (neposredni izpust v reko Donavo preko kanala za toplo vodo), ko upoštevamo izpostavljenost neobdelani odpadni vodi reke Donave na 1525+810 rečnem km na desnem bregu, je obseg vpliva fizikalnih in kemičnih komponent v kakovosti vode v reki Donavi tak, da lahko morda vpliva na stopnjo ocenjene kakovosti statusa vode (nizka stopnja prizadetosti kakovosti vode), vplivno območje, ki je ~200 m nizvodno in ~10 m prečno, ostaja na pasu desnega brega Donave ob ekstremno nizkem vodostaju reke Donave. V obsegu običajnih izpustnih stopenj reke Donave je vplivno območje zmanjšano na manj kot polovico: ~80 m nizvodno in ~4 m v transverzalni smeri. Eventualne upoštevane napake v delovanju so periodične in se delovanje čistilne naprave za odpadno vodo resetira po standardnih pogojih delovanja, ki prevladajo, zato je vplivno območje omejeno na manj kot odsek kanala za toplo vodo v dolžini 50 metrov in na ~8 m pas v bližini desnega brega ob kanalu za toplo vodo, kar pomeni, da na reko Donavo nima praktično nobenega vpliva.

12.1.2.2 Povzetek vpliva izpustov odpadnih vod na pitno vodo

Hidrogeološka varnostna cona (zaščitna cona), izračunana na podlagi 50 let migracijskega čas za vodno bazo Foktő-Baráka, ki je najbližje standardni lokaciji izpusta leži približno 3450 metrov stran, na severnem robu, ki se dotika profila reke Donave na 1522,8 rečnem km. Skladno s skupno ministrsko odločbo št. 6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM o mejnih vednostih, potrebnih za zavarovanje geoloških srednjih in podzemnih voda pred onesnaženjem in meritvami stopnje onesnaženosti je mejna vrednost kontaminacije v varnostnem območju označena z "B", v varnostni coni delovanja in posledično dolgoročnih rezervne baze pitna voda vključuje 25 mg/l koncentracijo nitratov (= 5,65 mg/l nitratov-N) in 0,5 mg/l koncentracije amonijaka (= 0,39 amonijaka-N). Glede na kalkulacije koncentracij je prizadetost, ki se razvije v vodnem telesu reke Donave zaradi izpustov odpadne vode med standardnim delovanjem skladno z načrtovano konstrukcijo v tem obdobju izgradnje pričakovana, da naj ne bi imela nobenih zaznavnih vplivov na vodne baze, ki jih to zadeva.

V primeru nepredvidenih dogodkov (neposredni izpust v reko Donavo preko kanala za toplo vodo), ko je izpostavljenost Donave neobdelani odpadni vodi na 1525+810 rečnem km na desnem bregu upoštevana, je lahko zaznan povečan vpliv (v primeru najbolj občutljivih komponent, amonijaka je največja prizadetost s koncentracijo 0,04 mg/l in 0,02 mg/l v

obdobjih, ko je vodostaj reke Donave izjemno nizek, posledično pa tudi stopnje izpustov), toda to ne poveča koncentracij amonijaka in nitratov nad mejnimi vrednostmi, ki veljajo za telesa podzemne vode v hidrogeološki varnostni coni (cona delovanja) glede na izračunano migracijsko obdobje 50 let za vodni bazen Foktő-Baráka, ki je približno 3100 metrov nizvodno od točke izpusta. Vpliv kontaminacijskega vala bo izginil čez približno 20 metrov kot rezultat križnega niveliranja vala. Eventualne upoštevane napake v delovanju so periodične in se delovanje čistilne naprave za odpadno vodo resetira po standardnih pogojih delovanja, ki prevladajo, zato je vplivno območje in vpliv povečanih koncentracij v rahlem povečanju praktično brez vpliva.

12.1.2.3 Opazovanje kakovosti vode in odpadnih voda

Stalno spremljanje in beleženje izpustov očiščene odpadne vode iz čistilne naprave za obdelavo odpadne vode na obstoječi jedrski elektrarni in v času izgradnje nove lokacije in delovanja objektov, ki bodo zgrajeni, da bi spremljali skladnost z mejnimi vrednostmi dovoljenih emisij in kakovost vode je prednostna naloga za pridobitev operativne licence za vodne pravice ter veljavnih pravil in zakonodaje, kar bo zelo pomembno v zvezi z VGT, kar je bilo razvito skladno z okvirno direktivo o vodah.

12.2 VPLIVI DELOVANJA PAKS II NA DONAVO

12.2.1 FAZE NAČRTOVANJA DELOVANJA

Modeliranje je bilo narejeno skladno z naslednjimi načrtovanimi fazami delovanja obstoječih in predlaganih novih enot, kot sledi.

Načrtovano standardno delovanje – elektrarna Paks (2014-2025)

Scenarij vključuje največ 100 m³/s črpanja vode za hlajenje (preko obstoječega kanala za hladno vodo), ki se vrne skozi obstoječi kanal za toplo vodo, $Q = 100 \text{ m}^3/\text{s}$

Načrtovano standardno delovanje – sočasno delovanje jedrskih elektrarn Paks in Paks II (2030-2032)

Ta scenarij vključuje črpanje vode za hlajenje preko križnega profila na Donavi in vračanje vode delno preko obstoječega kanala za toplo vodo preko naprave za razpršitev energije, izpust v reko Donavo a desnem bregu z najvišjo stopnjo izpusta tople vode 100 m³/s, deloma pa preko rekuperacijske strukture, ki naj bi bila vzpostavljena 200 metrov navzgor ob strugi od te točke, tudi na desnem bregu Donave, z največjo možno stopnjo izpusta tople vode 132 m³/s, $Q = 132 + 100 = 232 \text{ m}^3/\text{s}$.

Načrtovano standardno delovanje – Paks II deluje samostojno (2037-2085)

Zajemanje vode za hlajenje in izpust tople vode, $Q = 132 \text{ m}^3/\text{s}$

12.2.2 OPIS PRIČAKOVANIH SPREMENB NA PODLAGI ANALIZE HITROSTI TOKA V DONAVI

Najvišja stopnja črpanja in izpustov je pričakovana v obdobju med letoma 2030 in 2032 s skupnim pretokom 232 m³/s v in iz 4 obstoječih enot (največ 100 m³/s) ter v in iz 2 novih enot (največ 132 m³/s).

Naprava za črpanje vode je nameščena v kanalu za hladno vodo in tako nima neposrednega vpliva na pretočni prostor reke Donava in njene struge, možno je le neznatno povečanje neposrednega vpliva zaradi delovanja transfernih črpalk za napravo za črpanje vode v odseku kanala za hladno vodo, kamor vodi (nastajanje mulja, poglobljanje dna). Ta posre-

dni vpliv ima zanemarljiv geografski obseg in se v naravi pojavlja periodično, prav tako kot vplivi, ki jih povzroča trenutno delovanje jedrske elektrarne.

Topla voda iz obstoječih štirih enot je izpuščena v reko Donavo po obstoječem kanalu za toplo vodo (1526+250 rečni km, desni breg), preko obstoječe naprave za razpršitev energije.

Novo dno kanala za toplo vodo je konstruirano tako, da bo izpuščalo toplo vodo iz dveh novih enot in da bo na ustju reke Donave (Donava 1526+450 rečni km) vzpostavljena rekuperacijska struktura. Predlagana konstrukcija ustja kanala za toplo vodo ima neposredni vpliv na pretočne pogoje reke Donave in na lokalne morfološke spremembe.

Vplivi se kažejo na lokalnih spremembah pogojev pretoka:

Nove izhodne točke izpusta tople vode povzročajo zajezitev navzgor ob strugi, neposredno nizvodno na kanalu za hladno vodo, ker bo prekinil skoraj vzporedno obalno vzpostavljeno obrežno cono reke Donave. Večji vrtinci – en v smeri urnega kazalca, drugi v nasprotni smeri urnega kazalca – s skoraj vertikalno osjo se bodo pojavljali med pritokom kanala za hladno vodo in novim dotokom tople vode, ki se dinamično vrtinči in občasno ustvarja vrtince blizu obrežnega pasu na desnem bregu reke Donave. Večji vrtinci, ki se vrtijo v smeri urinega kazalca, se oblikujejo nizvodno ob izpustnem mestu tople vode, ki poganjajo valove tople vode proti sredini reke Donave. Tudi to ima dinamičen značaj, saj včasih vrtinci vplivajo na tok reke Donave v pasu ob desnem bregu ali pa se širijo proti središčni liniji reke Donave.

Obstaja stagnacijski tok in večje število vrtincev in bazenov, ki se oblikujejo, kar se kaže kot eventualno posedanje prenesenih sedimentov na zasipanje praznega prostora.

Na območju, kjer se spreminjajo tokovi lahko pričakujemo manjše posedanje in minimalne spremembe glavnega toka reke Donava.

Modifikacijski efekti toka, ki se nanašajo na zgoraj navedeno, so bolj izraziti v nizki vodi in v času srednjega vodostaja reke Donave, medtem ko se v času visokega vodostaja reke Donave vplivi na glavni tok Donave skoraj ne opazijo, saj prevladuje močan glavni tok..

12.2.2.1 Ocena ekstremnih nizkih in visokih vodnih tokov v Donavi na 2D modelu

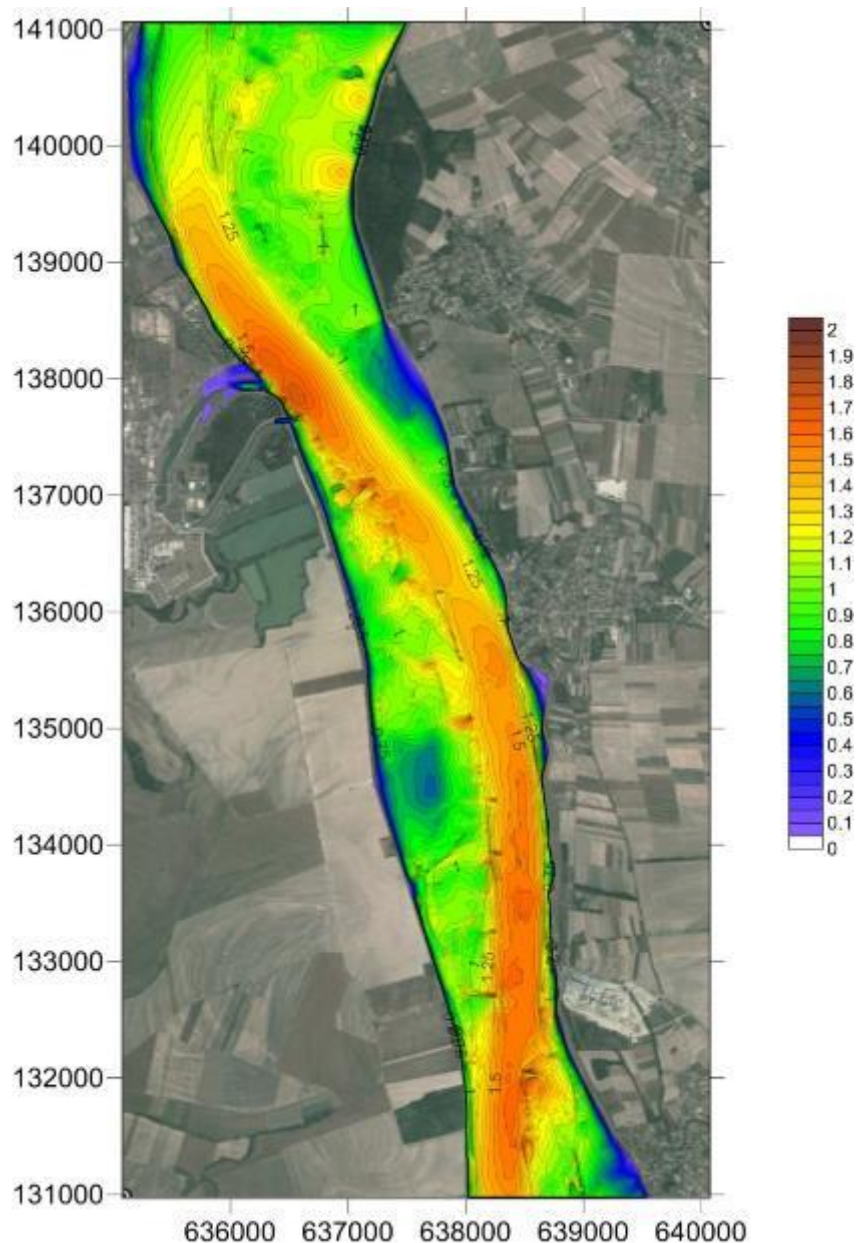
Zgoraj omenjena stalna nizka voda in poplavna voda, ki oblikuje rečno korito Donave, je izpopolnjena s pomočjo hidrodinamskega modela Delft3D-Flow z uporabo dvodimenzionalnih (2D) modulov, integriranih v globino, za ekstremno nizke in ekstremno visoke pretočne pogoje na Donavi (ki naj bi se pojavili vsakih 20 000 let), na odseku spodnjega dela kanala na Donavi na 1500-1530 rečnem km.

Ocenjeni odsek reke Donave vključuje odseke nizvodno in gorvodno obstoječih in predlaganih lokacij jedrske elektrarne.

PREDSTAVITEV REZULTATOV PRIMEROV MODELIRANJA TOKA 2D V EKSTREMNO VISOKEM VODNEM TOKU

Načrtovano standardno delovanje – jedrska elektrarna Paks

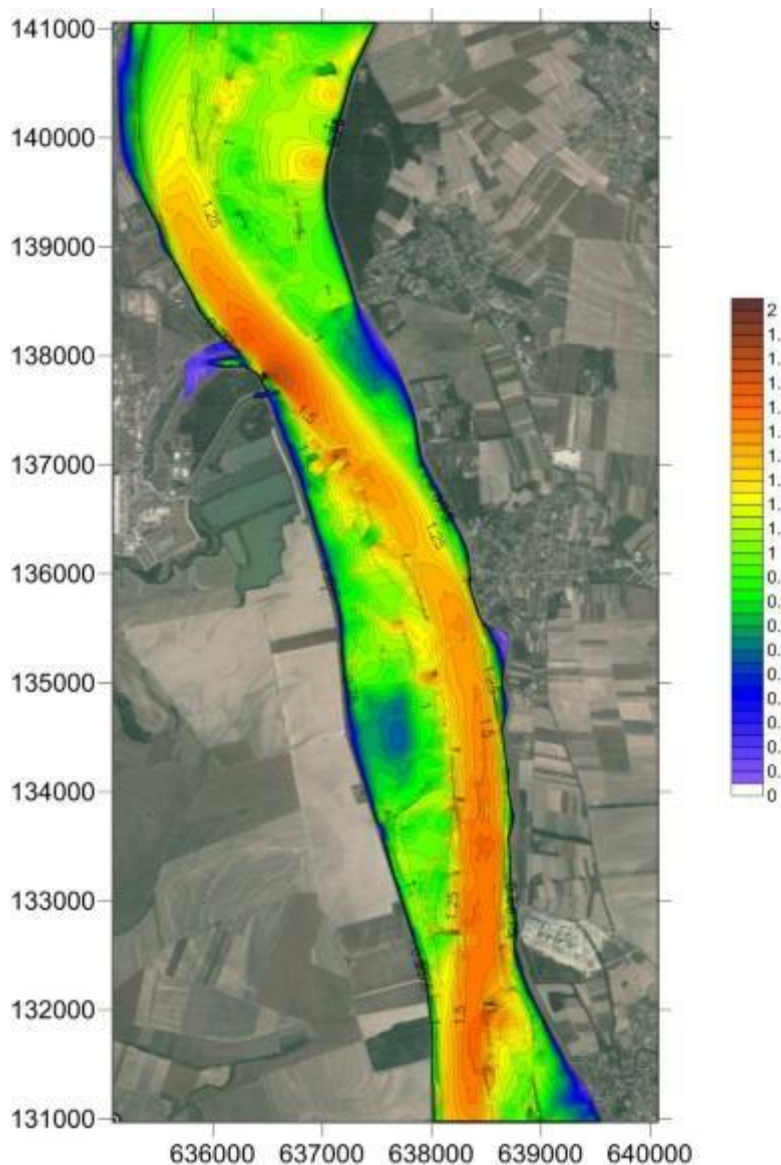
Ta scenarij vključuje izjemno visoko stopnjo stalnega izpusta v reko Donavo, ki naj bi se zgodila samo enkrat na vsakih 20 000 let pri količini $Q_{\text{Donava}} = 14\,799 \text{ m}^3/\text{s}$ in črpanju največ $100 \text{ m}^3/\text{s}$ vode za hlajenje, ki je vrnjena v reko preko naprave za razpršitev energije.



Slika 53: Distribucija absolutnih vrednosti hitrosti Donave na odseku 1519-1530 km [m/s] – elektrarna Paks, ekstremno visoka voda ($Q_{20\,000\text{ let}} = 14\,799\text{ m}^3/\text{s}$, izpust vode $100\text{ m}^3/\text{s}$) – elektrarna Paks v samostojnem delovanju, vključno s koordinatami EO

Načrtovano standardno delovanje – skupno delovanje jedrske elektrarne Paks in Paks II

Ta scenarij vključuje izjemno visoke stalne stopnje izpustov na reki Donavi, ki so verjetni samo enkrat v 20 000 letih za količino $Q_{\text{Donava}} = 14\,799 \text{ m}^3/\text{s}$ in največ $232 \text{ m}^3/\text{s}$ črpanja vode za hlajenje. Voda se vrača delno preko obstoječega kanala za toplo vodo in naprave za razpršitev energije, na desni breg reke Donave z najvišjo stopnjo izpusta tople vode $100 \text{ m}^3/\text{s}$, delno pa preko rekuperacijske strukture, ki naj bi bila vzpostavljena 200 m navzgor ob strugi od te točke, prav tako na desnem bregu reke Donave, z maksimalno stopnjo izpusta tople vode $132 \text{ m}^3/\text{s}$.



Slika 54: Distribucija absolutnih vrednosti hitrosti Donave na odseku 1519-1530 km [m/s] – standardno delovanje, ekstremno visoka voda ($Q_{20\,000 \text{ let}} = 14\,799 \text{ m}^3/\text{s}$, izpust vode $232 \text{ m}^3/\text{s}$) – elektrarna Paks in Paks II skupno delovanje, vključno s koordinatami EOVS

Poplave

V primeru poplav je zgornji mejni pogoj (stopnja izpusta), ki je izjemno visoka stalna stopnja izpusta enkrat v 20 000 letih pri količini $Q_{\text{Donava}} = 14\,799 \text{ m}^3/\text{s}$ (v kulminativnem položaju). Spodnji mejni pogoj je zagotovljen pri vodostaju (na reki Donavi 1500 rečni km) 81,55 metrov nad nivojem Baltskega morja, glede na kalkulacije.

Pri modelnih kalkulacijah zaradi varnosti je bilo predvideno, da so trenutna nadzorna dela za nadzor poplav na reki Donavi razvita za prihodnost in da bi potovanje poplave lahko ostalo znotraj nabrežij, kar je najboljši protipoplavni ukrep.

Na podlagi modelne kalkulacije vodostaja na Donavi se reka kulminira na višini 96,90 metrov nad nivojem Baltskega morja v primeru ekstremnega poplavnega dogodka (stopnja izpusta vode, ki se lahko zgodi enkrat v 20 000 letih), pod najbolj neugodnimi pogoji v okolici obstoječe in predlagane lokacije. Če poplavni nadzor na desnem bregu Donave zataji ali če je profil nabrežja in kanala za toplo vodo ali kanala za hladno vodo poškodovan, se lahko oblikuje tako stanje, kot je prikazano na spodnji sliki.

Opazimo lahko, da tudi pri nivoju gladine vode 97,00 metrov nad baltiškim morjem na obstoječi lokaciji niti na predlagani lokaciji za razvoj ne pride do poplave, lahko jo povzročijo le valovi, ki bi iz katerega koli razloga postali bolj intenzivni. To seveda povzroči stanje nujnega primera in lahko vpliva na bolj občutljive objekte na površini ali javnih uporabnih objektih. Občutljivi objekti, locirani blizu površja, so zavarovani z aktivno zaščito (zaščitni zid ipd.), ki je posledično pripravljena za morebitni izjemni dogodek.



Slika 55: Statična poplavna slika, ko je Donava 96,90 metrov nad nivojem Baltskega morja

Primer, ki se nanaša na zgornje, je upoštevan kot izjemni dogodek, saj se odkar so bile okrepljene brežine in povišani nasipi ob bregovih tega odseka reke Donave, kaj takega praktično ne more zgoditi, lokacija je primerno opremljena za dolgotrajne možnosti poplavnih zvišanj vodostaja (1 %, kar se lahko zgodi enkrat vsakih 100 let), ki pa ostaja pod trenutno stopnjo obrambe obrežja.

Na modelu simulacije enodimenzionalnega dogodka morebitne poplave lahko vidimo, da tudi če ni izvedenih nobenih dodatnih nadzornih del, najvišji nivo vodostaja reke Donave v okolici lokacije jedrske elektrarne ostaja pod 96,30 metrov nad Baltskim morjem, tudi v primeru ekstremnih poplav za največjim nivojem vodostaja, ki prihaja iz smeri Bratislave – voda ostaja v okviru nasipov – tudi če bi se vplivi plazenja ali vodne stene pokazali tako, da bi se zrušili. Tako je lahko prizadetost območja jedrske elektrarne le eventualna (na primer kot rezultat poplavnega nadzora nabrežja), dokler je voda pod nivojem 96,30 metrov nad Baltskim morjem.



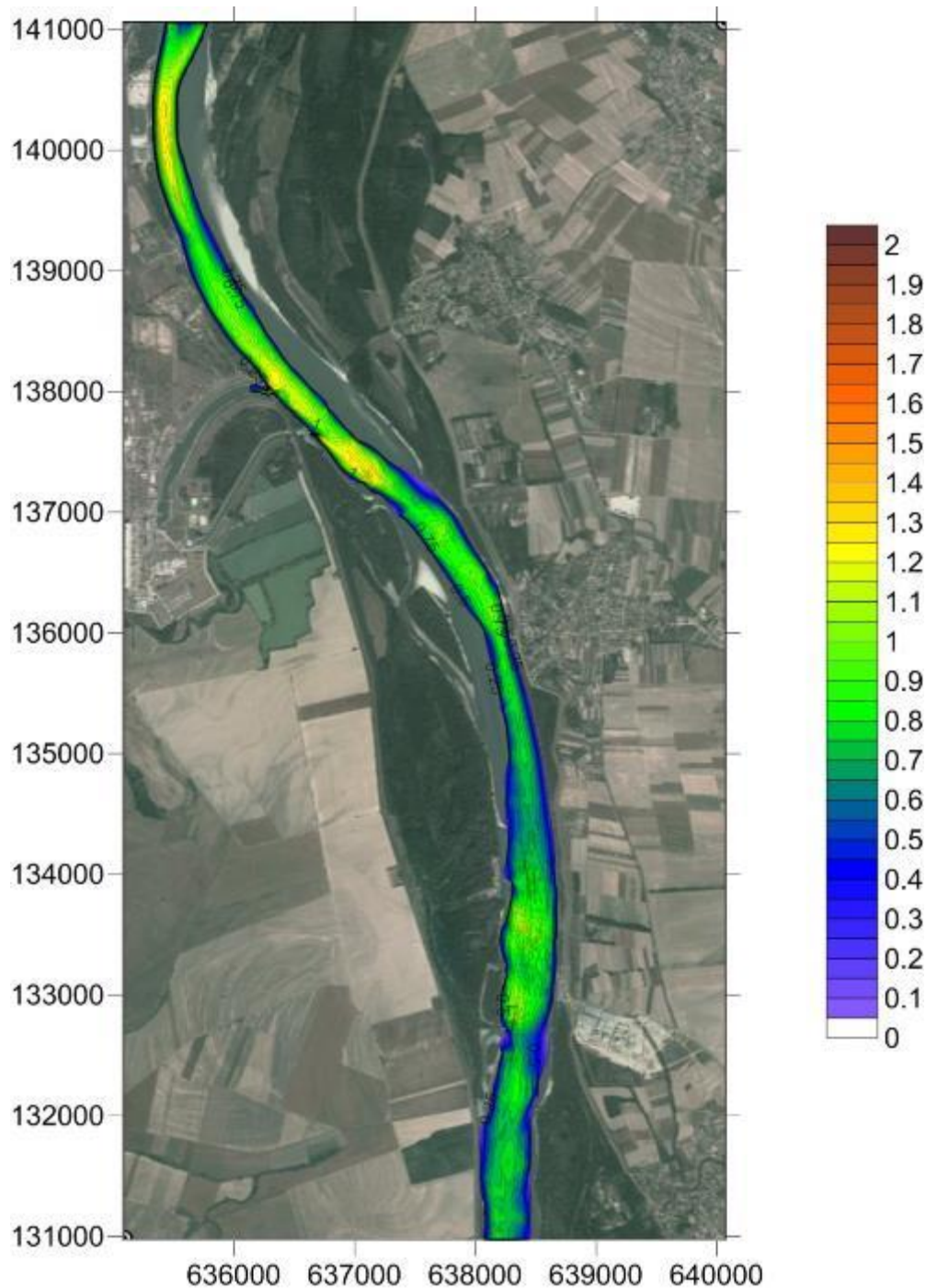
Slika 56: Statična poplavna slika, ko je Donava 96,30 metrov nad nivojem Baltskega morja

REZULTATI PRIMEROV MODELIRANJA TOKA 2D V EKSTREMNO NIZKEM VODNEM TOKU

Za namen ocene načrtovanja izjemno nizkega vodostaja zgornjih mejnih pogojev (stopnje izpusta) (na reki Donavi 1530 rečni km) je bila načrtovana stopnja izpusta v permanentni situaciji z obsegom pretoka $f Q=579 \text{ m}^3/\text{s}$, kar se lahko zgodi enkrat 20 000 letih).

Načrtovano standardno delovanje – jedrska elektrarna Paks

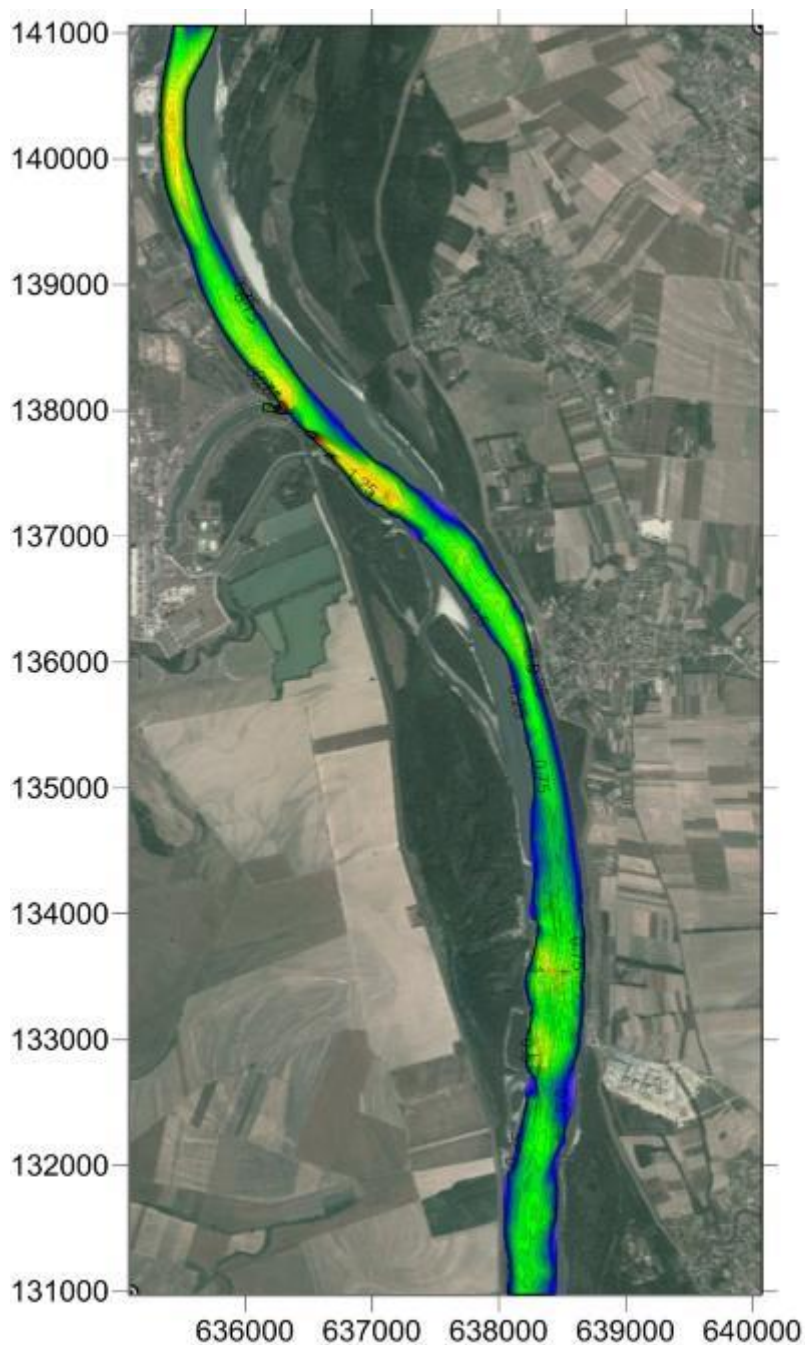
Vključno z ekstremnim, permanentnim zelo nizkim vodostajem in izpustnimi stopnjami na reki Donavi, kar se lahko zgodi vsakih 20 000 let, količina $Q_{\text{Donava}} = 579 \text{ m}^3/\text{s}$ in največ $100 \text{ m}^3/\text{s}$ izčrpane vode za hlajenje (preko obstoječega kanala za hladno vodo), ki se vrne preko naprave za razpršitev energije.



Slika 57: Distribucija absolutnih vrednosti hitrosti Donave na odseku 1519-1530 km [m/s] – samostojno delovanje elektrarna Paks, ekstremno nizka voda ($Q_{20\,000\text{ let}} = 579\text{ m}^3/\text{s}$, izpust vode $100\text{ m}^3/\text{s}$) – vključno s koordinatami EOV

Jedrska elektrarna Paks in Paks II simultano delovanje

Ta scenarij vključuje izjemno nizke stalne stopnje izpustov na reki Donavi, ki so verjetni samo enkrat v 20 000 letih za količino $Q_{\text{Donava}} = 579 \text{ m}^3/\text{s}$ in največ $232 \text{ m}^3/\text{s}$ črpanja vode za hlajenje (preko profila ustja Donave, ki bo zgrajen s širitvijo obstoječega kanala za hladno vodo). Voda se vrača delno preko obstoječega kanala za toplo vodo in naprave za razpršitev energije, na desni breg reke Donave z najvišjo stopnjo izpusta tople vode $100 \text{ m}^3/\text{s}$, delno pa preko rekuperacijske strukture, ki naj bi bila vzpostavljena 200 m navzgor ob strugi od te točke, prav tako na desnem bregu reke Donave, z maksimalno stopnjo izpusta tople vode $132 \text{ m}^3/\text{s}$.



Slika 58: Distribucija absolutnih vrednosti hitrosti Donave na odseku 1519-1530 km [m/s] – standardno delovanje, ekstremno nizka voda ($Q_{20\,000 \text{ let}} = 579 \text{ m}^3/\text{s}$, izpust vode $232 \text{ m}^3/\text{s}$) – elektrarna Paks in Paks II skupno delovanje, vključno s koordinatami EOV

12.2.2.2 Obsežna evalvacija 2D hidrodinamskih vplivov za primere ekstremno nizke in ekstremno visoke vode (1500 - 1530 rečni km reke Donave)

- V osnovnem položaju (trenutni položaj) poplavni val, ki se lahko pojavi enkrat v 20 000 letih, povzroči težave na obrežju levega brega reke Donave, ki ima približno 0,5 metra nižji nivo grebena. Glede na višino grebena na jezu ta vpliv ne more biti preprečen s hitro narejenimi nasipi za nujne primere.
- Ekstremne poplavne stopnje bodo pustile prečni profil jedrske elektrarne pod nivojem površja obstoječe in predlagane prihodnje lokacije (97 metrov nad nivojem Baltskega morja) tudi v primeru izjemnega povečanja višine obrežnih nasipov.
- Če je predvideno predrtje jezu na levem bregu, ki ga povzročijo naravni vzroki ali zaradi odločitve v nujni situaciji, bo vpliv tega ostal 20 cm na zgornjem robu ocenjenega odseka in bo v tem primeru poplavni val prešel nivo površja obstoječe in predlagane prihodnje lokacije jedrske elektrarne.
- Povečanje predvidenega črpanja vode za hlajenje – ki bo zagotovljeno, ko bo izveden projekt širitve – povzroči, da pade nivo vode na manj kot 12 cm v primeru nizkega vodostaja in manj kot 3 cm pri visoki vodi.
- Možnost zdrsa zemljine poveča nivo vodostaja navzgor ob kanalu za hladno vodo. Nizvodno se nivo vodostaja zaradi zdrsa zemljine zmanjša zaradi pospešenega gibanja vode v strugi.
- Vpliv povečanja in zmanjšanja nivoja vodostaja zaradi zdrsa zemljine, ki zoži glavni kanal (upoštevno navzgor ob rečnem koritu in nizvodno), je majhen v obeh primerih; pri visokem ali nizkem vodostaju. Vpliv povečanja nivoja vodostaja lahko doseže 5 in 3 centimetre pri nizkem ali visokem vodostaju.

12.2.3 OCENA PRIČAKOVANIH MORFODINAMSKIH VPLIVOV IZ PREDLAGANEGA RAZVOJA DONAVE

Trendi sprememb rečne morfologije na odseku Donave v Paksu pri srednjih vodostajih so v osnovi določeni z incidenti v prejšnjih nekaj desetletjih (večinoma porast industrijske stopnje, preučevanje reke na visokih in nizkih vodostajih, zavračanje količine prejetih količin rečnega korita). Tendenca zavračanja letnih nizkih in srednjih nivojev vode reke Donave mora biti sprejeta v prihodnje in s tem ločena od lokalnih vplivov na predlagani razvoj na morfološke spremembe reke.

12.2.3.1 Analiza lokalnih morfordinamskih vplivov

Spremembe rečne morfologije reke Donave, ki so pričakovane v fazah delovanja, so bile raziskane z aplikacijo dvodimenzionalnega 2D morfordinamičnega modela (Delft3D-Flow).

Na podlagi rezultatov, pridobljenih s simulacijo modela, lahko ugotovimo, da je ključni dejavnik za morfordinamične spremembe večletni novo izpustov v Donavo in poplavni valovi krajšega trajanja (nepermanentni procesi), kar pa vpliva le v rahlo povečanem obsegu.

Hidrološka obdobja (odvisno od celotnih količin padavin v lovilnem območju reke Donave):

- Obdobje s povprečnim pretokom rečnega bazena (1-5 let) – izpustna stopnja Donave: $Q = 2\,300\text{ m}^3/\text{s}$
- Hidrološko obdobje s povečano vlažnostjo (mokro obdobje) (1-5 let) – izpustna stopnja Donave: $Q = 3\,000\text{ m}^3/\text{s}$

12.2.3.2 Spremembe v glavnem toku Donave

Samostojno delovanje jedrske elektrarne Paks (2014-2025)

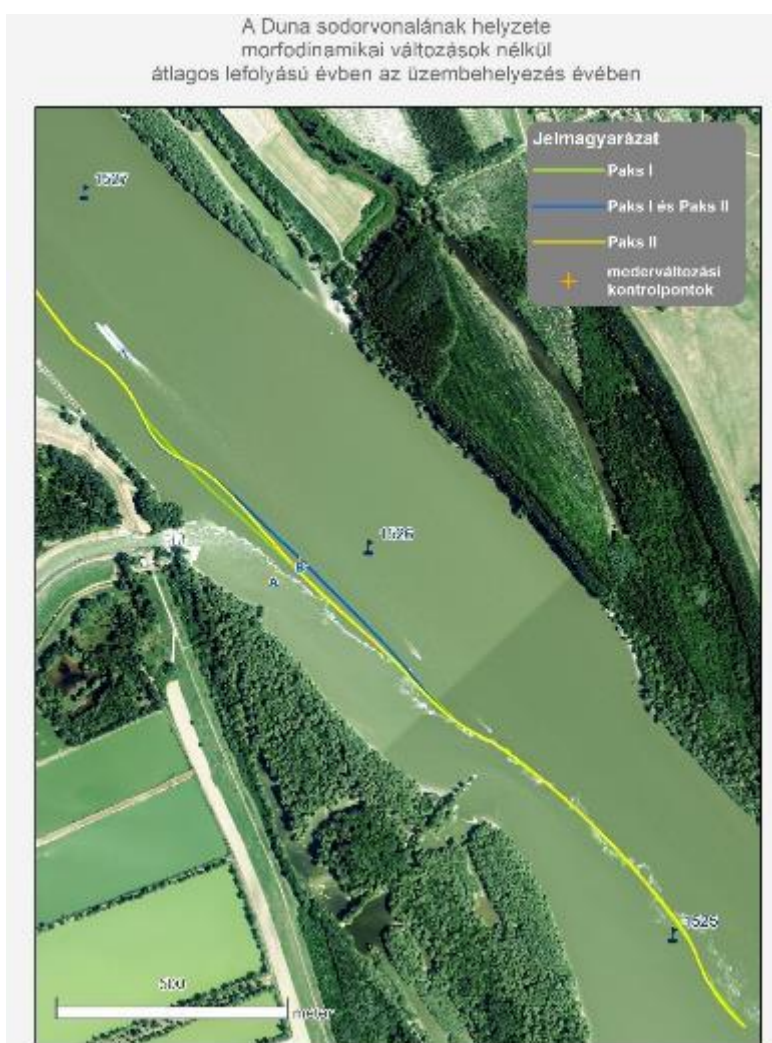
Položaj glavnega rečnega toka v soseščini lokacije, ki je lahko določena s trenutnimi pretočnimi pogoji na Donavi lahko najdemo na desnem bregu glavnega kanala Donave. Ta položaj je lahko spremenjen v manjšem obsegu kot funkcija sprememb pri nivoju izpustov v Donavo.

Simultano delovanje jedrskih elektrarn Paks in Paks II (2030-2032)

Glavna linija toka je usmerjena proti sredini Donave, največ 25 metrov v primerjavi s trenutnim stanjem, a je še vedno bliže desnemu bregu. Glavna linija toka se razlikuje ena od druge samo za približno 1000 metrov dolg pas v primeru povprečnih nivojev izpustov v Donavo nekaj zaporednih let ($2\,300\text{ m}^3/\text{s}$). Vplivno območje v okolici lokacije je tako 150 metrov širok pas, ki se razprostira vzdolž desnega brega reke Donave v dolžini približno 1 000 metrov, merjeno nizvodno ob reki Donavi.

Samostojno delovanje Paks II (2037-2085)

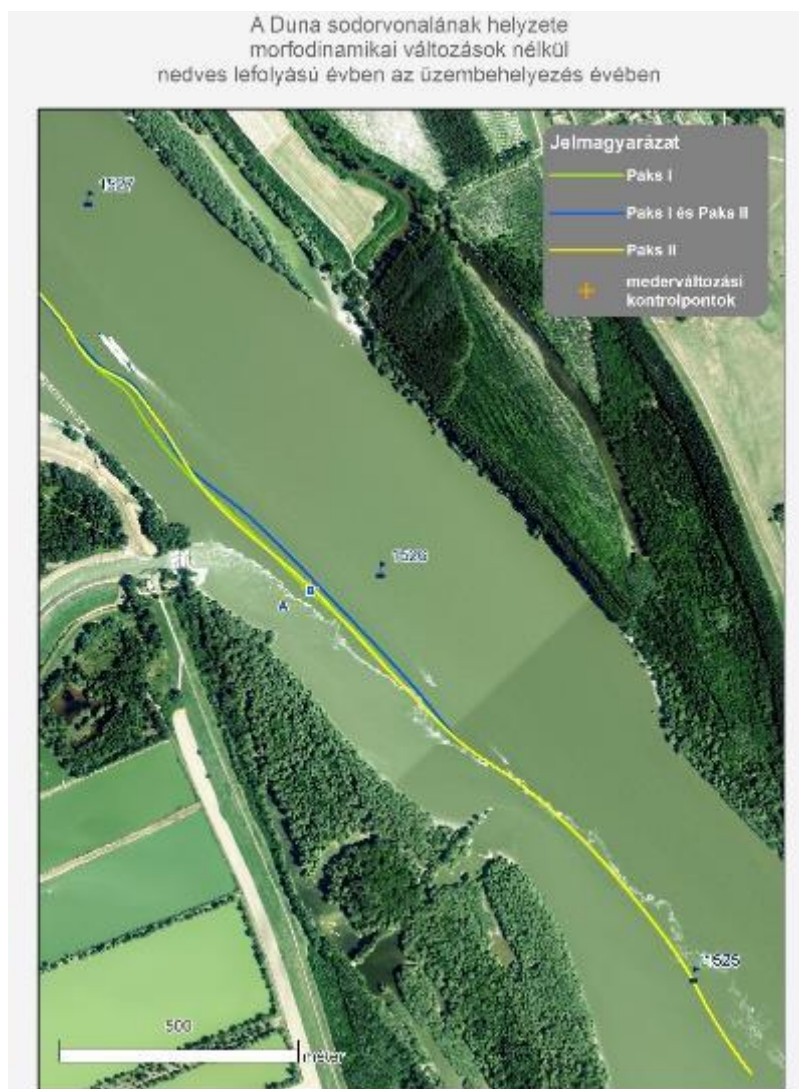
Glavna linija toka se razlikuje od trenutne glavne linije toka v dolžini 500 metrov, z največjim odklonom 25 metrov. Vplivno območje v okolici lokacije je tako 150 metrov širok pas, ki se razprostira vzdolž desnega brega reke Donave v dolžini približno 500 metrov, merjeno nizvodno ob reki Donavi.



Duna sodorvonalának helyzete morfordinamikai változások nélkül átlagos lefolyású évben az üzembehelyezés évében	Glavni tok Donave brez morfordinamskih sprememb v letu začetka, povprečno hidrološko leto
Jelmagyarázat	Legenda
Paks I és Paks II	Paks I in Paks II
Mederváltozási kontrolpontok	Točke slabih sprememb reke

Slika 59: Izračunani trendi v glavnem toku Donave pri izpustu $2\,300\text{ m}^3/\text{s}$ (povprečno hidrološko leto) v treh operativnih fazah: delovanje elektrarne Paks, skupno delovanje Paks in Paks II ter samostojno delovanje Paks

V mokrih hidroloških letih je letna povprečna stopnja izpustov v reko Donavo 3 000 m³/s (1,3 krat pomnoženo z večletno povprečno stopnjo izpustov). V tem primeru je longitudinalno vplivno območje tudi povečano za manjšo vrednost približno 10 % (1 100 m), medtem ko je širina, kjer se glavna linija toka prenaša proti osrednji liniji reke Donave premaknjena za približno 10 % (22 m).



Duna sodorvonalának helyzete morfordinamikai változások nélkül nedves lefolyású évben az üzembehelyezés évében	Glavni tok Donave brez morfordinamskih sprememb v letu začetka, mokro hidrološko leto
Jelmagyarázat	Legenda
Paks I és Paks II	Paks I in Paks II
Mederváltozási kontrolpontok	Točke slabih sprememb reke

Slika 60: Izračunani trendi v glavnem toku Donave pri izpustu 2 300 m³/s (mokra hidrološko leto) v treh operativnih fazah: delovanje elektrarne Paks, skupno delovanje Paks in Paks II ter samostojno delovanje Paks II

Spremembe v hitrosti toka, vključno z relokacijo glavne linije toka, so največje v začetnem obdobju spremenjenega režima delovanja. Sčasoma morfološke spremembe v rečnem koritu uravnovesijo anomalije toka in po približno 5 letih je dno kanala prilagojeno na spremenjene tokovne pogoje (posedanje in erozija), stopnja sprememb rečnega dna in dodatne spremembe morfologije reke so tako eliminirane.

12.2.3.3 Trendi lokalnih morfoloških sprememb v reki Donavi kot rezultat predloženega razvojnega projekta

Morfološke spremembe v reki, izračunane za petletno obdobje delovanja, so prikazane na spodnjih slikah. Na sliki je obarvana sprememba morfologije reke s transparentnim prekrivanjem s sliko, ki je bila narejena na podlagi zračnega posnetka 22. julija 2013. Stopnja izpusta, merjena v času nastanka posnetka, je bila (na vodni postaji Dombori) 22. julija 2013 približno $\sim 2000 \text{ m}^3/\text{s}$, toda kalkulacije so bile narejene za večletno povprečje stopnje izpusta $2300 \text{ m}^3/\text{s}$.

DELOVANJE ELEKTRARNE PAKS (2014-2025)

Stopnja izpusta na reki Donavi: $Q_{\text{Donava}} = 2300 \text{ m}^3/\text{s}$ (povprečje), črpanje vode za hlajenje: $Q = 100 \text{ m}^3/\text{s}$

Na naslednji sliki (Slika 61) lahko opazimo, da se meje morfoloških sprememb reke oblikujejo na podlagi vala tople vode, ki teče na severnem robu naprave za razpršitev energije in sledi vodi v reki Donavi vrtinčasto (se peni) s serijo vrtincev, ki izhajajo iz zaježitve (vidno kot majhno zobčanje), ki štrli v prostor toka in se vrtinči čez tokovni prostor.



Számított mederváltozás Paks I. üzemelésekor átlagos lefolyású évben öt éves üzemidő után	Izračunane morfološke spremembe na Donavi med delovanjem Paks I v povprečnem hidrološkem letu po petih letih delovanja
Jelmagyarázat	Legenda
Meter	Meter

Slika 61: Izračunane morfološke spremembe Donave po 5 letih delovanja ob izpustu $2300 \text{ m}^3/\text{s}$ (povprečno hidrološko leto) in $100 \text{ m}^3/\text{s}$ zaježja vode za hlajenje - med delovanjem elektrarne Paks (2014-2025)

Morfološke spremembe reke so izračunane za leto z večjo stopnjo padavin od povprečne vključno z lokalno erozijo maksimalne stopnje manj kot 40 cm in stopnjo padca siltacije na 80 cm.

NAČRTOVANO SKUPNO DELOVANJE JEDRSKE ELEKTRARNE PAKS IN PAKS II (2030-2032)

Stopnja izpusta na reki Donavi: $Q_{\text{Donava}} = 2\,300 \text{ m}^3/\text{s}$ (povprečje), črpanje vode za hlajenje: $Q = 100 \text{ m}^3/\text{s} + 132 \text{ m}^3/\text{s} = 232 \text{ m}^3/\text{s}$

Morfološke spremembe na reki so izračunane za petletno obdobje skupnega delovanja jedrske elektrarne Paks in Paks II in kažejo približno 10 centimetrov bolj intenzivno poglobitev območja obstoječega vala tople vode, ki obremenjuje reko Donavo v primerjavi z morfološkimi spremembami na reki, ki jih je povzročilo delovanje jedrske elektrarne Paks in približno 40 cm poglobitve lahko pričakujemo vzdolž 200 m odseka dna kanala pri porastu vala med predlagano novo lokacijo izpustov tople vode in obstoječo lokacijo. Najnižji nivo siltacije je pričakovan med valom in obalo. Lokalni vplivi bodo komajda občuteni na okolju profila reke Donave 1525+500 rečni km (prečni jez, nadzorna dela vzpostavljena na desni brežini reke Donave v območju toka).



Számított mederváltozás Paks I és Paks II együttes üzemelésekor átlagos lefolyású évben öt éves üzemidő után – Izračunane morfološke spremembe med skupnim delovanjem Paks in Paks II v povprečnem hidrološkem letu po petih letih delovanja

Jelmagyarázat – legenda
meter – meter

Slika 62: Izračunane morfološke spremembe Donave po 5 letih delovanja ob izpustu $2\,300 \text{ m}^3/\text{s}$ (povprečno hidrološko leto) in $100 \text{ m}^3/\text{s}$ zajetja vode za hlajenje (stanje v letih 2030-2032) - med skupnim delovanjem elektrarne Paks in Paks II (2030-2032)

SAMOSTOJNO DELOVANJE PAKS II IN NAČRTOVANO STANJE (2037-2085)

Stopnja izpusta na reki Donavi: $Q_{\text{Donava}} = 2\,300 \text{ m}^3/\text{s}$ (povprečje), črpanje vode za hlajenje: $Q = 132 \text{ m}^3/\text{s}$

Morfološke spremembe na reki so izračunane za petletno obdobje samostojnega delovanja jedrske elektrarne Paks II in kažejo približno 5 centimetrov bolj intenzivno poglobitev območja obstoječega vala tople vode, ki obremenjuje reko Donavo v primerjavi z morfološkimi spremembami na reki, ki jih je povzročilo delovanje jedrske elektrarne Paks in približno 10 cm poglobitve lahko pričakujemo vzdolž 200 m odseka dna kanala pri porastu vala med predlagano novo lokacijo izpustov tople vode in obstoječo lokacijo, ker bo manjši vpliv vala na zajezitev popolnoma odpravljen. Pričakovan je minimalni vpliv siltacije med valom in obrežjem. Lokalni vplivi na profile reke Donave nizvodno 1525 rečni km bodo zanemarljivi.



Számított mederváltozás Paks II üzemelésekor átlagos lefolyású éven öt éves üzemidő után	Izračunane morfološke spremembe med delovanjem Paks II v povprečnem hidrološkem letu po petih letih delovanja
Jelmagyarázat	Legenda
Meter	Meter

Slika 63: Izračunane morfološke spremembe Donave po 5 letih delovanja ob izpustu $2\,300 \text{ m}^3/\text{s}$ (povprečno hidrološko leto) in $100 \text{ m}^3/\text{s}$ zajetja vode za hlajenje (stanje v letih 2037-2085) - med samostojnim delovanjem elektrarne Paks II (2037-2085)

12.2.3.4 Povzetek rezultatov ocene sprememb lokalnega rečnega dna

Kot rezultat morfologije rečnega dna po petih (5) letih delovanja – približevanje konsolidaciji rečnega dna - lahko zaključimo naslednje:

- Ključni pospeševalec morfodinamičnih sprememb je to, da se večletna povprečna letna stopnja izpustov v reko Donavo, kar zadeva poplavne valove s kratkim trajanjem rahlo povečuje.
- V letih delovanja, ki so bila nekoliko bolj vlažna kot povprečna (3000 m³/s), je obseg sprememb rečnega dna nekoliko bolj intenziven v primerjavi s stopnjo sprememb na dnu kanala v večletnem povprečju nivoja izpustov reke Donave (2300 m³/s).
- Lokalna stopnja povečanja dna (siltacija) je bila največ 80 cm v vseh primerih, medtem ko je bil obseg lokalnega zmanjšanja dna kanala (poglabljanje, erozija) v vseh primerih največ 40 cm, z nepomembnim geografskim razširjanjem.
- Razlika med spremembami rečnega korita in načrtovanim stanjem v fazi samostojnega delovanja jedrske elektrarne Paks (2014-2025) in stanja samostojnega delovanja jedrske elektrarne Paks II (2037-2085) je zanemarljiva.
- Opazne razlike pri morfoloških spremembah rečnega dna lahko izkusimo pri načrtovanem stanju simultane delovanja obeh elektrarn, Paks in Paks II (2030-2032), primerjalno z upoštevanim stanjem in vsemi scenariji samostojnega delovanja. Vpliv se zmanjša po dveh letih, ker se postopno zmanjšuje delovanje enot jedrske elektrarne Paks glede na časovno razporeditev projekta širitve in se črpanje vode in stopnje izpustov zmanjšajo za 25 m³/s po zaprtju vsake enote do leta 2037, ko bo doseženo samostojno delovanje Paks II.

Načrtovane faze delovanja pri predlaganem razvoju (Paks II)	Določitev področij vpliva toka in morfodinamskih sprememb na Donavi v primerjavi s predlaganim osnovnim stanjem v primeru izvedbe predlaganega razvoja	
	Dolžina vplivnega območja nizvodno v glavnem toku reke Donave [Donava - rečni km], [m]	Širina vplivnega območja na desnem bregu Donave po prečnem profilu [m]
Elektrarna Paks in Paks II skupno delovanje (232 m ³ /s)	1525+500 - 1527+000 rečni km (1500 m)	največ 300 m
Paks II ob samostojnem delovanju (132 m ³ /s)	1526+000 - 1527+000 rečni km (1000 m)	največ 200 m

Tabela 36: Določitev vplivov morfodinamskih in tokovnih področij v primerjavi s trenutnim stanjem

12.2.4 IZPUST SEGRETE VODE ZA HLAJENJE V DONAVO

Tehnološki postopek segrevanja vode za predlagani novi enoti, ki bo izpuščena nazaj v reko Donavo na desnem bregu profila Donave na 1526+450 rečnem km na trenutni točki v smeri proti toku je preko nove vstopne točke, ki bo zgrajena približno 200 metrov severno od obstoječega kanala za toplo vodo s križanjem rekuperacijske strukture.

Časovni razpored delovanja jedrske elektrarne Paks in novih predlaganih razvojnih možnosti je strnjen v spodnji tabeli:

obdobje [leta]	Največji izpust vroče vode [m ³ /s]	Število delujočih enot [enote]	Leta načrta [leto]	Pričakovane najvišje letne temperature Donave [°C]
2014 (trenutno)	100	Elektrarna Paks 4 obstoječe enote	2014	25,61 [°C]
2014 – 2025	100	Elektrarna Paks 4 obstoječe enote		26,10 [°C]
2025 – 2030	166	Elektrarna Paks 4 obstoječe enote + 1 nova enota		
2030 – 2032	232	Elektrarna Paks 4 obstoječe enote + 2 novi enoti	2032	26,38 [°C]
2032 – 2034	207	Elektrarna Paks 3 obstoječe enote + 2 novi enoti		
2034 – 2036	182	Elektrarna Paks 2 obstoječe enote + 2 novi enoti		
2036 – 2037	157	Elektrarna Paks 1 obstoječa enota + 2 novi enoti		
2037 – 2085	132	2 novi enoti	2085	28,64 [°C]
2085 – 2090	66	1 nova enota		
2090	0	-		

Tabela 37: Trendi izpustov vroče vode (Q m³/s) v primeru, da bo predlagani razvojni projekt izveden, z najvišjo pričakovano letno temperaturo vode v Donavi (T_{Donava}, °C) na načrtovane datume delovanja

Ko je najvišja pričakovana temperatura napajalnih voda Donave, predvidena za načrtovane situacije izračunov toplotnega vala (2014, 2032 in 2085), je izsledek najbolj pesimističnega klimatskega modela (DMI-B2 PRODUCE: segrevanje Zemlje med letoma 2000 in 2100 bo 1,8 °C) ta, da je trajanje stopnje izpustov v reko Donavo pod 1500 m³ na dan, kar je približno en dan na leto.

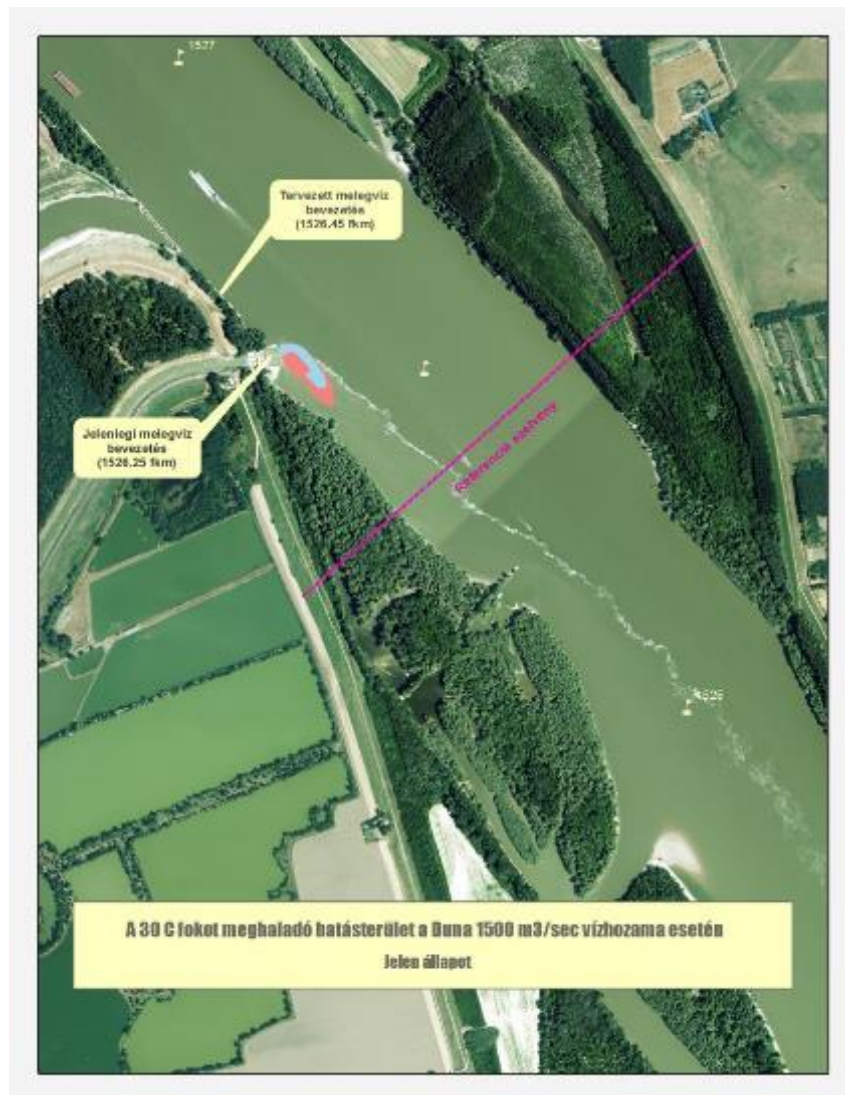
12.2.4.1 Določitev območja vpliva pri stopnji izpusta 1500 m³/s, ki bo prizadeto, če temperatura Donave preseže 30 °C

Vplivno območje, izračunano za načrtovane situacije za leta 2014, 2032 in 2085 za predvideni toplotni val, ki bi prizadel vodni prostor reke Donave, če se temperature vode dvigne na 30 °C, je predstavljeno na treh zaporednih spodnjih slikah.

DOLOČITEV VPLIVNEGA OBMOČJA ZA NAČRTOVANO STANJE LETA 2014, PRI IZPUSTNI STOPNJI REKE DONAVE 1500 M³/S

- Temperatura napajanja reke Donave (T_{Donava}) 25,61°C,
- Stopnja izpusta vode za hlajenje pri (q) 100 m³/s, izpust v reko Donavo na trenutni lokaciji,
- Temperature segrete vode za hlajenje:
 - (primer 1) $T_{\text{hot water}} = 33^{\circ}\text{C}$ in
 - (primer 2) izpust s stopnjo toplote 8°C ($T_{\text{hot water}} = T_{\text{Donava}} + 8^{\circ}\text{C} = 33,61^{\circ}\text{C}$).

Področje vodnega telesa, kjer je pričakovano, da bo temperatura vode v reki Donavi presegla 30 °C s trajanjem en dan na leto, izračunano za leto 2014, je prikazano na naslednji sliki (slika 64).



Opomba:

modro: izpust vroče vode 33 °C, rdeče: stopnja segrevanja 8 °C

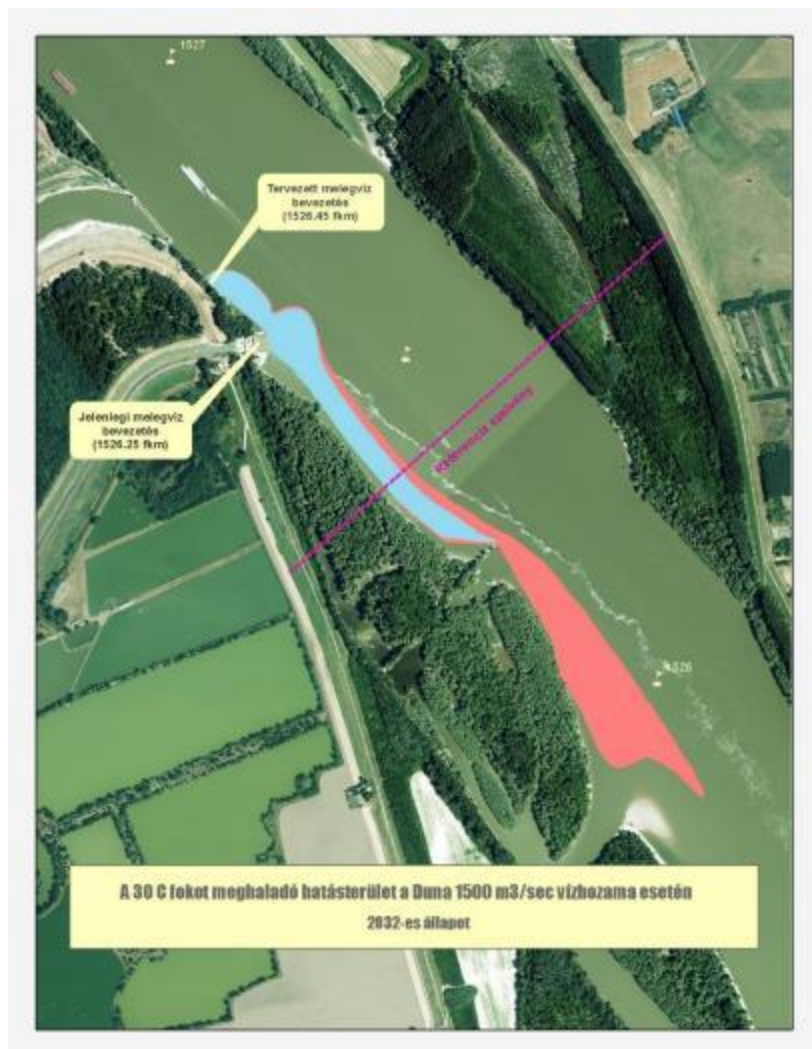
A 30 C fokot meghaladó hatásterület a Duna 1500 m³/sec vízhozama esetén - jelen állapot	Vvplivno območje temperaturnega vala nad 30°C v primeru izpusta 1500 m³/sec v reko Donavo - trenutno stanje
Tervezett melegvíz bevezetés (1526,45 fkm)	Nnačrtovan izpust vroče vode (1526,45 rečni km)
Jelenlegi melegvíz bevezetés (1526,25 fkm)	Trenutni izpust vroče vode (1526,25 rečni km)

Slika 64: Izračunano vplivno območje ob toplotnem valu nad 30 °C – načrtovano stanje za leto 2014 ($T_{Donava,max}=25,61$ °C, $Q_{Donava}= 1\,500$ m³/s, stopnja izpusta vroče vode: 100 ³/s)

DOLOČITEV VPLIVNEGA OBMOČJA ZA NAČRTOVANO STANJE LETA 2032, PRI IZPUSTNI STOPNJI REKE DONAVE 1500 M³/S

- $T_{Donava}=26,38^{\circ}\text{C}$,
- Zaradi skupnega delovanja jedrskih elektrarn Paks in Paks II $q_{current}=100$ m³/s je na trenutni izpustni točki izpust in $q_{2032}=132$ m³/s, ki teče v reko Donavo na izpustni točki, predlagani 200 metrov višje ob strugi navzgor od trenutne izpustne lokacije preko rekuperacijske strukture,
- Temperatura segrete vode za hlajenje:
 - (primer 1) $T_{hot\ water}=33^{\circ}\text{C}$ in
 - (primer 2) $T_{hot\ water}=34,38^{\circ}\text{C}$ (8°C stopnja toplote).

Področje vodnega telesa, kjer je pričakovano, da bo temperatura vode v reki Donavi preseгла 30 °C s trajanjem en dan na leto, izračunano za leto 2032, je prikazano na naslednji sliki.



Opomba:
modro: izpust vroče vode 33 °C, rdeče: stopnja segrevanja 8 °C

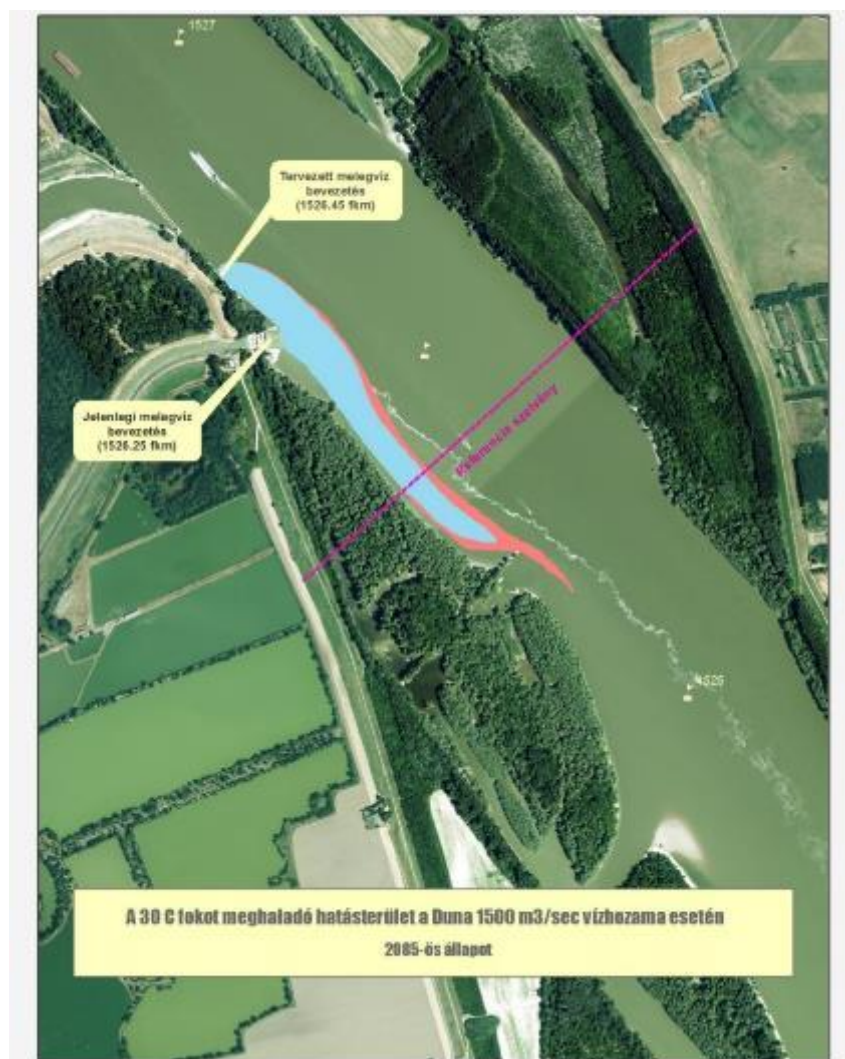
A 30 C fokot meghaladó hatásterület a Duna 1500 m ³ /sec vízhozama esetén - 2032-es állapot	Vplivno območje temperaturnega vala nad 30°C v primeru izpusta 1500 m ³ /sec v reko Donavo - stanje 2032
Tervezett melegvíz bevezetés (1526,45 fkm)	Načrtovan izpust vroče vode (1526,45 rečni km)
Jelenlegi melegvíz bevezetés (1526,25 fkm)	Trenutni izpust vroče vode (1526,25 rečni km)

Slika 65: Izračunano vplivno območje ob toplotnem valu nad 30 °C – načrtovano stanje za leto 2032 ($T_{Donava,max}=26,38$ °C, $Q_{Donava}= 1\,500\,m^3/s$, stopnja izpusta vroče vode: $100\,^3/s + 132\,m^3/s$) – Paks in Paks II v skupnem obratovanju

DOLOČITEV VPLIVNEGA OBMOČJA ZA NAČRTOVANO STANJE LETA 2085, PRI IZPUSTNI STOPNJI REKE DONAVE 1500 M³/S

- $T_{\text{Donava}} = 28,64^{\circ}\text{C}$,
- $q_{2032} = 132 \text{ m}^3/\text{s}$, ki teče v reko Donavo na izpustni točki, predlagani višje ob strugi navzgor od trenutne izpustne lokacije preko rekuperacijske strukture,
- Temperatura segrete vode za hlajenje:
(primer 1) $T_{\text{hot water}} = 33^{\circ}\text{C}$ in
(primer 2) $T_{\text{hot water}} = 36,64^{\circ}\text{C}$ (8°C stopnja toplote).

Področje vodnega telesa, kjer je pričakovano, da bo temperatura vode v reki Donavi preseгла 30°C s trajanjem en dan na leto, izračunano za leto 2085, je prikazano na naslednji sliki.



Opomba:
modro: izpust vroče vode 33°C , rdeče: stopnja segrevanja 8°C

A 30 C fokot meghaladó hatásterület a Duna 1500 m³/sec vízhozama esetén – 2085-ös állapot - vplivno območje temperaturnega vala nad 30°C v primeru izpusta 1500 m³/sec v reko Donavo – stanje 2085

Tervezett melegvíz bevezetés (1526,45 fkm) – načrtovan izpust vroče vode (1526,45 rečni km)
Jelenlegi melegvíz bevezetés (1526,25 fkm) – trenutni izpust vroče vode (1526,25 rečni km)

Slika 66: Izračunano vplivno območje ob toplotnem valu nad 30°C – načrtovano stanje za leto 2085 ($T_{\text{Donava,max}} = 28,64^{\circ}\text{C}$, $Q_{\text{Donava}} = 1500 \text{ m}^3/\text{s}$, stopnja izpusta vroče vode: $132 \text{ m}^3/\text{s}$) – Paks II v samostojnem obratovanju

Na podlagi niza zgornjih slik lahko ugotovimo, da je trenutno stanje na referenčnem profilu reke Donave v dolžini 500 metrov (Donava 1525,75 rečni km) najvišja temperatura vode reke Donave pod omejitvijo 30 °C. V načrtovanih letih 2032-2085 – ko bo načrtovana stopnja izpusta v reko Donavo 1 500 m³/s – lahko pričakujemo majhno odstopanja od omejitve 30 °C v referenčnem profilu, če bo temperatura izpusta tople vode 33 °C. Višja stopnja odvečne temperature se lahko oblikuje le s stopnjo razlike toplote 8 °C.

12.2.4.1.1 Trajanje in dolžina incidentov kršitve omejitve na 30 °C, pričakovane v referenčnem profilu +500 m

SKUPNO DELOVANJE JEDRSKE ELEKTRARNE PAKS + PAKS II (2032)

Naslednji povzetki različic izračunanih najvišjih temperatur vode v reki Donavi v načrtovani fazo in v nadzornem profilu (+500 m) ter trajanje kršitve omejitve temperature vode na 30 °C je izračunano po pesimističnem klimatskem modelu (DMI-B2 PRODUCE). Trajanje izpustov v reko Donavo pod 1500 m³ na dan je približno en dan na leto v primeru, da je temperatura zaledne vode v Donavi (26,38 °C), kar je vzeto kot osnova, zaradi varnosti pa so bile upoštevane tudi višje vrednosti in stopnje trajanja povezane z izpustom 2800 m³/s.

Obseg kršenja mejnih vrednosti, ki mora biti obravnavan z ustreznimi ukrepi	Načrtovano stanje (2014)		Načrtovano stanje (2085)	
	8 [°C] stopnja toplote	33 [°C] izpust vroče vode	8 [°C] stopnja toplote	33 [°C] izpust vroče vode
Najvišja pričakovana temperature vode v Donavi [°C]	25,61 [°C]		28,64 [°C]	
Izračunana najvišja temperature vode v Donavi [°C]	26,11 [°C]	26,36 [°C]	23,81 [°C]	25,23 [°C]
Izračunan čas preseganja, trajanje [dan]	0,2 [dan]	0,1 [dan/leto]	40 [dan/leto]	20 [dan/leto]

Tabela 38: Dolžina ali trajanje kršenja mejnih vrednosti (2032) - pri skupnem delovanju elektrarne Paks in Paks II

Samostojno obratovanje Paks II (2085)

Ko bo Paks II obratoval, bo v reko Donavo izpuščeno 132 m³/s vode za hlajenje preko rekuperacijske strukture. Čeprav bo obremenitev s toploto nižja kot v scenariju za leto 2032, se lahko mejna vrednost doseže 30 °C samo s transversalnim jezom nizvodno – v primeru, da je stopnja izpustov v reko Donavo pod 1500 m³/s s pričakovanim trajanjem en dan na leto – zaradi maksimalnega postopnega povečevanja temperature okolja v času, ko se bodo te spremembe začele kazati kot rezultat klimatskih sprememb; razen če bo najvišja dovoljena odvečna temperatura toplotnega vala na 500 m referenčnem profilu okrog 30 – 28,64 = 1,36 °C.

Naslednji povzetki različic izračunanih najvišjih temperatur vode v reki Donavi v načrtovanih fazah za kontrolni profil (+500 m) in trajanje kršitve vrednosti omejitve 30 °C so bili narejeni s pesimističnim modelom podatkov (DMI-B2 PRODUCE). Trajanje stopnje izpustov na reki Donavi pod 1500 m³ na dan je približno en dan na leto v primeru, da je kot osnova upoštevana zaledna temperatura vode v reki Donavi (28,64 °C), zaradi varnosti pa so bile upoštevane tudi višje vrednosti in stopnje trajanja povezane z izpustom 2800 m³/s.

Obseg kršenja mejnih vrednosti, ki mora biti obravnavan z ustreznimi ukrepi	Načrtovano stanje (2014)		Načrtovano stanje (2085.)	
	8 [°C] stopnja toplote	33 [°C] izpust vroče vode	8 [°C] stopnja toplote	33 [°C] izpust vroče vode
Najvišja pričakovana temperature vode v Donavi [°C]	25,61 [°C]		28,64 [°C]	
Izračunana najvišja temperature vode v Donavi [°C]	26,11 [°C]	26,36 [°C]	23,81 [°C]	25,23 [°C]
Izračunan čas preseganja, trajanje [dan]	0,2 [dan]	0,1 [dan/leto]	40 [dan/leto]	20 [dan/leto]

Tabela 39: Dolžina ali trajanje kršenja mejnih vrednosti (2085) – pri samostojnem delovanju elektrarne Paks II

Možnosti za izogibanje kršenja mejnih vrednosti:

- zmanjšanje obremenitve,
- zaprtje enote ali
- vzdrževanje enote.

Distribucija temperature v profilu reke Donave na južni državni meji (Donava 1433 rečni km), v primeru izpustne stopnje 1.500 m³/s.

Topla voda potuje približno ~93 km od kraja, kjer je izpuščena v reko Donavo (Donava 1526,25 rečni km) do južnega nacionalnega profila na državni meji (Donava 1433 rečni km) v koritu reke Donave povprečno 24 ur pri srednji izpustni stopnji vode (2300 m³/s). Pri nižjih stopnjah čas potovanja raste.

V oceni lahko vidimo, da se skupna pojavitvev stopenj izpustov in temperatur vode glede na klimatske spremembe, ki bodo nastale v prihodnosti na reki Donavi ne more pojaviti za več kot en dan na letu, ko eventualno prišlo do povečanja načrtovanih temperatur vode v reki Donavi, kot so bile upoštevane pri analiznih izračunih.

Največje temperaturne spremembe, ki so bile izračunane za južni profil državne meje za reko Donavo za načrtovana leta 2014, 2032 in 2085 v primeru izpusta tople vode s temperaturo 33 °C so povzete v spodnjih tabelah.

Vpliv izpusta tople vode s temperaturo 33 °C na profil reke Donave na južni državni meji

Obseg največje temperaturne spremembe na profilu Donave na južni državni meji (Donava 1433 rečni km) $T_{\text{Topla voda}} = 33 \text{ °C}$, $Q_{\text{Donava}} = 1500 \text{ m}^3/\text{s}$ $\Delta T_{\text{Max}} = T_{\text{Max}} - T_{\text{Hattér}} \text{ [°C]}$		
načrtovano stanje 2014	načrtovano stanje 2032	načrtovano stanje za leto 2085
$T_{\text{Max}} = 26,08 \text{ [°C]}$	$T_{\text{Max}} = 28,13 \text{ [°C]}$	$T_{\text{Max}} = 28,95 \text{ [°C]}$
$T_{\text{Ozadje}} = 25,61 \text{ [°C]}$	$T_{\text{Ozadje}} = 26,38 \text{ [°C]}$	$T_{\text{Ozadje}} = 28,64 \text{ [°C]}$
$\Delta T_{\text{Max}} = 0,47 \text{ [°C]}$	$\Delta T_{\text{Max}} = 1,75 \text{ [°C]}$	$\Delta T_{\text{Max}} = 0,31 \text{ [°C]}$

Tabela 40: Obseg največje temperaturne spremembe na profilu Donave na južni državni meji $T_{\text{Topla voda}} = 33 \text{ °C}$ (načrtovano stanje za leta 2014, 2032 in 2085)

Vpliv 8 °C stopnja toplote izpusta tople vode na profil reke Donave na južni državni meji

Obseg največje temperaturne spremembe na profilu Donave na južni državni meji (Donava 1433 rečni km) $\Delta T_{\text{stopnja toplote}} = 8 \text{ °C}$, $Q_{\text{Donava}} = 1500 \text{ m}^3/\text{s}$ $\Delta T_{\text{Max}} = T_{\text{Max}} - T_{\text{Ozadje}} \text{ [°C]}$		
načrtovano stanje 2014	načrtovano stanje 2032	načrtovano stanje za leto 2085
$T_{\text{Max}} = 26,40 \text{ [°C]}$	$T_{\text{Max}} = 28,24 \text{ [°C]}$	$T_{\text{Max}} = 29,55 \text{ [°C]}$
$T_{\text{Ozadje}} = 25,61 \text{ [°C]}$	$T_{\text{Ozadje}} = 26,38 \text{ [°C]}$	$T_{\text{Ozadje}} = 28,64 \text{ [°C]}$
$\Delta T_{\text{Max}} = 0,79 \text{ [°C]}$	$\Delta T_{\text{Max}} = 1,86 \text{ [°C]}$	$\Delta T_{\text{Max}} = 0,91 \text{ [°C]}$

Tabela 41: Obseg največje temperaturne spremembe na profilu Donave na južni državni meji $T_{\text{Heat gradient}} = 8 \text{ °C}$ (načrtovano stanje za leta 2014, 2032 in 2085)

12.2.5 IZPUST OBDELANE KOMUNALNE ODPADNE VODE V SERVISNEM OBDOBJU

Zmogljivost obstoječe čistilne naprave za odpadno vodo jedrske elektrarne, ki deluje na podlagi operativne licence za vodne pravice, ki jo je izdal pristojni inšpektorat, je 1870 m³ na dan, kar je dovolj za prejem in obdelavo največje možne obremenitve s komunalno odpadno vodo, ki bo nastala tudi v času izgradnje in delovanja novih enot.

Dodatna stopnja izpusta komunalne odpadne vode je v povprečju 67 m³ na dan, najvišji izpusti pa so bili v obdobju desetih (10) let 95 m³ na dan.

Ker je količina komunalne odpadne vode proizvedena predvsem na območju jedrske elektrarne Paks, kar je, ko elektrarna deluje, v povprečju 300 m³ na dan, je za to stopnja izpusta odpadne komunalne vode pričakovana, da ne bo presegla količine 400 m³ na dan v času obratovanja obeh jedrskih elektrarn Paks in Paks II, kar pomeni, da obstajajo rezervne zmogljivosti za prosto uporabo približno ~1 470 m³ na dan.

12.2.6 OCENA EKSTREMNIH NARAVNIH IN UMETNIH POGOJEV GLEDE IZPOSTAVLJENOSTI POPLAVAM OBMOČJA IN VARNOST PRIDOBIVANJA VODE ZA HLAJENJE

Taki primeri so bili modelirani zaradi vplivnih faktorjev izrednih dogodkov oziroma napak, ki lahko nastanejo zaradi naravnih ali umetnih pogojev v okolju reke Donave in ne kot vpliv predlaganega razvoja. Preučeni so bili naslednji primeri:

- ✓ Izpostavljenost poplavam na lokaciji zaradi vzpostavitve zapornice Čunovo in ekstremnih delnih zapiranj dna kanala reke Donave zaradi kritičnih pretočnih režimov na reki Donavi in kot posledica zaledenitve oziroma poplav zaradi taljenja ledu.
- ✓ Trendi varnega izčrpavanja vode za hlajenje v času zelo nizkega vodostaja reke Donave, sistem zapornic Čunovo izvaja neoperativne dejavnosti (zajezitev z zaporo in ustvarjanjem rezerv vode pri zelo nizkem vodostaju reke Donave), pri čemer se vpliv eventualnega ekstremnega rečnega zidu lahko poruši in ogrozi tudi vodostaj navzgor po strugi.

12.2.6.1 Ocena ekstremnih naravnih in umetnih pogojev glede izpostavljenosti poplavam območja

Obdobja zajezitve nad varnostnimi stopnjami, ki jih beleži jedrska elektrarna in so odločilne ($T_{overshoot}$) za lokacijo elektrarne v Paksu (profil Donave, 1526,5 rečni km) in ključne za objekte na tem območju v primeru izpostavljenosti zelo neugodnemu poplavnemu valu – ki je nadzorovan s protipoplavnimi deli na odseku reke Donave že nizvodno od Bratislave – so predstavljene v naslednji tabeli.

Ključni objekti za tveganje (na lokaciji elektrarne Paks in v okolici profila reke Donave, 1526,5 rečni km)	Načrtovani nivoji vode (Donava 1526,5 rečni km) [metrov nad nivojem Baltskega morja]	Trajanje izrednih razmer (najbolj neugodni v primeru poplavnega vala leta 1965) [dnevi]
Nivo obrežnega nasipa, ki obkroža elektrarno na desnem bregu	96,30 metrov nad nivojem Baltskega morja	0,0
Nivo obrežnega nasipa, ki obkroža elektrarno na levem bregu *	95,80* metrov nad nivojem Baltskega morja	16,0
Površinski nivo jedrske elektrarne	97,00 - 97,10 metrov nad nivojem Baltskega morja	0,0
KKÁTnivo tal vstopne hale	92,30 metrov nad nivojem Baltskega morja	68,5
Nivo tal transformatorske postaje ob južnem kanalu	93,30 metrov nad nivojem Baltskega morja	59,5
Nivo čistilne naprave za obdelavo odpadnih voda	94,00 metrov nad nivojem Baltskega morja	57,0
Nivo strukture rezervoarja za shranjevanje ostankov blata, vodnega kamna	97,00 metrov nad nivojem Baltskega morja	0,0
Stopnje nadzora poplav** (skladno z vodno postajo PA Zrt. na obrežju Donave, 1526,5 rečni km)		
Stopnja	91,50 metrov nad nivojem Baltskega morja	108,0
Stopnja	93,00 metrov nad nivojem Baltskega morja	61,0
Stopnja	94,00 metrov nad nivojem Baltskega morja	56,5
Načrtovani poplavni nivoji		
Najvišja stopnja vode brez ledu (LNV) 2013.06.11.	94,06 metrov nad nivojem Baltskega morja (8790 m³/s)	56,0
DfE 2010: odločba ministra št. 11/2010. (IV. 28.) KvVM o načrtovani poplavni stopnji rek, ki trenutno velja	94,14 metrov nad nivojem Baltskega morja (linearna interpolacija vrednosti v odločbi)	55,1

Komentarji k zgornji tabeli:

* Vir za elevacijske podatke v tabeli: nivo nasipov na obrežju je bil določen na lokaciji z uporabo merilne postaje RTK GPS.

** Naročilo nadzora stopnje pripravljenosti: Pripravljenost za nadzor poplav je naročena pri regionalno pristojnem direktoratu za varovanje okolja in upravljanje z vodami (KÖVIZIG) in zadeva nevarne situacije zaradi hidroloških pogojev (poplavni val) in obrambnih operacij, ki jih tudi organizira in upravlja. V primeru dveh ali več direktorotov za varovanje okolja in upravljanje z vodami, ki jih je prizadela pripravljenost na poplave stopnje III zaradi istega vodotoka, upravlja obrambne operacije nacionalni štab tehničnega direktorata (OMIT).

Tabela 42: Pričakovano trajanje nekaterih stopenj nadzora poplav, določenih za primer, da v okolici voda naraste nad poplavno stopnjo (96,30 m nad Baltskim morjem)

Vpliv dodatnega nizvodnega vala v primeru napake na zajezitvenem Čunovo v najmanj ugodnih in škodljivih pogojih, ko celotni obseg shranjevalnega rezervoarja skupaj z obvodnim kanalom ne zmanjša varnostne kontrole lokacije. Dodatni poplavni val presega pripravljenost nadzora proti poplavam stopnje I (91,50 mBf) za kratko obdobje, a ne vpliva na noben objekt na lokaciji in noben poseben ukrep ni potreben.

Odsek Donave, 1500-1530 rečni km, je bil ocenjen v dvodimenzionalnem modelu (2D) za ekstremne poplavne razmere (ki se lahko pojavijo vsakih 20 000 let). Delno zaprtje glavnega kanala kot vpliv zdrsra zemljine nizvodno vzdolž kanala za toplo vodo je bil obravnavan kot načrtovana situacija za leto 2032 z upoštevanjem ekstrakcije in vrnitve vode v reko Donavo.

Hidrodinamsko modeliranje vplivov načrtovanih težav, načrtov in izrednih dogodkov zahteva presojo na daljšem odseku reke Donave, zato je bil za ta namen uporabljen hidrodinamični 1D model.

VPLIV STRUKTUR URAVNAVANJA VODE NA STRANI V SMERI PROTI TOKU

Največji nivo izpusta v poplavnem valu leta 1965 je bil transformiran na nivoju 14 000 m³/s, ko je voda ostala znotraj nadzornih nasipov v primeru najslabšega scenarija. Nič manj kot 96,30 metrov nad nivojem Baltskega morja je enako nasipom nadzorne točke na desnem bregu reke Donave, ki je oblikovan na lokaciji jedrske elektrarne Paks kot rezultat ekstremno velike izpostavljenosti vodi.

OCENA VPLIVOV, KI IZVIRAJO IZ ZDRSOV STRMIH OBREŽIJ, KI SO JIH POVZROČILE MORFOLOŠKE SPREMEMBE NA REKI DONAVI

Zdrsi zemljine so bili raziskani z modelno situacijo na dveh lokacijah, eni navzgor ob strugi pri elektrarni Paks in druga pri kraju Dunaszekcső. Zdrsi zemljine lahko povzročijo velika zaprtja kanala, v obeh primerih so bili predvideni v približni dolžini 1 000 metrov, poplavni val, ki je lat 1926 transformiral 12 200 m³/s stopnjo pa je bil uporabljen za načrtovano stopnjo (ki se lahko pojavi enkrat vsakih 20 000 let). V obeh primerih lahko zaključimo, da vplivi zdrsov zemljine niso bili značilni, največje povečanje nivoja voda je bilo 5 cm v primeru zdrsa zemljine pri Paksu, kumulirana višina vode pa je bila povečana za 13 cm v primeru plazu pri kraju Dunaszekcső.

NAPOVED OBLIKOVANJA LEDENIH SOTESK IN OCENA VPLIVA NA VISOKO VODO Z UPORABO MODELA PRETOKA

Namen te ocene je bil določiti izpostavljenost območja jedrske elektrarne Paks v primeru visoke vode, ki jo povzroči led nizvodno od elektrarne v primeru, ki se ustvari v najmanj ugodni situaciji, ko je nivo vode povečan zaradi pretoka ledu, ledenih plošč in oblikovanja zaledenitve (kar se običajno zgodi v nizkem ali srednjem izpustu v zimski sezoni).

Ne glede na trenutne klimatske tendence je za osnovo in namen študije bilo vzeto oblikovanje ledu leta 1965 (vključno z ledenimi ploščami), dodatno z dviganjem ledenih formacij, ki so bile dolge približno 5 kilometrov, je bila oblikovana popolna prekritost z ledom, kljub temu da taka formacija na tem odseku reke Donave praktično ni mogoča-

Zaključimo lahko, da so stopnje poplavnih voda zaradi ledu najmanj ugodne v območju jedrske elektrarne Paks z nasipi na kontrolnih območjih obrežja (95,90 metrov nad nivojem Baltskega morja). Ugotovimo lahko tudi, da iz prejšnjih hidravličnih testov izhaja, da daljša pokritost z ledom nikoli ne traja več kot 2-3 dni, kar pomeni, da praktično tudi ni možen pojav ledenih pasov ali pa bi se ti takoj sesuli. V okolici jedrske elektrarne Paks tudi ni moč prepoznati možnosti poplav zaradi ledu.

Zadnji poplavni dogodek je bil leta 1956. Zaradi ledu je v okolju jedrske elektrarne Paks prepoznana zelo nizka stopnja možnosti klimatskih sprememb, delovanje zapornic pa to možnost še zmanjšuje, saj obstaja možnost uporabe ledolomilcev. Floto ledolomilcev trenutno vzpostavljajo in vzdržujejo organi za vzdrževanje voda (Nacionalni direktorat za upravljanje z vodami OVF in direktorat za upravljanje z vodami: VIZIG). Za Donavo je trenutno na voljo 9 ladij- ledolomilcev.

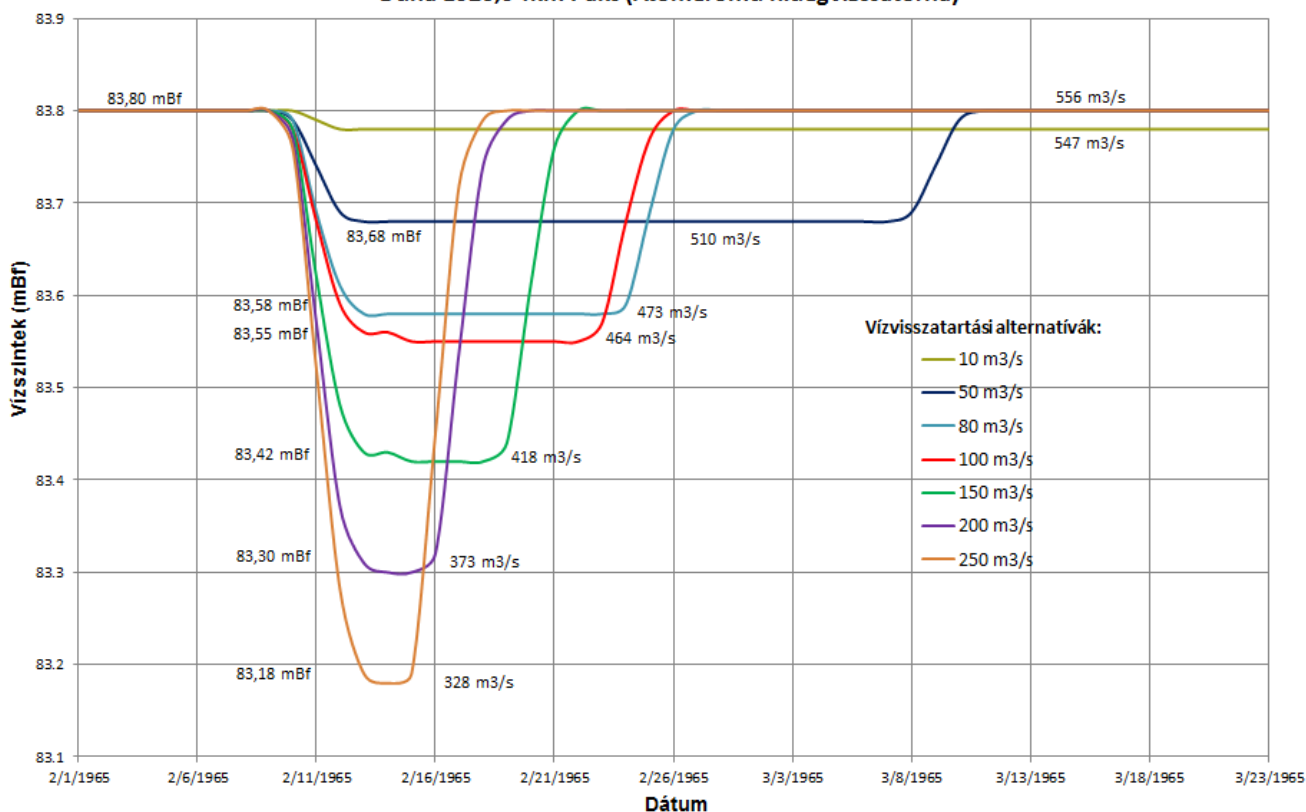
12.2.6.2 Vpliv ekstremnih naravnih in umetnih okoliščin črpanja vode za hlajenje v primerih nizke vode na Donavi

VPLIVI ŠKODE NA NENORMALNO DELOVANJE NA NADZORNO STRUKTURO, POSTAVLJENO NAVZGOR OB STRUGI

Valovi pogrezanja se formirajo nizvodno ob reki Donavi, če sistem zapornic Čunovo izpusti več vode, kot je potrebno za normalno delovanje pri izjemno nizkih stopnjah izpustov na reki Donavi. Valovi pogrezanja so bili izračunani na podlagi enodimenzionalnega (1D) modela toka, kar je prikazano na naslednji sliki.

Dunacsúnyi duzzasztómű hatása a Paksi Atomerőműnél

Duna 1526,5 fkm Paks (Atomerőmű hidegvízcsatorna)



Dunacsúnyi duzzasztómű hatása a Paksi Atomerőműnél	Vpliv ohranjanja vode z zaježitvenim sistemom Čunovo / Bősi pri jedrski elektrarni Paks
Duna 1526,5 fkm Paks (Atomerőmű hidegvíz csatorna)	Reka Donava na 1526,5 rečnem km Paks (Jedrska elektrarna - kanal za hladno vodo)
Vízszintek (mBf)	Nivoji vode
Vízvisszatartási alternatívák	Alternative za ohranjanje vode

Slika 67: Vpliv ohranjanja vode z zaježitvenim sistemom Čunovo / Bősi, ko je voda nizka, kar se zgodi vsakih 20 000 let glede na varnost črpanja vode za elektrarno Paks (Donava, 1526,5 rečni km)

Operativne in rezerve stopnje črpanja obstoječih izpustov vode so taki, kot sledi:

- ❖ Kritična stopnja izpustov vode za delovanje z vodo za hlajenje (kondenzatorske vodne črpalke): 83,60 metrov nad nivojem Baltskega morja, merjeno na vodni postaji na obrežju, 83,60 metrov nad nivojem Baltskega morja na profilu reke Donavi 1526,5 rečni km in 83,71 metrov nad nivojem Baltskega morja (na vodni postaji Paks na reki Donavi 1531,3 rečni km: 83,98 metrov nad nivojem Baltskega morja).
- ❖ Vodne stopnje, ki so kritične za delovanje črpanja vode, so lahko opazovane samo na sistemu pregrad Gabčíkovo, kjer ostaja presežek vode približno ~50 m³/s med permanentno nizkimi vodnimi izpusti reke Donave, ko je pretok 556 m³/s, kar se zgodi enkrat na vsakih 20 000 let.
- ❖ Kritična stopnja črpanja vode za delovanje črpalke za vodo za hlajenje: 83,50 metrov nad nivojem Baltskega morja, merjeno na vodni postaji na obrežju, 83,50 metrov nad nivojem Baltskega morja na profilu reke Donave 1526,5 rečni km in 83,61 metrov nad nivojem Baltskega morja (na vodni postaji Paks na reki Donavi 1531,3 rečni km: 83,88 metrov nad nivojem Baltskega morja).
- ❖ Vodne stopnje, ki so kritične za delovanje črpanja vode (v nujnih primerih), so lahko opazovane samo na sistemu pregrad Gabčíkovo, kjer ostaja presežek vode približno ~70 m³/s med permanentno nizkimi vodnimi izpusti reke Donave, ko je pretok 556 m³/s, kar se zgodi enkrat na vsakih 20 000 let.

VPLIVI NA STANJE, SKLADNO S POSLEDICAMI NASTANKA LEDENIH ZAMAŠKOV IN LEDENIH PLOŠČ

Namen te ocene je določiti izpostavljenost območja jedrske elektrarne v primeru visoke vode, ki je posledica oblikovanja kontinuirane prekritosti z ledom po strugi navzgor od naprave za črpanje vode za jedrsko elektrarno, da bi določili varnost dobave vode za hlajenje.

Ledeni zamašek je najbolj ekstremna varianta trdnega ledu, ki zapre celotni prečni profil vodnega toka. V takih primerih (vsaj v principu) je eliminiran pretok za določen čas, dokler je nivo pretoka na točki nič. Tako stanje se uravnava do stopnje, ko je voda zajezena in ledeni zamašek doseže nasip in voda prelije trdno ledeno ploskev. Po tej točki se izpust vode nizvodno postopno povečuje, dokler ne doseže začetne stopnje izpusta oziroma pretoka.

Trenutni modeli kalkulacij so bili izvedeni za dve različni višini ledenega zamaška. Prav je, da višina sega do 15,34 m (nivo nasipa 93,0 metrov nad nivojem Baltskega morja) zamašek pa popolnoma zapira glavni kanal od najnižje točke do konca obrežja glavnega kanala. V drugem primeru je bila izbrana manjša velikost ledenega zamaška, ki pa je še vedno visok 10,34 m (88,0 metrov nad nivojem Baltskega morja).

Obe kalkulaciji sta bili izvedeni za izjemno nizke pretočne stopnje, povezane z višino vode 84,24 metrov nad nivojem Baltskega morja, kar naj bi se lahko zgodilo enkrat vsakih 20 000 let: 544 m³/s (Donava 1580,6 rečni km, vodna postaja Dunaújváros). Po ekstremno nizkem vodostaju reke Donave leta 1983 je VITUKI izvedel kalkulacije za kritično nizke vodostaje leta 1985 (VITUKI, 1985) v smeri navzgor ob rečnem koritu do izliva kanala za hladno vodo v reko Donavo s predvidevanjem, da se na reki Donavi pojavi trdni led.

Iz varnostnih razlogov v oceni niso bili upoštevani povečani učinki pretoka iz podzemnih voda proti reki Donavi. Tudi zaradi varnosti so vsa možna zmanjšanja vplivov zaradi trdnega ledu, upoštevana že pri izdelavi primernih ukrepov (ledolomilci, razstreljevanje ledu), v tem delu brez veljave.

Če pogledamo trajanje vsakega nivoja vodostaja, lahko opazujemo resne spremembe in vplivi valov depresije, ki jih sprožita dva ledena zamaška z upoštevni različnimi nasipnimi stopnjami. V primeru zamaška z nivojem nasipa 93,0 metrov nad nivojem Baltskega morja moramo za kalkulacijo upoštevati $\Delta t = 60$ ur. V primeru zamaška z nivojem nasipa samo 88,0 metrov nad nivojem Baltskega morja pa moramo za kalkulacijo upoštevati $\Delta t = 40$ ur.

Samo ledeni zamašek, ki se ustvari neposredno v smeri proti toku ob kanalu za hladno vodo, lahko povzroči resne težave pri oskrbi jedrske elektrarne z vodo za hlajenje, posebej pri zelo nizkih hidroloških pogojih reke Donave. Vendar pa je tak dogodek lahko pripravljen z gotovostjo, saj mora biti vsaj 10 ali 15 zelo mrzlih dni med začetkom in formiranjem kontinuirane prekritosti z ledom (povprečna dnevna temperatura mora biti manj kot -10 °C). Če se pojavi taka situacija tako zelo nizkega pretoka vode, se to zgodi enkrat v 20.000 letih (pretok 544 m³/s), pred tem pa mora biti kar nekaj mesecev praktično brez padavin.

Flota ledolomilcev zagotavlja pomoč pri boju z ledom na celotnem odseku reke Donave na Madžarskem. Če bi se zgoraj navedeni pogoji pojavili, bi bilo formiranje tako velikih in trdnih količin ledu preprečeno z ledolomilci.

Omeniti je treba, da dokončanje sistema zapornic Čunovo in elektrarne Gabčíkovo, formiranje ledu na zgornjem delu Donave na Madžarskem praktično več ne bo mogoče. Kakršnokoli formiranje ledu v Avstriji oziroma na Slovaškem bo ujeto v rezervoarju Hrušovo, kar pomeni, da bo čista in voda brez ledenih formacij tekla nizvodno od hidroelektrarne oziroma sistema zapornic. Led se tako lahko začne ponovno tvoriti šele nizvodno od elektrarne, a le po koncu izjemno dolgega obdobja, ki bi lahko vplivalo na oblikovanje ledu in ledenih zamaškov, vendar pa doslej ne obstajajo podatki oziroma ni bilo izkušeno, kako dolgo mora biti to obdobje.

V primeru začasne prekinitev oziroma nezmožnosti dobave dovolj vode za hlajenje, ko je vodostaj reke Donave 83,60 metrov nad nivojem Baltskega morja in 83,50 metrov nad nivojem Baltskega morja, nivo vode več ne more biti zagotovljen do vodnih črpalk in rezervnih črpalk, kar pomeni tudi, da je vodostaj reke Donave zelo nizko ob dnu kanala za hladno vodo, kar pomeni, da je le 81 do 81,5 metrov nad nivojem Baltskega morja, takrat je na voljo vodno območje za namene varnostnega hlajenja, ki se jo da zagotoviti z namestitvijo filtrirnih izvirov na reki Donavi in na vodnem telesu reke Donave. Zmogljivost zagotavljanja vodne baze iz filtrirnih izvirov na obrežju se posledično ne zmanjša preveč v taki ekstremni situaciji, ko prevladujejo izjemno nizki vodostaji za obdobje 3-4 dni, saj je v takih primerih okrepljeno črpanje podzemnih voda kot rezervna struktura. To je namreč precej počasnejši proces, na katerega vplivajo tudi drugi dejavniki, ne le reka Donava.

EVALVACIJA VPLIVA ZRUŠENJA VODNE STENE IN MOREBITNIH ZDRSOV ALI PLAZOV

Modelna simulacija je ocenila posledice zdrsov zemljine na eni lokaciji, čeprav je dejstvo, da bi se kaj takega lahko zgodilo, praktično možno popolnoma izključiti; predvideno je bilo, da bi se to lahko zgodilo navzgor ob strugi jedrske elektrarne oziroma nad mestom črpanja vode za elektrarno Paks. Predvidena je bila velika količina plazenja, ki bi povzročilo zasipanje rečnega korita Donave v dolžini približno tisoč metrov, simulacija stanja na reki Donavi pa je bila taka, da spada v pogoje načrtovanega stanja (zelo nizek nivo pretoka, ki se lahko pojavi enkrat v 20.000 letih na vodni postaji Dombori, 1506,8 rečni km reke Donave), kar ustreza zelo nizki stopnji pretoka 579 m³/s. Ugotovimo lahko, da so bili vplivi predvidenega plazenja praktično nepomembni, nivo vode se je nizvodno povečal za en centimeter, nivo vode navzgor po strugi pa za približno 30 cm, kar pravzaprav ustreza originalnemu stanju površine vode petnajst kilometrov po strugi navzgor.

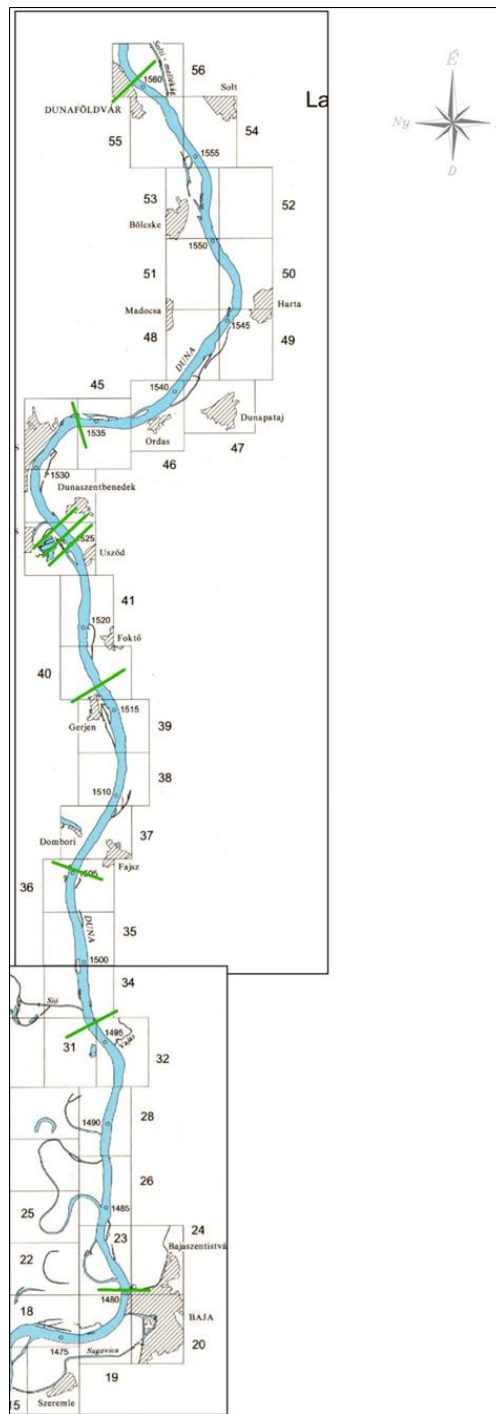
Tako vpliv zrušenja vodne stene na reki Donava nima vpliva na ekstremni nivo, zdrsi rečnih bregov zanemarljivo vplivajo na varnost oskrbe z vodo za hlajenje, saj bregovi niso tako zelo strmi in se posledično določena količina nabira v Donavi, od koder e postopoma odstranjuje z rečnim tokom.

12.3 PRIČAKOVANI VPLIVI OPUSTITVE PAKS II NA DONAVO

Vplivi, ki jih pričakujemo, ko bo jedrska elektrarna Paks II opuščena, se načeloma skladajo z vplivi vzpostavitve in delovanja. Bolj podrobne analize pa bodo narejene, ko se bo začel postopek razgradnje oziroma demontaže (skladno s predlaganim časovnim načrtom).

13 OCENA KAKOVOSTI VODE V DONAVI IN DRUGIH POVRŠINSKIH VOD SKLADNO Z OKVIRNO DIREKTIVO ZA VODE

V okviru študije vplivov na okolje za vzpostavitev in delovanje Paks II je bilo v letih 2012 in 2013 izvedenih več testov z v skladu z okvirno direktivo za vode (WFD) na odsekih profila reke Donave od 1560,6 rečnega km do 1481,5 rečnega km, in na več vodnih telesih, neposredno ali posredno povezanih z Donavo.



Slika 68: Splošni zemljevid območja testiranja fizično-kemijskih profilov Donave v letih 2012 in 2013

Namen študije je preučitev vpliva na okolje med gradnjo, delovanjem in razgradnjo projekta Paks II. in specifikacija aspektov skladno z okvirno direktivo za vode.

Skladno s temi osnovnimi zahtevami je bil načrt študije razvit tako, da je bilo upoštevano in usklajeno naslednje:

- (1) vsebina vladne odločbe št. 314/2005. (XII.25.) o presoji vpliva na okolje in integrirani postopek licenciranja za izdajanje dovoljenj za uporabo okolja,
- (2) niz meril, navedenih v okvirni direktivi za vode št. 2000/60/EK, domačega nacionalnega načrta upravljanja voda in priporočila za opazovanje, vključena v oba dokumenta,

- (3) pravila, določena z uredbo pristojnega ministra št. 31/2004 (XII. 30.) KvVM Ministrstva za okolje, ki določajo pravila za opazovanje in ocenjevanje stanja površinskih voda,
- (4) ugotovitve prejšnjih raziskav, opravljenih na območju,
- (5) uradno mnenje DdKTVF z referenčno št. 8588-32/2012 oblikovano med EKD in nenazadnje
- (6) teoretična in praktična mnenja za opazovanje ocenjenih bioloških elementov.

13.1 TEMELJNE RAZISKAVE

V okviru ocene reke Donave so bili leta 2012 in 2013 analizirani naslednji fizični in kemični elementi.

element	Merska enota	Kakovostna skupina vode po WFD
pH		kislost
Prevodnost	µS/cm	slanost
Raztopljeni kisik	mg/l	pogoji oksigenacije
Nasičenost s kisikom	%	pogoji oksigenacije
BOI ₅	mg/l	pogoji oksigenacije
KOI _k	mg/l	pogoji oksigenacije
Amonijak-N (NH ₄ ⁺ -N)	mg/l	hranilni pogoji
Nitrit-N (NO ₂ ⁻ -N)	mg/l	hranilni pogoji
Nitrat-N (NO ₃ ⁻ -N)	mg/l	hranilni pogoji
Skupaj dušik	mg/l	hranilni pogoji
Orto-fosfat (PO ₄ -P)	µg/l	hranilni pogoji
Skupaj fosfor	µg/l	hranilni pogoji
Cd	µg/l	kovine
Hg	µg/l	kovine
Ni	µg/l	kovine
Pb	µg/l	kovine
As	µg/l	posebni onesnaževalci (nevarni kemijski elementi)
Zn	µg/l	posebni onesnaževalci (nevarni kemijski elementi)
Cr	µg/l	posebni onesnaževalci (nevarni kemijski elementi)
Cu	µg/l	posebni onesnaževalci (nevarni kemijski elementi)
TPH	µg/l	
Temperatura vode	°C	
Skupaj suspendirane snovi	mg/l	
Skupna alkalnost	mmol/l	
Nitrat (NO ₃ ⁻)	mg/l	
Nitrit (NO ₂ ⁻)	mg/l	
Orto-fosfat	µg/l	
Amonijak (NH ₄ ⁺)	mg/l	
Skupaj cianid	mg/l	

Tabela 43: Seznam fizičnih in kemijskih elementov, ki veljajo za Donavo, vključno s skupinami kakovosti vode WFD

V primeru elementov na seznamu smo določili VKU kakovostno skupino za vsak element. V prejšnjih študijah razvrstitev ni bila narejena samo skladno z WFD, zato so v analizo vključeni elementi, ki po direktivi niso bili razvrščeni v nobeno skupino kakovosti vode.

Vsi biološki elementi, vključeni v okvirno direktivo za vode (2000/60/EK) in v odločbo ministrstva za okolje št. 31/2004 (XII. 30.) KvVM, ki navajata določena pravila za opazovanje in ocenjevanje stanja površinskih voda, in vse skupine bio-

loških organizmov – fitoplankton (FP); fitobenton (FB); makrofiti (MF); makroskopski vodni nevretenčarji (MZB); ribe, so bili testirani.

Glede fizičnih in kemijskih parametrov profila Donave, so podatki za odseke, kjer so v okviru programa (PR) izvedli raziskave leta 2012 in 2013 in pri čemer so upoštevani tudi rezultati kakovosti vode osrednjega omrežja (VmTH), navedeni v naslednji tabeli.

Št.	Ime odseka	Donava rečni km	Številka profila	Leto	PR_št. raziskave	Opomba
1	Dunaföldvár (cestni most)*	1560,6	0	2013	2	<i>Oddaljeni profil Donave navzgor ob toku PR+VmTH raziskave.</i>
2	Paks (trajekt)	1534,0	1	2012	12	<i>Bližnji profil Donave navzgor ob toku PR testi.</i>
3	Paks kanal za toplo vodo	1526,0	2	2012	12	<i>Neposredni vplivi na nizvodni profil. PR testi.</i>
4	Nagysarkantyú	1525,3	3	2012	12	<i>Neposredni vplivi na nizvodni profil. PR testi.</i>
5	Uszód	1524,7	4	2012	12	<i>Neposredni vplivi na nizvodni profil. PR testi.</i>
6	Gerjen-Foktő	1516,0	5	2012	12	<i>Neposredni vplivi na nizvodni profil. PR testi.</i>
7	Fadd-Dombori*	1506,8	6	2013	6	<i>Oddaljeni nizvodni profil. PR+VmTH testi</i>
8	Sió-Jug (Gemenc)	1496,0	7	2013	6	<i>Oddaljeni nizvodni profil. PR testi</i>
9	Baja (cestni most)	1481,5	8	2013	2	<i>Oddaljeni nizvodni profil. PR testi</i>

Tabela 44: Testni profili Donave in druge značilnosti

Glede bioloških elementov je bilo območje testiranja omejeno na devet profilov Donave od 1560,6 do 1481,5 rečnega km, en profil ob toku navzgor (Dunaföldvár, Paks trajekt), eden bližnji nizvodni (kanal za toplo vodo, Nagysarkantyú, Uszód), srednje oddaljeni (Gerjen, Dombori) in oddaljeni nizvodni profili (Sió-jug, Gemenc).

Število mest vzorčenja so v vsakem profilu bila tri (levi breg, sredina toka, levi breg) za fitoplankton in dve za druge skupine organizmov (desni breg, levi breg). Raziskovan odsek profila reke Donave spada v vodno telo, ki se imenuje Donava med Szobom in Bajo, z oznako HURWAEP444. Poleg tega ta del Donave spada v področje NATURA 2000 SCI, prepoznano pod HUDD20023 Tolnai Duna. Poleg Donave je bil raziskan tudi mrtvi kanal Donave Fadd (HULWAIH066) v dveh odsekih, ribniki Paks in jezero Kondor (vodno telo HULWAIH005) vsako v enem profilu, profil Donave Tolnai (HULWAIH136) v dveh profilih in kanal Sió (HURWAEP959) v enem profilu.

Datumi vzorčenja so bili leta 2012, dodatno kot razširitev področja ob osrednje oddaljenih in oddaljenih nizvodnih odsekih Donave, na profilu Donave Tolnai in na kanalu Sió smo tudi opravili vzorčenje. Vzorčenje je v primeru vsake skupine organizmov opravljeno po priporočilih WFD in kvantitativno za vse vrste organizmov. V primeru tipa vodnega organizma brez potrjene metodologije za ocenjevanje, smo uporabljali posebno ocenjevanje po WFD. Take metode vključujejo klasifikacijo jezer glede makrozoobentona v obsegu družin na podlagi sistema, ki je splošno prepoznan in ima mednarodne reference, klasifikacija jezer v primeru rib pa temelji na metodi, ki vključuje načrt upravljanja rečnega bazena (Halasi-Kovács et al 2009).

13.1.1 EVALVACIJA PODATKOV NACIONALNEGA ARHIVA O PREUČEVANEM ODSEKU DONAVE

13.1.1.1 Fizično-kemijski dejavniki

Preučevani odsek Donave je 34 km severno od lokacije jedrske elektrarne Paks – glede na Donavo na sever, kar je odsek navzgor ob toku, na jugu se razširi na 45 km, kar je nizvodni odsek. Dva ključna omrežna profila spadata v ta odsek, to sta postaji Dunaföldvár in Fajsz. S pomočjo obdelave arhivskih kemijskih podatkov za vodo za obdobje 2007-2011 (Fajsz-2012) je bilo okarakterizirano in končano v skladu z zahtevami WFD.

Obdelava rezultatov testov s pomočjo metode linearnega testiranja zagotavlja podlago za analizo kronoloških sprememb kemičnih elementov v vodi, pričakovanih zaradi dviga temperature vode v Donavi.

Naslednje skupine komponent so bile ocenjene kot del raziskave o spremembah zaradi povečane temperature vode..

Kislost: pH

Slanost: prevodnost

Pogoji oksigenacije: raztopljeni kisik, nasičenost s kisikom BOI_5 , KOI_k , amonijak-N ($\text{NH}_4^{+}\text{-N}$), nitrit-N ($\text{NO}_2\text{-N}$)

Hranilni pogoji: nitrat-N ($\text{NO}_3\text{-N}$), skupaj dušik, skupaj fosfor, orto-fosfat ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$),

Kovine: Cd, Hg, Ni, Pb

Posebni onesnaževalci (nevarni kemijski elementi): Zn, Cu, Cr, As

OCENJEVANJE ODSEKA DONAVE DUNAFÖLDVÁR-FAJSZ NA PODLAGI ARHIVSKIH PODATKOV V SKLADU Z ZAHTEVAMI WFD

Klasifikacijo preučenegega odseka Donave (1560,6-1507,6 rečni km) smo opravili na podlagi povprečnih podatkov za obdobje 2007-2011, v primeru Fajsz za testiranja do leta 2012 na podlagi mejnih vrednosti, specifičnih v tabeli 12.1.3.1, podatki so bili razvrščeni skladno z WFD, vsebujejo število izvedenih študij in povprečnih rezultatov, ki so strnjeni v tabeli 12.2.1 1.

Za vrednotenje arhivskih podatkov je bila klasifikacija v zvezi s fizično-kemijskimi elementi, izdelane leta 2007 za vodno telo označeno z HURWAEP444 odsek Donave med Szobom in Bajo (tip 24) nacionalnega statusa ocen za vodna telesa skladno s sistemom mejnih vrednosti WFD, ki je naveden v dodatkih VGT-k 5_1 (tabela 12.2.1 2) je v tej tabeli kot informacij vključena tudi klasifikacija vodnega telesa HURWAEP445 Donave za odsek Baja-Hercegszántó.

- **Kislost** smo na podlagi povprečne vrednosti podatkov za čas trajanja raziskave ocenili kot **dobro**
- **Slanost** smo na podlagi povprečne vrednosti podatkov za čas trajanja raziskave ocenili kot **visoko**
- Povprečna vrednost ocenjevanja **pogojev oksigenacije** je 4,5. Na podlagi ocenjevanja WFD smo ocenili kot **dobro**.
- Povprečna vrednost ocenjevanja **hranil** je 4,2. Na podlagi ocenjevanja WFD smo to ocenili kot **dobro** ekološko stanje.
- Povprečna vrednost ocenjevanja **kovin** je 4,5. Na podlagi ocenjevanja WFD smo to ocenili kot **dobro** ekološko stanje.

Ekološki status odseka Donave Dunaföldvár-Fajsz je bil na podlagi podatkov raziskav za obdobje 2007-2011 (2012) glede na posebne onesnaževalce (nevarne kemijske elemente) ocenjen kot dober in sprejemljiv na podlagi testov kakovosti vode. Ocenjevanje odseka Donave Baja-Hercegszántó glede skupine fizično-kemijskih elementov vodnega telesa je enako kot ocenjevanje odseka Donave Dunaföldvár-Fajsz.

Ta rezultat klasifikacije (**z izjemo kislosti – dobro**) se ujema z ugotovitvami ocenjevanja vodnih teles, ki je bilo izvedeno leta 2010, skladno s sistemom mejnih vrednosti WFD in pripeto v dodatku VGT 5_1, ki je priložena v tabeli 46.

	Koda lokacije vzorčenja		101180039	101178210	101178933	101179653	101178232	Kakovost vode	
	Kraj monitoringa		Dunaföldvár			Fajsz	Hercegszántó	Po skupinah skladno z WFD	
			leva obala	glavni tok	desna obala				
	rečni km profila Donave		1560.6 fkm	1560.6 fkm	1560.6 fkm	1507.6 fkm	1433.0 fkm		
KAJ	Parametri kakovosti vode		kos	povprečno	kos	povprečno	kos	povprečno	
156075	pH (laboratorijske meritve)		97	8,2	97	8,2	87	8,3	Zakisanost
155201	Klorid (Cl)	mg/l	86	23,7	86	24,1	49	22,7	Slanost
159469	Prevodnost	µS/cm	97	405	97	414	87	403	Slanost
158420	Kisik (raztopljeni) (O ₂)	mg/l	97	10,0	97	10,0	75	10,1	Pogoji oksigenacije
159487	Raztopljeni kisik (nasičenost s kisikom v odstotkih)	%	97	91,9	97	91,9	75	95,0	Pogoji oksigenacije
158970	Biokemijska potreba po kisiku (BOI ₅)	mg/l	97	2,7	97	2,7	75	2,7	Pogoji oksigenacije
159001	Poraba kisika (KOI ₄) izvimo	mg/l	97	12,0	97	11,9	75	11,3	Pogoji oksigenacije
156754	Amonijak-amonijakov-dušik (NH ₃ -NH ₄ -N)	mg/l	97	0,074	97	0,064	75	0,072	Hranilni pogoji
160551	Nitrit-dušik (NO ₂ -N)	mg/l	97	0,026	97	0,020	75	0,017	Hranilni pogoji
160560	Nitrat-dušik (NO ₃ -N)	mg/l	97	2,0	97	2,0	75	1,8	Hranilni pogoji
159405	Skupaj dušik (N)	mg/l	97	2,6	96	2,7	87	2,4	Hranilni pogoji
	Ortofosfat-P (PO ₄ -P)	µg/l	97	57,1	97	53,5	75	61,6	Hranilni pogoji
158154	Skupaj fosfor (P)	mg/l	97	0,11	97	0,11	87	0,11	Hranilni pogoji
157601	Kadmij (raztopljeni) (Cd)	µg/l	57	0,090	56	0,060	22	<0,05	Kovine
157472	Živo srebro (raztopljeno) (Hg)	µg/l	57	0,075	56	<0,05	23	0,063	Kovine
157885	Nikelj (raztopljeni) (Ni)	µg/l	57	0,7	56	0,8	22	0,9	Kovine
158099	Svinec (raztopljeni) (Pb)	µg/l	57	1,9	56	<0,5	24	<0,5	Kovine
157665	Klorofil-a	µg/l	96	28,0	96	27,9	74	28,4	
120498	Arzen (As)	µg/l	6	1,8	6	1,6	0		Posebni onesnaževalci (nevarni kemijski elementi)
157050	Cink (raztopljeni) (Zn)	µg/l	57	4,9	56	5,5	25	4,4	Posebni onesnaževalci (nevarni kemijski elementi)
120434	Krom skupaj (Cr)	µg/l	6	0,6	6	0,7	0		Posebni onesnaževalci (nevarni kemijski elementi)
156204	Baker (raztopljeni) (Cu)	µg/l	57	3,7	56	1,8	25	1,3	Posebni onesnaževalci (nevarni kemijski elementi)

Tabela 45: Povprečne vrednosti iz ključne študije, dokončane med letoma 2007 in 2011 po klasifikaciji WDF

Priloga VGT- 5-1.1.: Stanje površinskih vodnih teles – Ekološko stanje vodnih teles vodotokov

PODENOTA	KÖVIZIG	Kategorija vodnega telesa	vt-VOR	Ime vodnega telesa	Fizično-kemijski elementi					
					Organski materiali	Hranila	Vsebnost soli	kislost	Stanje fizično-kemijskih elementov	Zanesljivost fizično-kemijske klasifikacije
1-10	3	naravno	AEP444	Donava Szob-Baja	dobro	dobro	visoka	visoka	dobro	srednje

Tabela 46: Ekološki status ocene HURWAEP444 Donava odsek Szob-Baja (tip 24) vodnega telesa glede na mejne vrednosti sistema WDF

13.1.1.2 Biološki elementi

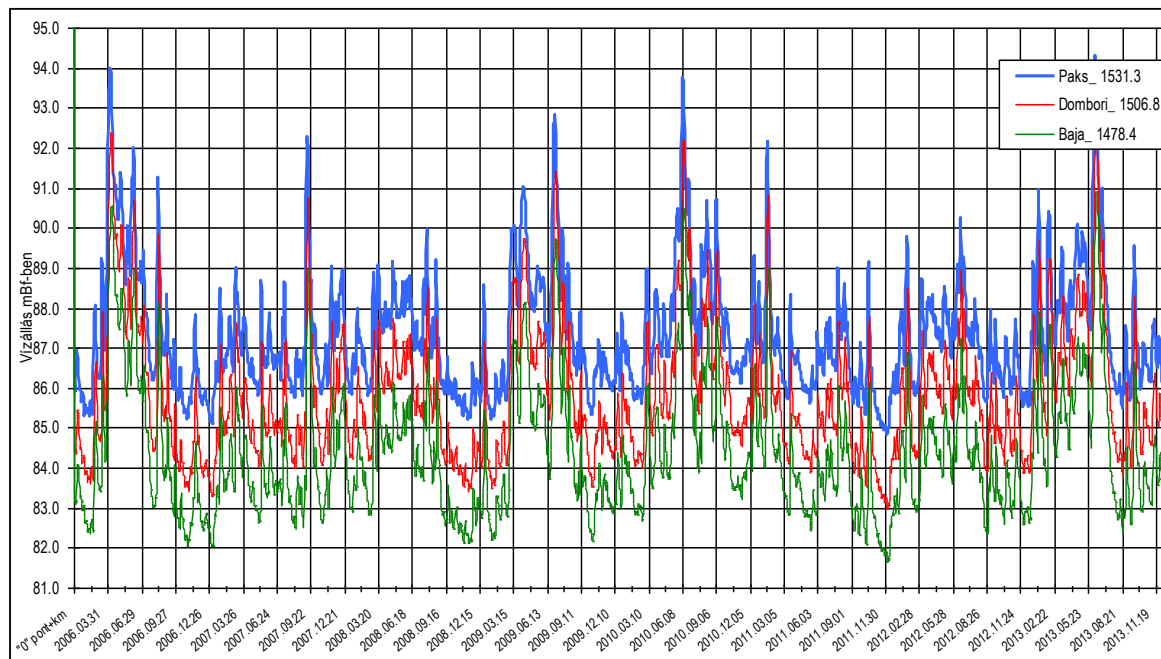
Poleg vrednotenja rezultata preskusa smo zbrali in ocenili arhivske podatke za odsek raziskave Donave Dunaföldvár-Baja. Naslednje ugotovitve so bile narejene na podlagi teh dejstev:

- V zadevnem odseku Donave, s posebnim poudarkom na okolico jedrske elektrarne Paks, so bile v zadnjih 15 letih redno izvajane hidrobiološke raziskave. Kot rezultat imamo arhivske podatke fitoplanktona, fitobentona, makrozoobentona in ribje skupnosti. Prejšnje raziskave makrofitona zagotovijo informacije za površinsko področje jedrske elektrarne Paks.
- Popolni koherentni arhivski podatki v skladu z okvirnimi smernicami za vode, ki omogočajo določitev ekološkega stanja, so na razpolago kot rezultat raziskav v obdobju 2009-2010 (Kék Csermely Kft. 2010), dokler za nekatere skupine organizmov niso bili na voljo sporadični podatki, ki jih je mogoče oceniti le po WFD.
- Vrednotenje stanja po rezultatih raziskav WFD v obdobju 2009-2010 označuje, da je na odseku Donave Paks FP dobro; FB zmerno, MZB zmerno, stanje skupnosti rib je dobro. V skladu z načelom ocenjevanja „eno slabo, vse slabo“ je na podlagi tega ekološko stanje Donave zmerno. Po ocenjevanju v skladu z zahtevami WFD med izvirno vodo in nizvodnim odsekom glede izpustov PA ni zaznavne razlike – ki bi povzročala razliko v razredu.
- Arhivski podatki dokazujejo, da je ekološko stanje Donave na odseku HURWAEP444 med Dunaföldvár-Baja zmerno. V okvirju tega fitoplankton in ribe odražajo dobro, podatki fitobentona in makrozoobentona pa odražajo zmerno stanje.
- Na podlagi načrta upravljanja porečja Donave je ekološko stanje celotnega domačega odseka Donave zmerno. To je delno posledica kakovosti, podobno pa je zaradi hidromorfoloških razlogov. Dobro ekološko stanje vodnega telesa oddelka Donave A HURWAEP444 Szob-Baja je izvedljivo do 2027 (VKKI 2010).
- Glede vpliva izpustov vode za hlajenje jedrske elektrarne Paks imamo na voljo arhivske podatke. Fiziološki preskusi alg kažejo, da je intenziteta fotosinteze alge v kanalu za toplo vodo nižja kot v kanalu za hladno vodo, kar dokazuje, da se je biomasa alge vode za hlajenje rahlo poškodovana med prehodom skozi hladilni sistem. Tako vzorčenje Donave ni dokazalo vpliv izpustov v primeru fitoplanktona (FP), niti ne v primeru fitobentona (FB). Na podlagi ekološkega preskusa na makrozoobenton (MZB) na ribjo skupnost je vpliv toplotne obremenitve hladilne vode v Donavo bilo mogoče zaznati v odseku od okoli 2 km (Halasi-Kovács 2005, Kék Csermely Kft. 2010). Rezultat tega je predvsem kvalitativna sprememba MZB in kvantitativna za ribjo skupnost.
- Preučili smo podatke o ribištvu na odseku Donave Paks od leta 2000. Ti kažejo postopno znižanje ribiške in ribolovne koristi. Znižanje je v letu 2011 in 2012 ustavljeno, v teh letih so znova opazili rahlo povečanje. V celoti delno zaradi pomembne negotovosti podatkov o ulovu na majhnem prostoru, po drugi strani zaradi visoke stopnje odmika strukture ribišva na Donavo v razmerju na druge velike reke (Halasi-Kovács in Váradi 2012) ni mogoče zaznati povezave med delovanjem jedrske elektrarne Paks in količinske spremembe prejete ribiške koristi Donava.
- Delno zaradi pomanjkanja in nižje zanesljivosti arhivskih podatkov, delno zaradi tega ker so podatki raziskav v letih 2012-2013 dajali za opravljanje analiz popolno koherentne in kakovostne podatke, na različne načine iz prejšnjih študij, smo med oceno vpliva Paks II. na okolje upoštevali zaključke arhivskih podatkov, za analize pa smo uporabili izključno podatke raziskav iz let 2012-2013. Podatke vzorčenja iz leta 2009-2010 smo uporabljali kot kontrolo med vrednotenjem.

13.1.2 STANJE PRIZADETEGA ODSEKA DONAVE (1560.6 KM-1481.5 KM)

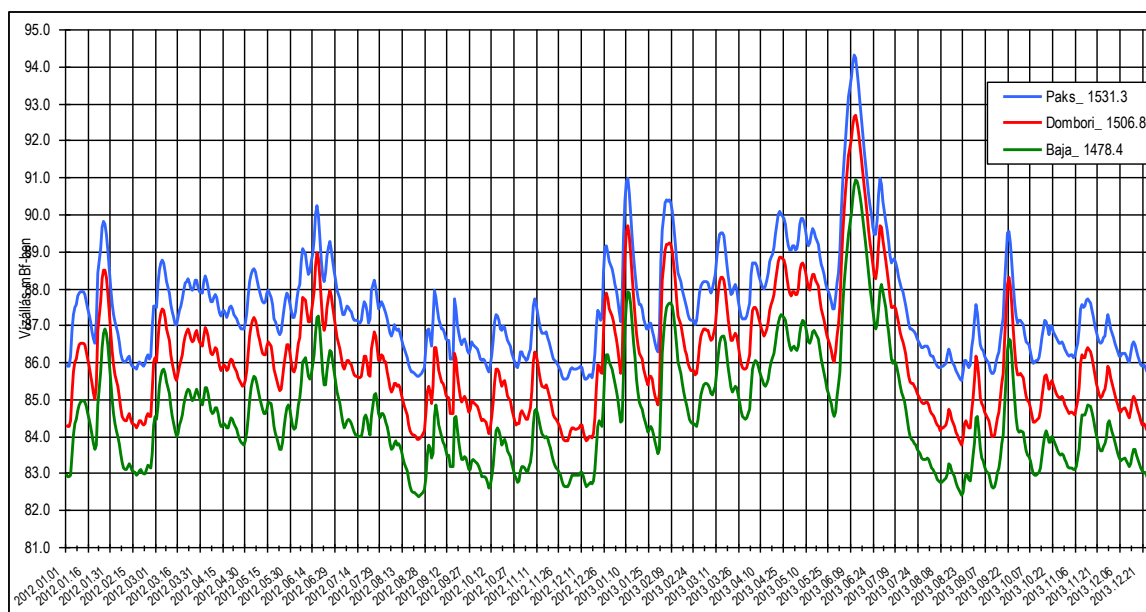
Prizadeti odsek Donave smo ocenili na podlagi podatkov arhiva 2006-2011, kot tudi na podlagi podatkov raziskave v okviru dela v letih 2012. in 2013. Hidrološke vsebine tega obdobja vsebujejo naslednje slike.

Ocenjevanje odsekov smo opravili na podlagi mejnih vrednosti WFD za vodo Donave.



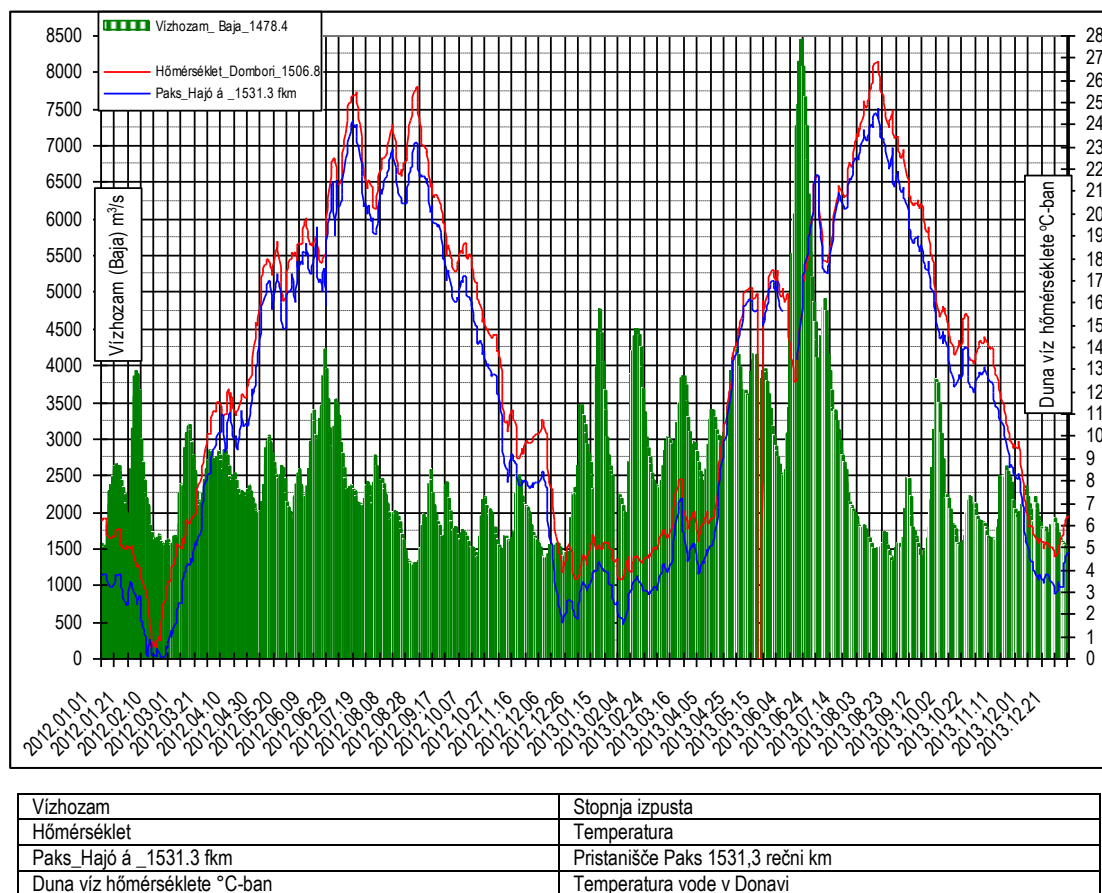
Vízállás mBf-ben	Nivo vode v mBf
------------------	-----------------

Slika 69: Vodostaj Donave v obdobju (Paks-Dombori-Baja) 2006-2013

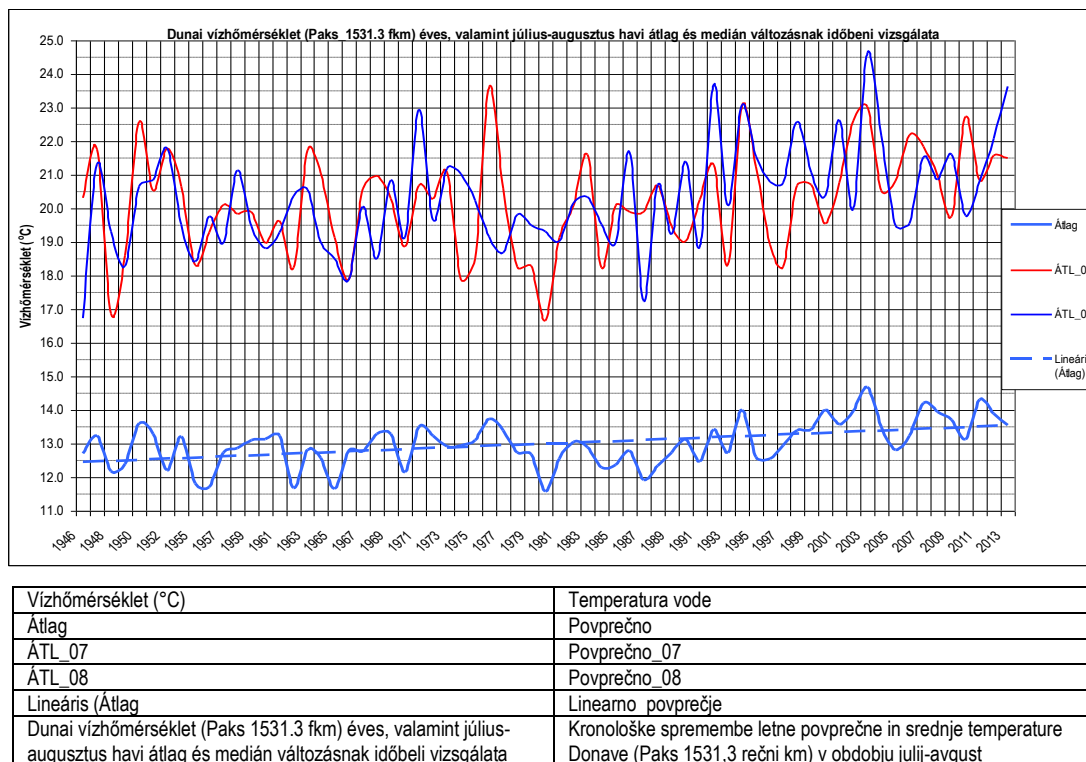


Vízállás mBf-ben	Nivo vode v mBf
------------------	-----------------

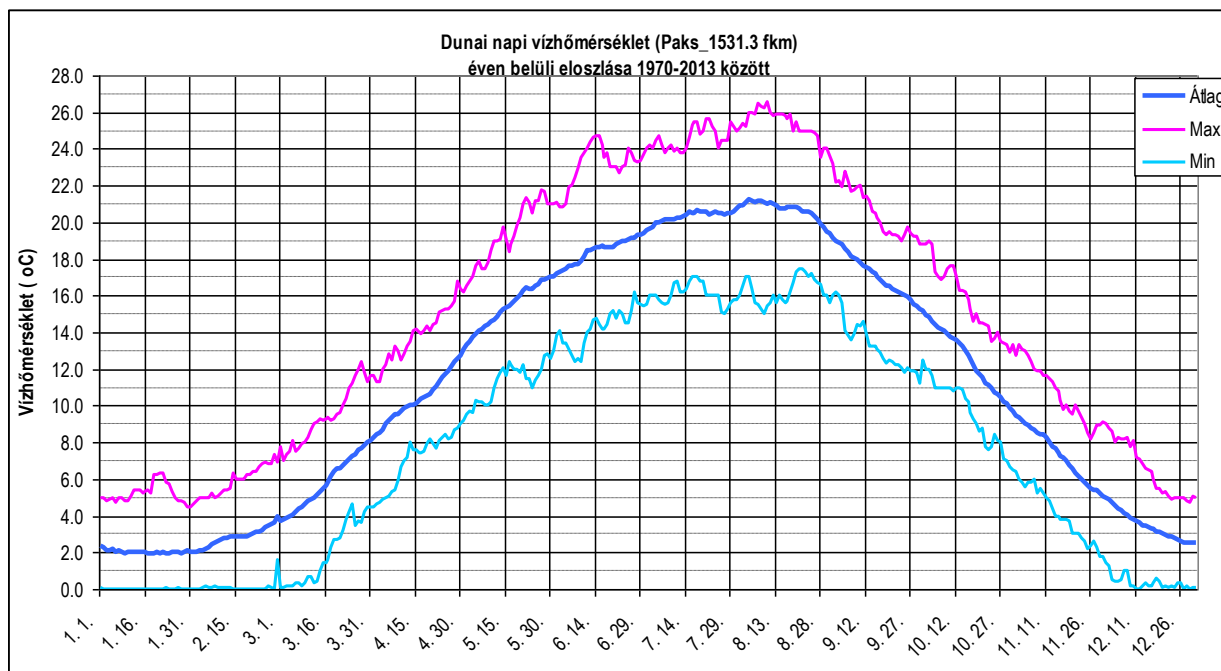
Slika 70: Vodostaj Donave v obdobju (Paks-Dombori-Baja) 2012-2013



Slika 71: Spremembe pretoka in temperature vode Donave v obdobju (Paks-Dombori-Baja) 2012-2013



Slika 72: Kronološke spremembe temperature Donave (Paks) med letoma 1970 in 2013



Vízhőmérséklet (°C)	Temperatura vode
Dunai napi vízhőmérséklet (Paks 1531.3 fkm) éven belüli eloszlása 1970-2013 között	Letan rasporeditev dnevnih temperatur vode v reki Donavi (Paks, 1531,3 rečni km) v obdobju med leti 1970-2013
Átlag	povprečje
Max.	minimum
Min.	maksimum

Slika 73.: Preskus letne prerazdelitve dnevne temperature vode Donave v obdobju (Paks) 1970-2013.

OCENJEVANJE ODSEKA DONAVE OB TOKU NAVZGOR

Dunaföldvár	1560,6 km	dobro stanje
Paks trajekt	1533,5 km	dobro stanje

Tabela 47.: Ocenjevanje gorvodnega odseka Donave na podlagi fizično-kemijskih parametrov (1560.6-1533.5 fkm) ocenjevanje WFD

Odsek Donave (vodno telo HURWAEP444 VÍZTEST) 1560,6-1533,5 rečni km je glede fizično-kemijskih parametrov ocenjevanja rezultatov v dobrem stanju.

Na odseku ob toku navzgor največji delež sestavine biomase fitoplanktona so v vsakem obdobju kremenaste alge iz skupine Centrales. Koncentracija biomase in klorofila v enotama vzorčenja tudi in v istem obdobju kažejo znaten odmik. Rezultati vzorčenja leta 2012. in 2013. kažejo da so ob letu 2012 so prevladovale višje vrednosti biomase v istem obdobju. Vendar se lahko odstopanja med leti občasno kažejo večje spremembe. To potrjuje tudi dejstvo, da se rezultati vzorcev iz dveh ločenih let medsebojno krepijo, tisti tudi glede na daljše obdobje zagotavljajo natančne rezultate. Obdobji, označeno z najvišjo vrednostjo biomase, sta marec in avgust, najnižje vrednosti biomase so v obdobju mesecev september, oktober in november.

Na podlagi vrednosti stanja enota vzorcev odseka ob strugi navzgor se lahko izvedejo naslednje ugotovitve.

- (1) Med vsakim vzorcem v istem obdobju vzorčenja lahko bo razrednih razlika.
- (2) V preiskovanih odsekih je najvišja vrednost biomase v osrednjem toku v vsakem obdobju, vendar pa ta razlika ni taka, ki povzroči razredne razlike v prečnem odseku.
- (3) Razredne razlike je bilo mogoče odkriti med vzorcem odvzetim v istem obdobju različnega leta.
- (4) Sezonsko dinamiko FP biomase odražajo vrednote ocenjevanja.

(5) Robustna petstopenjska skala WFD ni občutljiva na subtilne spremembe.

(6) Glede preskusa vpliva kritično stanje pomeni poletna sezona. Ekološko stanje odseka je dobro.

Na podlagi rezultata preskusa fitobentona se lahko ugotovi, da se (1) med desno in levo obalo tudi v enakem obdobju pojavi razredna razlika. (2) V poletnem obdobju vzorčenja odsek vzorčenja Dunaföldvár je ob letu 2013 označuje za eden razred šibkejši rezultat, kot vzorčeni odsek Paks trajekt leta 2012, medtem ni nobenih razrednih razlik, vendar odsek Dunaföldvár na splošno kaže nekoliko boljše stanje. (3) Vrednosti ocenjevanja odseka so v skladu s rezultati raziskave iz leta 2009-2010. Navedena dejstva – kot je to določeno za fitoplanktone, podpirajo dejstva, da stabilne rezultate daje ocenjevanje na podlagi povprečne vrednosti morebitnih največ podatkov. Robustna petstopenjska skala WFD ni občutljiva v primeru tega taksona. Na podlagi fitobentona ekološko stanje odseka navzgor ob toku je zmerno.

V poletnih in jesenskih raziskovanj smo na odseku Donave ugotovili skupno 9 vrst. Med vrstami odkritih v odseku vzorčenja ni zaščitene. Med vrstami več se šteje kot tujčevi (ameriški pepel, suličastolistna nebina), množična prisotnost tistih se nanaša na zmede zemljišča. Signalna rastlinska vrst NATURA 2000 področja je plazeča zelen (*Apium repens*). Vrst ni bilo mogoče najti na odseku vzorčenja. Glede ocenjevanja rezultati so strokovno malo zanesljivi, kot vzdolž rek - tako v tem vzorčenju - makrofiti se pojavijo le v majhnih količinah, ekološko stanje določeno na podlagi ocenjevanja je negotovo. Zato število rastlin in njihove količine v odseku vzorčenja ni omogočilo natančno ocenjevanje, saj ni dosegel najnižjo vrednost. Tako so vrednosti so samo za referenco. Zaradi teh negotovosti da bi ugotovili vpliv na okolje izvedli smo za popolni odsek preskusa analizo podatkov v majhnem merilu. Ekološko stanje ob toku navzgor odseka je na podlagi makrofitonov zmerno.

Znaten delež odkritih makro nevretenčarjih taksonov so invazivni, elementi tujci, ki se močno in agresivno širijo. Izjemni je masovni gramozni polž (*Lithoglyphus naticoides*), zebrica klapavica, (*Dreissena polymorpha*), azijska klapavica (*Corbicula fluminea*) med rakov *Dikerogammarus villosus*. Med vzorčenjem je odkrit a zaščitena vrsta kačji pastir *Gomphus flavipes*, z majhno število. Signalno vrsto makrozoobentona področja HUDD20023 SCI potočnega škržka (*Unio crassus*) ni bilo mogoče najti v času vzorčenja. Na podlagi ocenjevanja stanja po HMMI (Hungarian Macroinvertebrate Multimetric Index) je opazovana sezonska razlika: vrednost jesenskih vzorcev je manjša, vendar to ne povzroča razredno razliko. Glede na rezultat odseka je na podlagi skupnosti vodnih nevretenčarjev zmereno.

Na 4 enote vzorcev v poletnih in jesenskih raziskovanj na odseku Donave pri Paksu smo izvedli določitev 2 489 posameznikov iz 28 vrsta. Med vrstama odkritih v odseku vzorčenja štiri, beloplavuti globoček (*Romanogobio vladkovi*), pezdirek (*Rhodeus amarus*), grbasti okun (*Gymnocephalus baloni*), smrkež (*Gymnocephalus schraetser*) so zaščitene vrste in dve sta povečano zaščiteni: Vzhodni potočni piškur (*Eudontomyzon mariae*), upiravec (*Zingel zingel*). Od signalnih vrst NATURA 2000 je mogoče najti *Eudontomyzon mariae*, bolen (*Aspius aspius*), *Zingel zingel*, *Gymnocephalus baloni* in *G. schraetser*. Na podlagi tega se lahko ugotovi, da so signalne vrste riba NATURA 2000 karakteristične v odseku ob strugi navzgor Od 28 vrsta med vzorčenjem za 24 vrste smo našli ribje mladice. To pomeni da so vrste v 86% prisotne v obliki mladice v odseku, ki označuje stabilnost populacija. raziskave ob toku navzgor odseka Donave dokazuje, da vrste ulova prikazuje visoko stopnjo podobnosti z rezultatom predhodnih preskusov. Rezultati vzorčenja izvedenih poleti in jeseni zagotavljajo ustrezne podatke za WFD ocenjevanje vode. Ekološko ocenjevanje vode na podlagi ribje populacije smo opravili na podlagi metode EQIHRF sprejete na Madžarskem. Glede ocenjevanja vode poletne rezultate štejemo kot verodostojne. Ekološko stanje ob toku navzgor odseka brez tople vode je na podlagi ribje populacije dobro.

OCENJEVANJE ODSEKA NEPOSREDNE NIZVODNE DONAVE (1534-1516 KM)

Paks kanal tople vode	1526,0 km	dobro stanje
Nagy sarkantyú	1525,3 km	dobro stanje
Uszod	1524,8 km	dobro stanje
Gerjen-Foktő	1516,0 km	dobro stanje

Tabela 48: WFD klasifikacija neposrednega odseka Donave nizvodno (1526-1516 rečni km)

Na podlagi rezultata ocenjevanja odsek Donave (VODNA TELES HURWAEP444) 1534-1516 km je po WFD v dobrem stanju.

Rezultat vzorčenja fitoplanktona na nizvodnem odseku pokaže podobne razmere kot na odseku ob toku navzgor.

- (1) Največji delež sestavin biomase fitoplanktona na nizvodnem odseku v bližini ob vsakem obdobju so kremenaste alge iz skupine Centrales.
- (2) Vrednosti biomase kažejo sezonski trend.
- (3) Največja vrednost biomase je v marcu, poleg tega v avgustu, najnižja vrednost biomase so v septembru in novembru.

Ekološko stanje nizvodnega odseka v bližini v marcu in juniju je dobro, v septembru in novembru je visoko. A obdobju avgusta ekološko stanje je zmerno. Sezonska fluktuacija v nizvodnem odseku v bližini je popolno v skladu s tistim v odseku navzgor ob toku. Sezonske vrednosti - in s tem vrednosti celotnega obdobja - so tudi enaki tistim, izmerjenim v odseku ob strugi navzgor.

Na podlagi ocenjevanja populacije fitobentona stanje je med poletjem srednje, vendar je jeseni slabo ekološko stanje. Med enotami vzorcev desne obale (zadevno z emisijo tople vode) in vzorcev leve obale (ni zadevno z emisijo tople vode) v vsem vzorčenju so bile ugotovljene razlike od najmanjše enega razreda. Vrednosti enot vzorcev desne obale, zadevno z emisijo tendenciozno kažejo nižje vrednosti. Vendar kaže podobno sliko rezultat jesenskega vzorčenja odseka Paks trajekta. Nizke - zmerne vrednosti ocenjevanja so v skladu z rezultati nekdanjega preskusa v istem obdobju. Povprečna vrednost ocenjevanja ustreza rezultatu odseka. Upoštevajoč skupaj podatke obeh obdobj nastane povprečna vrednost, ki ustreza zmernem ekološkem stanju.

Med poletnim in jesenskim preskusu smo v šestih vzorcih smo našli 51 mikrofiton. Med odkritih v odseku vzorčenja ni zaščitene vrste. Podobno kot ob toku navzgor, so množično prisotni tuji, pepel, sulčastolistna nebina, množična prisotnost se nanaša na zmede zemljišča. Signalna vrsta področja ni bila najdena v tem odseku. Rezultat ocenjevanja nizvodnega odseka se sklada z ocenjevanjem zgornjega odseka. Na podlagi rezultata preskusa je ekološko stanje nizvodnega odseka Donave v bližini zmerno.

V vzorcih iz 6 točk vzorčenja smo odkrili 44 različnih makro nevretenčarjev. Podobno kot prej so znaten delež odkritih makro nevretenčarjev invazivne vrste. Iz teh velika je pojavnost *Dikerogammarus villosus* takoj spodaj pri izpustu vode za hlajenje na desni obali, v zadevni enoti vzorca. Na peščenem grebenu spodaj odtoka hladilne vode je veliko prazne lupine (na pr. *Corbicula fluminea*, *Dreissena polymorpha*, *Sinanodonta woodiana*) v bistvu so v zvezi z pretokom. Na področjih s počasnim pretokom je recirkulacija, v večjem številu se zberejo lupine iz reke. Od zaščitene vrste se pojavi kačji pastir *Gomphus flavipes* in polž *Fagotia acicularis*. Vendar ni bil najden v odseku kot ob strugi navzgor, signalna vrsta NATURA 2000 potočni škrlček (*Unio crassus*). Več vrsta (na pr. *Lithoglyphus naticoides*, *Corophium curvispinum*) izogiba odtok tople vode. Multimetrični kazalec HMMI, podobno kot se uporablja v EU, v bistvu je občutljiv na degradacijo, tako z pomočjo indeksa kakovosti ki so na voljo, je gotovo odkrivanje ločenega učinka toplotnega onesnaževanja. Zaradi tega smo opravili ekološko vrednotenje odseka na fini lestvici. Vrednost ocenjevanja vendar je enaka kot rezultat izračunane vrednosti ob toku navzgor. Ekološko stanje odseka, prizadetega z tople vodo na podlagi populacije vodnih makro nevretenčarjev, je zmerno.

Skupaj je bilo na šestih enotah vzorčenja najdeno 3679 primerkov 51 vrst na nizvodnem odseku. Struktura vrsti rib tega odseka Donave kaže zelo podobno sliko kot predhodne študije s podobnimi cilji (Halasi-Kovács 2005, SCIAP Kft. 2010), in tudi kot rezultati odsek ob strugi navzgor. Med vrstami v odseku vzorčenja pet so zaščitene beloplavuti globoček (*Romanogobio vladkovi*), pezdirek (*Rhodeus amarus*), Balkanska zlata nežica (*Sabanejewia balcanica*), grbasti okun (*Gymnocephalus baloni*), smrkež (*Gymnocephalus schraetser*), in dve sta povečano zaščitene: vzhodni potočni piškur (*Eudontomyzon mariae*), upiravec (*Zingel zingel*). Od signalnih vrst NATURA 2000 je nizvodno evidentiranih pet vrst (*Eudontomyzon mariae*, *Aspius aspius*, *Gymnocephalus baloni*, *Gymnocephalus schraetser*, *Zingel zingel*).

Na podlagi analize strukture vrst enota vzorčenja je razvidno, da na vpliv tople vode potočni piškur (*Eudontomyzon mariae*), lenga (*Lota lota*), dirkač glavača (*Babka gymnrachelus*) kaže rahlo izogibanje, medtem ko preferencijo tople vode kaže bolen (*Aspius aspius*), zelenika (*Alburnus alburnus*), androga (*Blicca bjoerkna*), podust (*Chondrostoma nasus*), mrena (*Babrus barbatus*), srebrni koreselj (*Carassius gibelio*), navadni ostriž (*Perca fluviatilis*), krap (*Neogobius melanostomus*). Ta rezultat je v skladu z rezultatom raziskave iz leta 2010. Med vzorčenjem za 24 vrste smo našli ribje mladice. To pomeni, da smo registrirali mladice za 82% vrste. Ta stopnja je podobna kot ob strugi navzgor, visoka. Na podlagi rezultata vzorčenja na enotni dolžini (100 m) v poletnem obdobju v enotah vzorcev na desni obali, to pomeni prizadeto z izpusati tople vode, preučeni odseki za leto 2012 kažejo najvišjo vrednost. Vendar vrednosti na levi obali, to pomeni tisti, na katere ne vpliva topla voda, kažejo podrobnost z zgornjim odsekom. Ekološko stanje na podlagi ribje populacije odseka Donave v bližini je dobro.

OCENJEVANJE ODSEKA DONAVE NIZVODNO NA RAZDALJI (1506,8-1481,5 FKM)

Odsek Dombori 1506,8 km	Razred II	dobro stanje
Sió jug (Gemenc) 1496 km	Razred II	dobro stanje
Odsek Baja 1481,5 km	Razred II	dobro stanje

Tabela 49: Klasifikacija oddaljenega odseka Donave nizvodno (1506,8-1481,5 rečni km) skladno z WFD

Na podlagi rezultata ocenjevanja odsek (VODNA TELES HURWAEP444) 1506,8-1481,5 km je po WFD v dobrem stanju.

Rezultati fitoplanktona dveh nizvodnih odsekov, osrednje oddaljen in oddaljen odsek, kažejo visoko stopnjo podobnosti. Rezultati fitoplanktona kažejo zelo podobno stanje oziroma tendenco kot oba toka v bližini. Na nizvodnem odseku so največji delež sestavine biomase fitoplanktona kremenaste alge; obdobje z največjo vrednostjo biomase je marec, poleg tega avgust, najnižja vrednost fitoplanktona je v mesecu septembru in novembru. Na podlagi povprečnih podatkov točk vzorčenja ekološko stanje nizvodnega osrednje oddaljenega odseka po ocenjevanju fitoplanktona u marcu in juniju dobro, stanje v septembru in novembru je zelo visoko. Najnižje vrednosti so bile pridobljene med vzorčenjem v avgustu. V tem obdobju ekološko stanje je zmerno. Sezonske vrednosti - in s tem vrednosti celotnega obdobja - so tudi enaki tistim, izmerjenim v obeh smereh odsekov v bližini. Ekološko stanje osrednje oddaljenega in oddaljenega nizvodnega odseka je glede fitoplanktona enako dobro. Na splošno je razvidno, da emisija tople vode jedrske elektrarne Paks v primeru fitoplanktona ne povzroči spremembe razreda klasifikacije nizvodno.

Rezultati ocenjevanja dveh pododsekov oddaljenega nizvodnega odseka na podlagi kremenastih alg kažeta enake vrednosti kot odseki ob toku navzgor in tudi nizvodno v bližini. Tendence vrednosti ocenjevanja so enaki z izkušnjami v višjih oddelkih. Ekološko stanje na oba oddelka je zmerno. Na splošno je razvidno, da v primerjavi s tokom navzgor, da emisija tople vode jedrske elektrarne Paks v primeru fitobentona ne povzroči spremembe klase nizvodno.

Na osrednje oddaljenem nizvodnem odseku smo registrirali 31 ampak na oddaljen odseku 19 rastlinskih vrst. Med vrstami odkritim v enotama vzorcev ni zaščitene vrste. Vendar množično so prisotni tujci, ameriški pepel, suličastolistna nebina. Signalna vrsta področja plazeča zelen ni prisotna na oddaljenem nizvodnem odseku. Ekološko stanje na podlagi makrofitona je na srednje oddaljenem nizvodnem odseku in oddaljenem odseku Donave enako zmerno, ocenjevanje je enako kot izkušnja ob toku navzgor, oziroma nizvodno v bližini. Je razvidno, da v primerjavi z ob toku navzgor, da emisija tople vode jedrske elektrarne Paks ne povzroči spremembe klase nizvodno.

Med poletno in jesenko vzorčenje smo zaznali skupaj 42 vrst na osrednje oddaljenem odseku in 37 različnih taksona makro nevretenčarjev na oddaljenem odseku. Prisotnost invazivnih taksona evidentiranih na predhodnem oddelku je tudi bilo evidentirano, poudarna je masovna prisotnost polža *Lithoglyphus naticoides* ki se s pojavi ogromnega števila posameznikov. Potrebno je tudi omeniti invazivnega morskega črva *Hypania invalida* Ponto-Kaspijskega porekla in prisotnost klapavice *Dreissena bugensis*, v naši državi je znana le na malo lokacijah. Na odseku je bil prisoten zaščiten *Gomphus flavipes* kačji pastir, kot tudi polž *Fagotia acicularis*. Vrst makrozoobentona, signalna vrsta A NATURA 2000

potočni sržek (*Unio crassus*) med vzorčenjem ni bil najden. Na podlagi populacije makro nevretenčarjev osrednje oddaljen nizvodni odsek je v zmernem stanju. Tudi je v zmernem stanju oddaljeni nizvodni odsek. Vrednost ocenjevanja odseka je enaka kot na gornjem in bližnjem nizvodnem odseku. Na splošno je razvidno, da v primerjavi z ob toku navzgor, da emisija tople vode jedrske elektrarne Paks v primeru fitobentona ne povzroči spremembo klase nizvodno.

Med raziskavo ribje populacije smo na osrednje oddaljenem odseku izvedli določitev 3 367 posameznikov iz 34 vrst, ampak na oddaljenem odseku 4 151 posameznikov iz 34 vrst. Na oddelku vzorčenja so pet zaščitene vrste: A – platnica (*Rutilus virgo*), beloplavuti globoček (*Romanogobio vladykovi*), pezdirek (*Rhodeus amarus*), s grbasti okun (*Gymnocephalus baloni*), smrkež (*Gymnocephalus schraetser*), dve sta povečano zaščitene – Vzhodni potočni piškur (*Eudontomyzon mariae*), upiravec (*Zingel zingel*). Od indikatorskih vrst živih bitij na področju NATURA 2000 je bila samo tukaj platnica (*Rutilus virgo*), medtem ko so bili ostali indikatorji identični s tistimi, ki smo jih zaznali ob toku navzgor. Na osrednje oddaljenem nizvodnem odseku za 27 vrsta smo našli ribje mladice. To je 79% od evidentiranih vrst. Na oddaljenem odseku za 26 vrsta smo našli ribje mladice, to je 79% od evidentiranih vrst. Ta razmerja so podobna po eni strani kot drugi preučeni oddelki, na drugi strani pa se obravnavajo kot podobno visoke vrednosti. Na podlagi podatkov vzorčenja se lahko določi, da populacija vrst oddaljenega nizvodnega odseka ne kaže odstopanja glede na odseku struktura ribjih vrst je enaka v raziskovanih oddelkih. Torej emisija tople vode jedrske elektrarne Paks ne povzroči spremembe v strukturi populacije vrst. Po njegovi učinku ne bodo izginili nobene posamezne vrste, vendar se ne pojavlja nova. V obdobju poletnega vzorčenja je bilo razvidno večje število posameznikov. To je značilno za vse preučene odseke.

Na splošno, v obeh obdobjih vzorčenja rezultati zagotavljajo ustrezne podatke za ocenjevanje po WFD. Ekološko stanje oddaljenega odseka je enako v obeh sekcijah v bližini, kaže dobro stanje. Na splošno je razvidno, da v primerjavi z ob toku navzgor, da emisija tople vode jedrske elektrarne Paks ne povzroči spremembo klase nizvodno.

To dejstvo je bilo razvidno na podlagi preizkusov v preteklosti – 2009-2010 – podobno kot rezultati nedavnih preskusov, da robustni petstopenjski sistem ocenjevanja WFD ni sposoben zaznati subtilne strukturne spremembe. Zato smo opravili ekološko vrednotenje odsekov na fino lestvico.

POVZETEK VREDNOTENJA ZAŠČITE RASTLINSTVA IN ŽIVALSTVA NA ODSEKU VODNEGA TELESA DONAVE HURWAEP444 IN VREDNOTENJE PO WFD

Ko je bil evalviran preučevan odsek Donave, so bila upoštevana predvsem osnovna načela, vključena v smernice ECOS-TAT št. 13 (ECOSTAT 2005: skupna strategija implementacije za okvirno direktivo za vode, 2000/06/EC, kot tudi domače nacionalne smernice, določene v načrtovalnem postopku nacionalnega upravljanja rečnega bazena leta 2008. V času ocenjevanja reke Donave skladno s klasifikacijskimi principi WFD »eno slabo pomeni vse slabo«, oblikovanimi v okvirni direktivi za vode je bil upoštevan nivo kakovostnih elementov in skupin elementov. To pomeni, da je klasifikacijski status določen glede na najnižji izid. Ugotovitve postopka klasifikacije makrofitov so podane samo za informacijo.

ODSEK DONAVE	FIZIČNO-KEMIJSKE LASTNOSTI	FITOPLANKTON	FITOBENTON	MAKROFITI	MAKRO-ZOOBENTON	RIBE
OB TOKU NAVZGOR	Dobro	Dobro	Zmerno	Zmerno	Zmerno	Dobro
NIZVODNO V BLIŽINI	Dobro	Dobro	Zmerno	Zmerno	Zmerno	Dobro
NIZVODNO ODDALJENO	Dobro	Dobro	Zmerno	Zmerno	Zmerno	Dobro
		Dobro	Zmerno	Zmerno	Zmerno	Dobro

Tabela 50.: Ocenjevanje po WFD preučeneg odseka Donave (HURWAEP444)

Na podlagi ocenjevanja ekološko stanje vodnega telesa Donave odsek HURWAEP444, Szob-Baja na podlagi ocenjevanja po WFD ob letu 2012-2013 ZMerno.

Rezultat tega preizkusa je v skladu z vrednostjo ocenjevanja arhivskih podatkov ki so na voljo. Je razvidno da emisija v Donavo jedrske elektrarne Paks ne povzroča klasne spremembe v nobeni skupini preskusa.

Skupaj z tem, analiza podatkov z finejšo strukturo opozarja na dejstvo, da emisija ima vpliva na strukturo populacije nizvodno, tako samo WFD ocenjevanje ni primerno za natančen napoved vpliva emisije elektrarne. Zato menimo da je pomembno da med naslednjih preskusov načrtovanje vzorčenja ostane po WFD, potrebno je opraviti ocenjevanje, realizacija treba da omogoči fino ločljivost ekoloških analiza, tako tudi bolj natančno oceno ekološkega vpliva emisije.

TEORETIČNI UČINKI OGREVANE HLADILNE VODE JEDRSKE ELEKTRARNE PAKS NA KAZALNIKE KAKOVOSTI VODE NA PRE-UČENI ODSEK DONAVE

Na podlagi preizkusa odseka osrednja omrežja v obdobju 1979-2004 **se lahko določi, da se sprememba kakovosti vode v primeru večine komponent prikaže bolj jasno kot funkcija vremena manjše kot funkcija področja.** Na spremembe fizično-kemičnih kazalcev vplivajo različni procesi v prostoru in času, vključno z naslednjimi ključnimi dejavniki:

Upoštevajoč točke vzorčenja zgoraj in spodaj jedrske elektrarne Paks na večini mest za vzorčenje in lastnosti kakovosti vode *v funkciji vremena pogoji kakovosti vode se izboljšajo.* Na točkama vzorčenja spodaj jedrske elektrarne Paks (Fajsz, Baja, Mohács, Hercegszántó) na splošno pokazala nobene nepravilnosti kakovost vode v primerjavi nad njo (Dunaföldvár). **To pomeni da jedrska elektrarna glede ocenjevanih elementov ni imelo pomembne vloge do sedaj v razvoju kakovosti vode Donave.**

13.2 VPLIV IZGRADNJE PAKS II. NA DONAVO

V povezavi z implementacijo Paks II. - gradnjo, obratovanjem in opustitvijo – smo med presojo vplivov na okolje, ki se nanaša na ekološko stanje Donave, opredelili in ocenili potencialne dejavnike, pričakovane vplive, lastnosti teh vplivov ter nosilce vplivov. Poleg tega smo sestavili predloge ukrepov, ki jih je treba sprejeti, da bi ohranili ekološko stanje površinskih voda.

Na podlagi ocen osnovnega stanja lahko ugotovimo, da niti potencialni učinki investicije v projekt Paks II. ne morejo zajeti bližnjih površinskih voda, in smo v skladu s tem med izdelavo presoje vplivov na okolje vključili le ugotovitve v povezavi z vodno površino Donave (HURWAEP444), ki bi bila potencialno prizadeta zaradi izpustov v Paksu.

V skladu z zakonom o vplivih in vplivnih območjih, kar opredeljuje vladna odločba št. 314/2005 (XII.25.) razlikujemo neposredne, posredne in čezmejne vplive, oziroma področja le-teh. Med izdelavo presoje vplivov na okolje lastnost teh vplivov opredelimo usmerjeno na živa bitja (z raziskovanjem z vidika vodnih živih bitij), predvsem njihove vzdržljivosti, moči in pomena. Če upoštevamo smernice okvirne direktive o vodah, za nosilce vplivov štejemo živi svet. Pri izdelavi ocene vplivov smo kot nosilce vplivov opredelili biološke elemente, ki so bili relevantni med oceno stanja na podlagi smernic okvirne direktive o vodah. Fizične in kemijske lastnosti vode ali pa samo vodo Donave ne štejemo za nosilca vplivov, vendar le-ta zagotavlja ključne informacije pri vrednotenju ekološkega stanja.

Potencialne dejavnike investicije Paks II. smo povzeli v naslednji tabeli.

Potencialni vplivni faktorji	Gradnja	Obratovanje	Opustitev	Izredni dogodek
Podtalnica izčrpana med znižanjem ravni podzemne vode	X		X	
Odvajanje prečiščene odpadne vode	X	X	X	
Gradnja rekuperacijske hidroelektrarne	X			
Poškodba dizelskega rezervoarja med gradnjo				X
Napaka pri delovanju čistilne naprave odpadnih voda				X
Odvajanje vode iz Donave		X		
Izpuščanje segrete vode za hlajenje v Donavo		X		
Izpuščanje obdelane odpadne vode v Donavo		X		
Izpuščanje obdelane deževnice v Donavo		X		
Poškodba rezervoarja za gorivo dizelskega generatorja				X
Izlitje izrabljene nafte in drugih tekočih odpadkov				X
Izpust neobdelane komunalne odpadne vode				X

Tabela 51: Potencialni vplivni faktorji v teku investicijskega projekta Paks II.

Implementacija

Podtalnica izčrpana med znižanjem ravni podzemne vode

Med gradnjo blokov Paksa II. bo gradnja več stavb izvajana s pomočjo globoke gradbene jame, dela se bodo izvajala pod ravni podzemne vode. V tem času je potrebno odvajanje vode iz gradbene jame. Količina izčrpane podtalnice na podlagi izračunov družbe Isotoptech d.d. (Isotoptech Zrt.) znaša 13 000 – 18 000 m³/dan največ 0,2m³/s). Izčrpano vodo bodo odvajali v kanal s hladno vodo, od tam bo preko hladilnih krogov prispela v kanal s toplo vodo ter na koncu v Donavo. Vsebnost rastlinskih hranil izčrpane podtalnice – zlasti v obliki dušika – bo verjetno višja od Donave, zaradi tega bo živi svet kanala s hladno vodo nosilec vplivov. Vendar kot posledice več kot petstokratnega redčenja in mešanja ne pričakujemo posrednega ali neposrednega učinka na ekološko stanje živega sveta Donave.

Odvajanje obdelane komunalne odpadne vode

Maksimalno potrebna količina pitne vode in obenem odpadne vode bo nastala v času gradnje Paksa II; ob začetku obratovanja prvega bloka in istočasne gradnje drugega bloka, v skladu z načrtom v časovnem obdobju 5 let. Na podlagi izračunov družbe VITUKI Hungary d.o.o. (VITUKI Hungary Kft.) maksimalna količina odpadne vode v tem časovnem obdobju znaša 614 m³/dan. Na področju jedrske elektrarne Paks je sedaj povprečna količina odpadne vode 300 m³/dan. Merodajna količina odpadne vode za prečiščevanje znaša torej, iz varnostnih razlogov je navedena najvišja možna količina, skupaj 1000 m³/dan. Zmogljivost lastnega pogona za prečiščevanje odpadnih voda jedrske elektrarne Paks uporablja tehnologijo popolne oksidacije z aktivnim muljem in znaša 1 870 m³/dan (657 tisoč m³ na leto). Prečiščena odpadna voda čez cevovod prehaja v kanal tople vode in od tam v Donavo. Na podlagi modela mešanja pri skrajno nizkem pretoku vode, ki se na Donavi pojavi vsakih 20 000 let, to je 579 m³/s, ki ga je pripravil VITUKI Hungary Kft., lahko ugotovimo, da vrednosti parametrov onesnaževanja že pod 10 metrov od vstopne točke v Donavo ostanejo pod mejo zaznavnosti na podlagi analitičnih metod, ki so uporabne za zaznavanje le-teh v skladu z madžarskimi standardi. V prečiščeni odpadni vodi bo koncentracija in sestava preostalih hranil rahlo presegla Donavo, oziroma se bo razlikovala od tiste, ki je značilna za naravno v Donavi. Devet tisočkratno redčenje v kanalu s toplo vodo skupaj z učinkom naravnega čiščenja med mešanjem ta učinek še bolj zmanjšuje. Zaradi tega odvajanje odpadne vode ne bo imelo zaznavnega posrednega, ali neposrednega vpliva na ekološko strukturo vodnih organizmov. Ob upoštevanju količine odvajanja ne bo zaznavnega hidrološkega vpliva.

Gradnja rekuperacijske hidroelektrarne

Gradnja rekuperacijske hidroelektrarne se izvaja skupaj z gradnjo Paksa II., zato je potencialni dejavnik, vendar ta investicija pomeni dejavnost, za katero je obvezna izdelava ocene vplivov na okolje oziroma je potrebno gradbeno dovoljenje na podlagi vodnega prava, zato v tem dokumentu te investicije ne bomo ocenjevali.

Poškodba dizelskega rezervoarja med gradnjo

Morebitno širjenje onesnaževalcev na mestu izvajanja dela in vplive je raziskala družba Isotoptech d.o.o. (Isotoptech Zrt.). Na podlagi te raziskave lahko sklenemo, da je časovno obdobje doseganja od mesta izvajanja dela in Donave 10-20 let. V primeru morebitne poškodbe dizelskega rezervoarja se takoj začne lokalno odpravljanje škode zaradi razlitja nafte po površini vode, da bi preprečili prehod onesnaževalcev v Donavo. V skladu s tem takšen primer nepričakovane dogodka nima posrednega ali neposrednega vpliva na površinske vode.

Napaka pri delovanju čistilne naprave odpadnih voda

Če pride do izrednega dogodka med gradnjo in obratovanjem, bo kot rezultat napačnega delovanja čistilnega pogona nastala neprečiščena odpadna voda prešla v Donavo. **Primerno lahko skladno** z modelom izjemnega dogodka za izjemno **nizek vodostaj**, ki se zgodi enkrat na 20 000 let, 579 m³/s in 1000 m³ na dan količine komunalne odpadne vode dosežajo najvišje koncentracije izpustov surove odpadne vode, izmerjene v zadnjih dveh letih, kar je uporabna koncentracija. Osnova za koncentracijo odvedene surove odpadne vode je najvišja koncentracija, ki so jo izmerili v zadnjih dveh letih. V tem primeru bodo vsi parametri v nizki sekvenci Donave, ki znaša 1500 metrov, dosegli mejne vrednosti zaznavnosti na podlagi madžarskih standardov.

S stališča živega sveta Donave pomeni napaka pri obratovanju pogona za čiščenje realno nevarnost. Količina neprečiščene odpadne vode ~1000 m³/dan, ki bi prešla v kanal s toplo vodo, nato pa v Donavo, v primerjavi z normalnim obratovanjem povzroča večjo koncentracijo hranil in lebdečih delcev ter povečanje motnosti. Ob upoštevanju devet tisočkratno redčenje ter nadaljnje približno desetkratno redčenje v primeru kritičnega minimalnega pretoka Donave, lahko izpust neprečiščene odpadne vode v Donavo povzroči manjši subletalni učinek na živi svet. Biomasna vrednost fitoplanktona bo kazala zvišanje v valu odpadne vode. Verjetno bo v tem valu povečana tudi ribja biomasa. Zaradi učinka onesnaženosti se bodo v okolici začasno v večjem razmerju pojavili organizmi fitobentosa, predvsem vrste, ki so manj občutljive na obremenjenost z organskimi materiali. Zaradi redčenja neprečiščena odpadna voda ne dosega letalnega praga niti pri makrozoobentonskih organizmih. MZB vrste se bodo delno izognile obremenjenosti z organskimi materiali, delno pa bodo te vrste reagirale s spremembo v številu, oziroma odvisno od njihove tolerance na raven kisika. Neprečiščeni odpadni vodi se na mestu onesnaževanja bolj občutljive ribje vrste izognejo, z druge strani pa se vrste, ki so bolj tolerantne glede hranil, lahko pojavijo v večjem številu. Zaradi pomembne razlike v količini nastale odpadne vode in uvedene vode za hlajenje lahko tudi v tem primeru pričakujemo le lokalni učinek. V skladu s tem je vpliv kratkoročen, srednje močan in majhnega pomena. Istočasno pa predlagamo izgradnjo tamponske kapacitete v pogon za prečiščevanje, ki preprečuje neposredno odvajanje. Področje Donave z neposrednim vplivom znaša <500m. Ne moremo računati na večje posredno vplivno področje od tega.

Obratovanje

Odvajanje vode iz Donave

Odvajanje vode iz Donave, ki je potrebna za hlajenje, se izvaja preko kanala s hladno vodo. Količina odvedene vode je enaka količini tople vode, ki se vrača preko kanala s toplo vodo. Pri obratovanju jedrske elektrarne Paks je ta vrednost sedaj 25 m³/s na blok, vse skupaj 100 m³/s. V primeru novo grajenih enot znaša 66 m³/s na enoto, skupaj 132 m³/s. Odvajanje vode v največji količini lahko pričakujemo med istočasnim obratovanjem obeh elektrarn, med letoma 2030 in

2032. Tedaj bo količina odvedene vode 232 m³/s. Odvajanje vode bo spremenilo pretok vode le na odseku kanalov s hladno in toplo vodo. Količina odvedene vode na tem odseku reke ne pomeni pomembne intervencije niti v obdobju nizkega pretoka vode. Na podlagi morfoloških sprememb porečja, ki jih je izračunal VITUKI Hungary Kft., ne pričakujemo posrednih ali neposrednih vplivov na živi svet.

Izpuščanje segrete vode za hlajenje v Donavo

Hladilni sistemi načrtovanega novega bloka jedrske elektrarne se lahko razdelijo na tri glavne dele: (a) kondenzatorska voda za hlajenje, (2) tehnološka voda za hlajenje, (3) varnostna voda za hlajenje. Glede toplotne obremenitve pomeni odločilno količino za dve enoti skupaj 132 m³/s kondenzatorske vode za hlajenje.

Na največji volumen pretoka vode lahko računamo v obdobju med 2030-2032.

Voda za hlajenje in ostale odpadne vode prispejo v glavno porečje Donave preko odseka kanala s toplo vodo, dolgega 1500. Ta na točki izpusta v reko Donavo spremeni razmerja v toku Donave. Zaradi tega v okolici izpuščanja na podlagi rezultatov raziskovanj, na katerih temelji ocena vpliva, lahko pogojno zaznamo fitobentos, dokazano pa spremembe v strukturi vrst makrozoobentosa in ribjih vrst, ter – vsaj delno – povečanje številčnosti. Ta vpliv je dolgoročen, srednje moči, vendar manjšega pomena. Področje posrednega in neposrednega vpliva znaša <250 m. Da bi zaščitile ribje vrste, med obratovanjem predlagamo uvajanje prepovedi ribolova na območju točke izpuščanja znotraj radija 250 m.

Od začetka obratovanja jedrske elektrarne v Paksu se nenehno ukvarjajo z vprašanjem toplotne obremenitve nastale zaradi odvajanja vode za hlajenje v Donavo. Sledi povzetek sklepov.

- (1) Maksimalna poletna temperatura vode, ki je merodajna glede toplotne obremenitve Donave, povprečno znaša 21-24 °C, izjemno pa lahko doseže vrednost nad 25 °C. Tipična so obdobje temperature vode, maksimalne vrednosti se dobro izkažejo v obdobju od začetka julija do konca avgusta.
- (2) Letni pretok vode (prostornina pretoka vode) Donave je manj reden, vendar je jasno, da se nizki vodostaj, ki pomeni relativni maksimum toplotne obremenitve reke, najverjetneje pojavi v jesenskem in zimskem obdobju.
- (3) Značilnost Donave, ki zmanjšuje nevarnost od toplotne obremenitve, je, da se visoke temperature vode pojavljajo skoraj izključno julija in avgusta, manjši pretok voda blizu 1000 m³/s se pa pojavi večinoma le od septembra.

Zgoraj navedeno potencialno stanje, ki je utemeljeno s statistikami, je spremenjeno na podlagi izredno suhih in toplih poletnih obdobj med letoma 1992 in 2003 zaradi nihajoče temperature vode med 20–26 °C julija in avgusta.

Na splošno so predhodne študije ugotovile, da do leta 2015 ne pričakujejo sprememb kakovosti vode, ki bi jih sprožilo odvajanje odpadne vode v Donavo neposredno iz jedrske elektrarne Paks in ki bi pomenile spremembo pri razvrščanju v kakovostni razred glede kakovosti vode v Donavi.

Raziskava razmerja med temperaturo vode v Donavi in parametrov kemijskega stanja vode glede na merodajna obdobja v območju mest Dunaföldvár, Fadd in Hercegszántó

Napoved in pričakovani interval v pojavljanju sprememb kemijskih parametrov vode v Donavi, ki dosegajo kritične temperature vode, smo opredelili s statistično metodo. V okviru osnovnih meritev smo raziskali razne komponente mesečno, večinoma dvanajstkrat letno. Mesečna merjenja so bila primerna za to, da bi sledili letnim sezonskim spremembam. Merjenja so izvajali na velikem številu elementov, ki so pri analizi variance kazala linearni trend, na podlagi katerega je mogoče ugotoviti, ali obstaja razmerje med danim linearnim trendom in temperaturnimi spremembami, ali pa je trend neodvisen od teh sprememb. Če obstaja takšno razmerje, je z metodami statistike mogoče izračunati pričakovane vrednosti, ki spadajo pod razne temperaturne vrednosti. Če ne obstaja korelacijsko razmerje med dano komponento in temperaturo vode v

Donavi, lahko domnevamo, da je povprečna vrednost in porazdelitev komponenta zadnjih sedem let ista kot pričakovana vrednost in porazdelitev v naslednjih letih.

Zaradi tega smo opredelili korelacijske dejavnike ter parametre izenačevalnega linearnega trenda. Korelacijski dejavnik je pokazal bližino razmerja, enačba izenačevalne premice pa omogoča, da v primeru raznih toplotnih scenarijev določimo pričakovane vrednosti. V okviru statističnih študij smo določili razprostranjenost elementov, na katere vpliva sezonsko nihanje temperature, vodostaj Donave in v povezavi le-tega vrednosti pretoka vode ter minimalne in maksimalne vrednosti v obdobju analize. Ob upoštevanju korelacijskega dejavnika, ki predstavlja korelacijsko razmerje, na podlagi vrednosti razprostranjenosti in dosedanje minimalne in maksimalne vrednosti smo ocenili pričakovano vrednost in interval vrednosti pri danih elementih.

Ob upoštevanju smernic okvirne direktive o vodah smo izvedli razvrstitev na podlagi intervala pričakovane vrednosti in izračunljive pričakovane vrednosti.

Zaradi primerjave smo med nizvodnimi deli na odseku pri Faddu na podlagi podatkov kakovosti vode izračunali za maksimalno toplotno obremenitev 30 °C, ki je dovoljena pri kraju Nagysarkantyú.

Povzetek posledic izpuščanja segrete vode za hlajenje v Donavo

Na podlagi predhodnih analiz in ob upoštevanju vodne kakovosti, pretoka in temperature Donave, se toplotna obremenitev lahko realizira tako, da ni v nasprotju z omejitvami, ki ščitijo kakovost vode, oziroma ni v nasprotju z naravovarstvenimi smernicami. Iz stališča toplotne obremenitve, v fazi obratovanja jedrske elektrarne Paks II. zaradi izpustov ne bo sprememb v primerjavi s sedanjim kemijskim in fizičnim stanjem vode v Donavi, mejne vrednosti bodo ostale v skladu s predpisi tudi v primerih neugodnih situacij.

Na ključnih točkah smo med leti 2006-2011 in 2012-2013 izvedli merjenja vodne kakovosti Donave in na podlagi rezultatov lahko sklenemo, da se bo po izračunih toplotna obremenitev ob povečanju načrtovanega potenciala v manjši meri povečala.

Vendar na podlagi vpliva večjega potenciala v prihodnosti ne pričakujemo temeljnih sprememb pri tistih parametrih, oziroma njihovih vrednosti, ki so značilni za vodno kakovost Donave in ki so bolj ali manj odvisni od povečanja temperature; predvsem vsebnost kislin, vsebnost soli, stopnja kisika in rastlinska hranila.

Kot posledica segrete voda za hlajenje, ki bo iz jedrske elektrarne izpuščena v reko, se bodo organske snovi hitreje razgradile, tem procesom pa sledita poraba kisika in odvzem kisika, vendar je reka sposobna izravnati te posledice zaradi hidravličnega razmerja in razmerja mešanja ter za to reko značilne visoke vsebine razredčenega kisika. Ne pričakujemo, da bi navedeni vplivi postali pomembni, vendar jih zaradi zaščite vodne kakovosti moramo upoštevati, zaradi tega predlagamo izvajanje spremljanja v prihodnosti.

Pri ocenjevanju osnovnega stanja smo ugotovili sedanji vpliv tople vode na desnem odseku v dolžini 2 km, in sicer pogojno na fitobentos, dokazano pa na makrozoobentos in ribje kolonije. To kaže zaznavnost temperature $\Delta t = 2,5$ °C v primeru teh taksonov. Obenem pa povečanje temperature ne kaže zaznavnega vpliva na strukturo kolonij planktonskih alg. Rezultati ekoloških analiz kažejo, da bo ta vpliv dolgoročen. Na podlagi analiz je dokazano, da je vpliv tople vode tudi med optimalnimi pogoji za vzorčenje na meji zaznavnosti. Vpliv izpustov jedrske elektrarne Paks lahko preseže tudi naravna raznovrstnost okolice Donave. Sam vpliv je tudi bolj pomembne zaradi trajnosti, kot pa zaradi mere ekspozicije.

Rezultati analize fizičnega in kemijskega stanja vode, ki so izvedeni na relevantnih odsekih Donave, kažejo, da na vpliv fizičnega povečanja potenciala v prihodnosti ne pričakujemo temeljnih sprememb pri parametrih, ki so značilni za vodno kakovost Donave, in ki so bolj ali manj odvisni od povečanja temperature, predvsem vsebnost kislin, vsebnost soli, stopnja kisika in rastlinska hranila.

Najbolj pomembni okoljski vpliv na ekološko stanje Donave bo prineslo izpuščanje segrete vode za hlajenje. Ta vpliv bo najmočnejši v obdobju 2030-2032. Poleg treh taksonov (fitobentos, makrozoobentos, ribe), ki smo jih opredelili med ocenjevanjem osnovnega stanja, v tem obdobju ne pričakujemo, da bi druga živa bitja postala neposredni nosilci vplivov. Vpliv zaradi toplotne obremenitve je dolgoročen, močan in pomemben. Hkrati pa na podlagi rezultatov ekoloških analiz lahko sklenemo, da vpliv toplotne obremenitve (v primeru obratovanja vseh šestih enot) ne bo povzročilo slabšo kategorizacijo niti ene skupine živih bitij na relevantnem odseku Donave, na podlagi smernic okvirne direktive o vodah. Vpliv obratovanja rekuperacijske hidroelektrarne bo iz stališča emitirane toplote verjetno pozitiven. V poletnih obdobjih, ko je manj vode, je lahko potrebna povratna obremenitev enote. V skladu z modelom, ki je narejen za obdobje obratovanja vseh enot jedrske elektrarne, bo področje neposrednega vpliva na območju nizvodnega dela Donave v razdalji 11 km, v višini 1515,8 rečnega kilometra. Na podlagi modelnega izračuna bo toplotni žarek, za katerega je značilna izoterma $\Delta t = 2,5$ °C, dosegel sredinsko črto, vendar je bistveno ne bo presegel.

Neposredni vpliv toplotne obremenitve se bo preko kolonij živih bitij razširil in povzročil strukturne spremembe, delno pri organizmih, ki se prehranjujejo, in sicer zaradi spremembe v kroženju hranil, delno pa zaradi konkurence, nastale zaradi povečanja relativne ali absolutne številčnosti invazivnih vrst. Rezultati predhodnih analiz (Halasi-Kovács 2005, SCIAP 2010) in ocenjevanje osnovnega stanja kažeta, da je neposredni vpliv izpuščanja tople vode na danem odseku, kjer obstajajo primerne okoliščine, lahko nastajanje reprodukcijskega žarišča invazivnih vrst, kar pospešuje razširjanje teh vrst. Glede bioloških elementov v obdobju skupnega obratovanja se neposredno področje vpliva glede toplotne obremenitve in kroženja hranil ne razlikuje od posrednega področja vpliva. Ni relevantno razširjanje področja vpliva na organizacijo (supraindividualnost) enot živih bitij, glede na invazivne vrste, zaradi tega vpliv le registriramo, vendar vplivnega področja ne določamo. V skladu s tem je celotno vplivno območje isto kot neposredno.

V obdobju samostojnega obratovanja Paksa II. (2037-2085) lahko računamo z nižjo toplotno obremenitvijo od vrednosti v osnovnem stanju. Poleg tega je vpliv toplotne obremenitve v tem obdobju tudi dolgoročen, srednje moči in velike pomembnosti. Na podlagi rezultatov analiz osnovnega stanja lahko ugotovimo, da med samostojnim obratovanjem toplotna obremenitev pri niti eni od skupin živih bitij ne bo povzročila degradacije na relevantnem odseku Donave, na podlagi kategorizacije okvirne direktive o vodah. Na podlagi modela, ki ga je pripravil VITUKI Hungary Kft., in izračunov vplivno območje v tem obdobju zajema Donavo na nizvodnem delu od točke izpusta v razdalji približno 1 000 m, kjer širina dosega srednjo črto Donave. Na neposredno vplivno območje se nanaša isto, kot je navedeno v prejšnjem odstavku.

Izpust obdelane odpadne vode v Donavo

Med uporabo tehnoloških voda nastanejo razne radioaktivne in tradicionalne industrijske odpadne vode, katerih količina v obdobju samostojnega obratovanja znaša 50 m³/h. Od tega je radioaktivno 10 m³/h, količina tradicionalne odpadne vode pa znaša 40 m³/h. V industrijskih pogojih te onesnaženosti odstranijo s pomočjo specifičnih postopkov čiščenja. Na ta način nastane odpadna voda, ki ima koncentracijo onesnaženega materiala pod mejno vrednostjo in ki preko kanala za toplo vodo prispe v Donavo. Koncentracija onesnaženega materiala je v porabljeni odpadni vodi lahko zaznavna tudi po čiščenju. Istočasno pa v kanalu za toplo vodo pride do še večje biološke degradacije onesnaženja oziroma se v Donavo izpusti močno razredčeno (1:0,0001) z vodo za hlajenje. Pri ocenjevanju osnovnega stanja glede vpliva Jedrske elektrarne Paks na ekološko stanje vodnih organizmov, vpliv ni bil zaznan. V celoti med industrijskim obratovanjem vpliv izpuščene odpadne vode na vodne organizme Donave ne bo zaznaven. Med industrijskim obratovanjem si je treba stalno prizadevati, da se doseže čim večja stopnja čistilne učinkovitosti, oziroma je potrebno stalno spremljanje izpustov.

V obdobju skupnega obratovanja bo količina izpuščene odpadne vode približno ~90 m³/h, istočasno se koncentracija, kot rezultat čiščenja, ne bo spremenila. Na podlagi navedenega so zaključki za obdobje obratovanja Paksa II. isti, kot za obdobje skupnega obratovanja.

Izpusti obdelane deževnice v Donavo

Na področju obratovanja deževnico zajemajo s pomočjo pasti za olje in jo zbirajo v severnih in južnih kanalih, nato se deževnica prenaša v severni kanal za hladno in južni kanal za toplo vodo. Na podlagi študije osnovnega stanja ni bilo zaznavnega vpliva izpuščanja tople vode v Donavo glede naftnih derivatov.

Poškodba rezervoarjev za kemikalije, odstranjevalce kemikalij, rezervoarja dizelskega generatorja, uhajanje izrabljene nafte in drugih tekočih odpadkov

Rezervoarji za kemikalije, odstranjevalce kemikalij, rezervoarji za izrabljeno olje in druge tekoče odpadke so načrtovani za zaprti prostor. Rezervoar za gorivo dizelskega generatorja je na odprtem prostoru. Študija morebitnega uhajanja in širjenja onesnaženega materiala kaže, da med lokacijo obratovanja in Donavo potujejo 10-20 let. V primeru morebitnega poškodovanja rezervoarjev za kemikalije, odstranjevalce kemikalij, rezervoarja dizelskega generatorja, rezervoarjev izrabljenega olja in drugih tekočih odpadkov lahko s pomočjo takojšnje lokalne intervencije preprečimo, da iztečeno olje in onesnaženi materiali ne dosežejo Donave. V skladu s tem izredni dogodek takšne vrste nima izračunljivega posrednega ali neposrednega vpliva na površinske vode.

Uhajanje neobdelane komunalne odpadne vode

Sama okvara čistilnih naprav industrijske odpadne vode ne povzroča uhajanja neobdelane komunalne odpadne vode v Donavo oziroma druge površinske vode, ker to vodo najprej usmerijo v bazen za mulj in nato v kanal za toplo vodo, preko katerega je potem izpuščena v reko Donavo. Končno čiščenje izvajajo na območju bazenov za. Poškodovanje letih lahko realno pomeni le onesnaženje podtalnice, ne pomeni pa onesnaženja površinskih voda. Teoretično v povezavi z uhajanjem neobdelane komunalne odpadne vode v Donavo lahko ugotovimo naslednje. Ko pride do onesnaževanja Donave preko kanala za toplo vodo, verjetno zaradi znatnega razmerja redčenja (1:0,0003), niti uhajanje neprečiščene vode ne povzroča smrti živih bitij, učinek je verjetno subletalen, zaznavamo občasno umikanje živih bitij, ki so sposobna za aktivno premikanje. Istočasno pa toksični materiali, katerih razgradnja traja dolgo časa, lahko dolgoročno vplivajo na vodne organizme. Ta vpliv ob upoštevanju razmerja redčenja Donave na podlagi ocene strokovnjakov ne presega 50 km.

13.3 EVALVACIJA PROJEKTA PAKS II V LUČI NAČRTA UPRAVLJANJA Z REČNIM BAZENOM

Na podlagi načrta upravljanja voda za povodje Donave (VKKI 2010) je ekološke stanje celotnega domačega odseka Donave zmerno, ne dosega dobrega stanja. Razlogi tega so delno kakovostne narave, morda bolj hidromorfološki, ker je kvalifikacija glede kemijskega stanja Donave dobra. Na podlagi fitoplanktonov in fitobentosa je kvalifikacija Donave na odseku Szob-Baja in južno od Baje dobra. Na podlagi kvalifikacije makrozoobentosa in ribjih kolonij niti en odsek Donave ni dosegel kvalifikacije dobrega stanja. Razlog za to je predvsem signalizacija hidromorfoloških vplivov, ki so nastali zaradi protipoplavne zaščite, zavarovanja obale in preoblikovanja rečnega korita, kjer je vsak odsek dobil dobro kvalifikacijo na podlagi analize drugih elementov. Na podlagi študije bentoških nevretenčarjev, ki jo priznava tudi ICPDR, Donava in največ njenih pritokov kaže srednje-kritično onesnaženost. Na podlagi dejstev načrta upravljanja voda lahko ugotovimo, da dobro ekološko stanje madžarskega odseka Donave lahko dosežemo le v sodelovanju z ostalimi državami na območju povodja. Zmerno ekološko stanje, ki je nastalo zaradi hidromorfoloških intervencij in izpuščanja odpadnih materialov, lahko popravimo le s pomočjo znatno večjih intervencij z veliko stroški, da bi dosegli uvrstitev v višji razred. Med ekološkimi cilji je vodni odsek Donave med Szobom in Bajo, z oznako HURWAEP 444, katerega dobro ekološko stanje lahko po načrtu dosežemo do leta 2027 (VKKI 2010).

Kot del študije vpliva na okolje je na podlagi smernic okvirne direktive o vodah bila leta 2012 in 2013 izvedena analiza osnovnega stanja, katere rezultati potrjujejo, da so kvalifikacijski elementi oziroma njihove vrednosti (fizični in kemijski kazalniki vode: dobro; FP: dobro; FB: zmerno; MF: zmerno; MZB: zmerno; ribe: dobro) dosegli vrednosti načrta upravljanja voda, niti eden od elementov ni kazal slabšega stanja. V celoti je stanje raziskovanega odseka Donave kazalo zmerno stanje v skladu z načrtom upravljanja voda.

Bolj natančne analize so istočasne pokazale, da obratovanje jedrske elektrarne Paks zaradi toplotne obremenitve, ki jo povzroča izpuščanje tople vode, zaznavno vpliva na makrozoobentos in ekološko strukturo ribjih kolonij, tega vpliva pa ni bilo mogoče izključiti v primeru fitobentosa. Ta vpliv je zaznaven v kazalcih strukture kolonij do spremembe temperature $\Delta t=2,5^{\circ}\text{C}$. Sprememba v temperaturi med obratovanjem jedrske elektrarne v Paksu se pojavlja na območju 2 km na desnem odseku obale Donave. Na podlagi rezultatov analize je potrjeno tudi to, da širina območja ne povzroča slabše kvalifikacije ekološkega stanja na relevantnem odseku Donave.

Pri investiciji Paks II. pomeni najbolj pomembni vpliv na okolje prav toplotna obremenitev. Na največjo toplotno obremenitev lahko računamo med leti 2030-2032. V tem obdobju bodo istočasno obratovali štiri enote jedrske elektrarne Paks in dve enoti Paks II. Celotno vplivno območje toplotne obremenitve na nizvodnem delu Donave pomeni maksimalno razdaljo 11 km. Ta točka je na rečnem kilometru 1515,8. Na podlagi navedenega lahko ugotovimo, da glede toplotne obremenitve ne pričakujemo čezmejnega vpliva.

Na podlagi navedenega v prejšnjih poglavjih bodo neposredni nosilci vplivov skupine živih bitij, predvsem fitobentos, makrozoobentos in ribe. Neposredni nosilci bodo predvsem organizmi, ki se prehranjujejo – makrozoobentos in ribe. Najmočnejši neposredni vpliv na razširjanje invazivnih vrst pomeni vloga tople vode. Vpliv zaradi toplotne obremenitve je dolgoročen, močan in je pomemben na vplivnem območju. Na podlagi rezultatov ekoloških študij lahko domnevamo, da vpliv toplotne obremenitve pri niti eni skupini živih bitij ne bo povzročil slabše kvalifikacije na podlagi smernic okvirne direktive o vodah na relevantnem odseku nizvodnega dela. S tem so te ugotovitve veljavne tudi za povzeto ekološko stanje.

Rezultat modelnih izračunov za samostojno obratovanje Paksa II (2037-2085) kaže, da mera toplotne obremenitve ne bo različna od sedanje emisijske vrednosti v jedrski elektrarni Paks. Razprostranjenost vplivnega območja na nizvodnem delu Donave bo znašala ~1 km. To pomeni tudi to, da od 2037 lahko računamo na boljše stanje okolja od današnjega na odseku nizvodno od izpuščanja.

Na podlagi analiz lahko ugotovimo, da investicija Paks II. ne ovira ekoloških ciljev na relevantnem odseku Donave, ali pa spremembo v dobrem ekološkem stanju vode, zaradi tega rokov za doseganje ciljev ni treba spreminjati.

14 GEOLOŠKE SREDNJE IN PODZEMNE VODE NA OBMOČJU IN V NEPOSREDNI OKOLICI

Opredelitev in značilnosti geološkega stanja in stanja podtalne vode na področju jedrske elektrarne Paks obsega le območje označeno za razširjanje in ozko okolico (3 km, najbližje zajetje pitne vode Csámpa).

Opredelitev značilnosti podtalne vode zajema podtalnico na območju analize, morebitne vodne baze priobalnih vodnjakov in vodo v slojih. Na področju jedrske elektrarne in v okolici še zmeraj deluje opazovalno omrežje vodostaja in kakovosti vode, ki obsega več kot 220 izvirov, ki skupaj z izviri vodovoda Csámpai Vízmű opredelijo horizontalno območje raziskave. Analiza – ob upoštevanju lege napajanja vode v slojih – zajema geološki prostor do globine 210 metrov vertikalno od površine.

Na območju obstajata dve vrsti podtalnice: v panonski peščenih slojih se nahaja voda v slojih, in sicer globoko, pod sloji, ki zapirajo odtok vode, nad njimi pa je povezana pleistocenska-holocenska podtalnica.

Na območju obratovanja zaznavamo sloj razne debelosti in sestave, ki dosega podtalnico, in pod katerim je novoholocenska glina, pesek in blato. Dlje od rečnega korita Donave originalni teren pokriva staroholocenski živi pesek. Preko navedenih slojev lahko deževnica curlja do podtalnice. Na nizkem poplavnem področju so povsod nekdanji napolnjeni meandri. Sedanji protipoplavni nasipi, ki so zgrajeni na 96-97 mBf od poplavnega območja, varujejo okolico, vendar

spremenbe vodostaja Donave - predvsem preko nekdanjega korita – močno vplivajo na spremenbe vodostaja podtalnice.

Nad aluvijem iz visokega in srednjega pleistocena Donave, v višini okoli 6-8 metrov je staroholocenska terasa, katere material je drobnji pesek iz rečne vode, s sloji drobnih kamnov. Površino tega pokriva novoholocenski živi pesek. Donava ne vpliva ali le malo vpliva na vodostaj podtalnice na terasi.

Dolino Donave iz severozahodne smeri v višini 160-180 mBf meji rečna naplavina. Deževnica, ki pada na površino naplavine in curlja ter se zbira nad sloji, ki zapirajo vodo, na bolj poroznih ravneh oteka proti bazi erozije (v Donavo). To območje napaja podtalnico v dolini Donave. Plast, v kateri je podtalnica, mejijo redi zgornje-panonskih naplavin, sloji peska, laporja, mulja, torej jih sestavljajo plasti, ki obdržijo vodo, in plasti, ki vodo le zadržujejo. Vertikalni dejavnik curljanja zgornjega sloja 20-30m znaša 10^{-6} - 10^{-7} m/s. Debelina zgornje-panonskih naplavin na tem območju znaša približno 500 m. V naravnih okoliščinah podtalnica ne pride do vode v plasteh ali slojih zaradi pritiska vode v plasteh, ki obdržijo vodo.

Podtalnica na tem območju tvori skladen sistem, povprečni vodostaj podtalnice preide v naplavine (pesek in mulj), v globini 8-10 metrov pod tlo. Vodostaj vedno določa aktualni vodostaj Donave.

Ob visokem vodostaju in poplavih reka napaja tudi plasti, ki obdržijo podtalnico, podtalnica, ki curlja od zadaj se vrača, in raven podtalnice se dviga. Vpliv spremenb vodostaja Donave - nihanje vode presega 8,5 metrov – se po podatkih iz izvirov, ki spremljajo podtalnico, pojavi v priobalnem pasu 200-500 m, vendar se ta vpliv kaže tudi na 1500 m od obale. Vpliv se opazi pozneje, le v času trajne poplave, in sicer v celotnem pasu, dviganje vodostaja je dlje od obale čim manjše. V času krajših poplav je višina neznatna. Dviganje ravni podtalnice, ki ga povzročajo poplavni vali, se pojavijo na 100-200 metrov od obale čez približno dva dni.

Poleg kanala za hladno vodo pričakujemo maksimalni vodostaj podtalnice okrog 94 mBf. Na področjih elektrarne, ki so bolj oddaljena od Donave, je večletno povprečno sezonsko nihanje vodostaja okrog 2 m. Hitrost pretoka podtalnice ni skladna in se spreminja odvisno od sestavine napajalnega sloja.

Kemijska sestava podtalnice je kalcijev hidrogenkarbonat. Celotna vsebina raztopljenih snovi vode znaša povprečno 300-400 mg/l, pH je rahlo alkalen, celotna trdnost je povprečno 15–25 nk°, koncentracija kloridnih ionov je povprečno 20–30 mg/l, vsebina sulfatnih ionov je povprečno 100–150 mg/l. Značilna je višja vsebnost železa (0,5–1,0 mg/l) in mangana (0,3–0,8 mg/l).

14.1 GLAVNI PROCESI PODZEMNIH VODNIH TOKOV V BLIŽINI OBMOČJA

Podzemna voda

Opravili smo analize kompleksnih analiz modela pretoka podzemne vode in vodnih plasti v ožjem okolju jedrske elektrarne Paks, oziroma analizo gibanja pripadajočega največjega mobilnega izotopa tritija (^3H), saj se elektrarna nahaja na obali Donave, glavni dejavnik dominantnega pretoka podzemne vode in vode v okolju je sama Donava in pripadajoči kanal za hladno vodo. Poleg dveh dejavnikov ima močan vpliv jezero Kondor in zahodna platforma. Skupni vpliv določa v okolju lokacije pogoje pretoka podzemnih voda za določeno obdobje.

Za področje so značilne naslednje splošne hitrosti:

- V bližini severne strani glavnega objekta in kanala hladne vode se razvijejo bistveno večje hitrosti pretoka podzemne vode, kot na južni strani. Razlika je lahko tudi 1-2 redov velikosti.
- Na jugovzhodni strani se srečujeta dva območja v nasprotju pretokov. Zaradi tega od vrtnine O5 proti severu nastane eno počasno področje.

- V primeru linije vrtnine T (vzhodno od linije vrtnine O) nastane pretog od jezera Kondor.

Na podlagi primerjave največjih hitrosti je razvidno, da najmanjša hitrost nastaja med srednjim vodostajem Donave, $V_{\min} = 7,7 \cdot 10^{-6}$ m/s. Največje hitrosti so med najmanjšim vodostajem Donave, $V_{\max} = 1,6 \cdot 10^{-5}$ m/s. Zgornje hitrosti so tipične v bližini Donave in kanala hladne vode, v neposrednem okolju glavnega objekta je najmanjša hitrost pretoka podzemne vode. To dnevno pomeni prevoženo razdaljo od 0,66 – 1,38 m v bližini kanala hladne vode. Razlika hitrosti v bližini kanala hladne vode in glavnega objekta je lahko tudi 1-2 red velikosti. Prevožena razdalja v bližini glavnega objekta je odvisno od lokacije in vremena 0,028 – 0,53 m. V nenasičeni coni smo ugotovili tudi vertikalna oscilacijska gibanja. Velikost je za več redov velikosti manjša, kot hitrost nastala v nasičeni coni.

Za vrednotenje medsebojnega vpliva podzemnih i površinskih voda na lokaciji in okolju smo izdelali model hidrološki model ki uporablja pogoje med ekstremnih vodostaja Donave. Ekstremne vrednosti smo izbirali iz podatkov merilnika vodostaja Paks in iz podatkov za 13 let (2010-2013) vodnega objekta poleg kanala hladne vode. Najnižji vodostaj je bil dne 03. 12. 2011. Merilnik Paks je izmeril nivo 84,81 mBf, ampak na kanalu hladne vode vodostaj 84,3 Mb. Najvišji vodostaj je bil dne 11. 06. 2013. Merilnik Paks je izmeril nivo 94,29 Mb, ampak na kanalu hladne vode vodostaj 94,01 Mb.

V primeru ekstremno nizkega vodostaja Donave procesi slede procese definirane za nizki vodostaj, to je od Ribnikov proti Donave je prisotna vzhodna pretoka, ampak proti kanalu hladne vode severozahodna pretoka. To pomeni da v primeru nizkega vodostaja Donave ribniki so izvire, vendar Donava in kanal hladne vode so vrtače.

V primeru ekstremno visokega vodostaja Donave procesi tudi slede procese definirane za visoki vodostaj, vendar je povratno dviganje nivoja pomembno močnejše. Na južnem delu lokacije poleg Donavi nastaja učinek dviganja nivoja v smeri zahoda proti Ribnikov. Na vzhodni strani kanala hladne vode tudi nastaja učinek dviganja tudi proti Ribnikov. Južno od kanala hladne vode pri pasnem kanalu se srečujeta tokovi v smeri zahoda in vzhoda (od strani zahodne platforme). Na zahodni strani kanal hladne vode (razširitveno področje) nastaja severozahodni pretok, ki pojenja po srečanju z jugovzhodnega toka iz smeri zahodne platforme. V tem primeru Donava in kanal hladne vode so izviri, oziroma pasni kanal je vrtača.

Prostor hitrosti modela smo povezali na takšne lokacije, za katere smo predpostavili, da prizadeto mesto, na primer področje spodaj blokov, tehnološko področje, prizadeti odsek cevovoda more delovati kot izvira tritija. Med štetjem leče tritija smo predpostavili da ker tracij pronica v tla, lahko nastaja določena koncentracija večja od neobremenjenega mesta. Model je računal za te lokacije nadaljnje širjenje vhodne količine tritija, katero smo prilagodili za predpostavljene in merjene podatke za te lokacije kot začetno stanje. Lečo tritija za začetno stanje smo prejeli iz ene „steadystate“ simulacije reševanja enačb ki ustrezajo stanju dinamičnega ravnovesja, us prejšnjim spremenljivi m(prehodnim) izračunom. V primeru izračuna v zvezi tritija osredotočili smo se pred vsem na okolje glavnega objekta. Čas dosega med glavnega objekta in najbližjih vrtnin za opazovanje podzemne vode je 1-6 mesecev, ampak med glavnega objekta in Donave je 12-20 let odvisno od vodostaja Donave. Tiste smo podatke poleg izračuna modela potrdili z pomočjo vodnega veka izračunanega iz tritija visoke občutljivosti in raztopljenih helijevih izotopov $^3\text{H}/^3\text{He}$.

Vodni sloji

V okolju Paksa celične ravni zgornje panonske formacije vsebujejo vodne sloje. Povprečna količina vodnih slojev je 1,0-1,5 l/s/km². Globina preizkušenegega zgornjega panonskega vodonosnega sloja je 60–229 m. Statični vodostaji vrtnin - v času priprave – vsakokrat so se umirili nad nivojem terena, torej so vrtnine z pozitivnim pritiskom. Stopnja nivoja tlaka je +0,1 – +6,7 m. Specifični pretok je 5,2–87,7 l/min/m, temperatura izčrpane vode je 14–23°C odvisno od globine sloja.

Na podlagi navedenega, plitve vode iz slojev sedimentne zgornje panonske formacije verjetno tvorijo več medsebojno neodvisnih samostojnih hidravličnih sistemov. Na podlagi pogojev pritiska komunikacija je mogoča samo od vode iz slojev proti podzemni vodi.

Kakovost vode iz slojev je predvsem odvisna od sestave slojev. Osnovni tip vode je navadno kalcijev magnezijev hidro-genkarbonatni, pH je alkalen. Skupna vsebina raztopljenih snovi navadno običajno ne doseže koncentracijo od 1000 mg/l. Voda iz globljih plasteh običajno vsebuje več raztopljeno sol. Vsebinska kloridnih ionov raste odvisno od globi-ne (10–190 mg/l). Vode so praktično brez sulfatov. Zaradi pomembne vsebine železa in mangana potrebna je obdelava vode.

Vodna baza Csámpa-pusztja jedrsko elektrarna Paks oskrbuje s pitno vodo. Trenutno stanje je da 4 aktivnih in 3 rezerv-nih vrtnin predstavljajo sistem črpanja in spremljanja vode. Skupni pretok aktivnih vrtnin je okoli 800 m³/dan, katero v gradbeni fazi Paks II. o predhodnih izračunih se dviga na okoli 1400-1500 m³/dan. Prirastek je okoli 650 m³/dan. V zad-njih 10 letih (od 2004 do 2013) stopnja črpanja kaže tendenco zmanjšanja, ko se je zmanjšal kot statični, takšno aktivni nivo vode. Opredelili smo smeri poteka v okolju aktivnih vrtnin, pote z dostopom od 50 let, oziroma stožec depresije ki nastaja kot posledica povečanega črpanja. Na podlagi hidrološkega modela vodne baze ni načina da podzemna voda spodaj jedrske elektrarne Paks doseže vodeno bazo Csámpa-pusztja, saj je to območje dvigovanja, tako tlak se poveču-je z globino. Prisotnost morebitne komponente sveže vode v vodnem sloju smo izključili tudi z pomočjo laboratorijske meritve visoke natančnosti, kot v vrtnin vodnega sloja Csámpa, in tudi na področju elektrarne.

14.2 VPLIV USTANOVITVE IN DELOVANJA PAKS II. NA GEOLOŠKO FORMACIJO, OZIROMA NA PODZEMNE VODE

V fazi načrtovanja ni treba prešteti na močnejša, obsežnejša dela, tako niti na vplive v vezi s tistim, glede geološke for-macije. Se pričakuje samo sečnja dreves, in zemljana dela v zvezi premestitve komunalnih inštalacija. Na področju inve-sticije in gradbišču so več vrtnin za opazovanje podzemne vode, je treba zagotoviti odprava / premestitev tistih.

Tla iz izkopa za temelje novih objektov se navadno štejejo kot odpadki, vendar je njihova umestitev na gradbišču zago-tovljeno. Za obdelavo humusnih slojev je predhodno potrebno izdelati načrt reševanja humusa. Selektivno izkopen sloj humusa se umesti na skladišče in se pozneje uporablja za urejanje okolice. Druga je možnost da se odstrani od grad-bišča in se na podobne območju uporabi kot vrhnja plast tal. Vpliv pripravljalnih del je nevtralen. Vpliv izkopa humusnega tla na med gradnjo je enkraten, tudi časovno ločeno. Humusna tla katera so sedaj pokopana bosta izkoriščena, tako je ta učinek izboljšava tla.

Med izkopom temeljev, pobočja, začasnih cestah se pojavi prašenje tla. Ta se vpliv pojavi samo na globini do 20 cm,. Velikost delcev tla iz izkopa je povprečno 0,1–0,3 mm, torej ta tla se nagibajo k prašenju. Prašenje tla se pred vsem pojavi med suhega, toplega obdobja. Ob zimskem obdobju, nizki temperaturi in visoki relativni vlažnosti pojava ni pomembna. Prašenje tla, kot vpliv, glede kakovosti zraka je neugoden, zlasti v bližini zemeljskih del, področje vpliva zadvisi od velikosti izkopa. Pojava prašenja je periodična, se pojavi samo na odprtem izkopu, neugoden vpliv se lahko zmanjša namakanjem ali gramozom na transportnih potih.

Stabilnost izkopa temeljev – zgoraj nivoja podzemne vode – ogrožajo pred vsem intenzivne padavine. Peščena tla so občutljiva na erozijo, zaradi tega ustrezno stanje izkopa je potrebno zagotoviti strokovnim črpanjem deževnice (jarki, jame, stabilizacija tal, utrjevanje).

Na področju gradnje, kot posledica teže objektov se pričakuje povečanje obremenitve slojev. Posledica povečane obre-menitve slojev je postopno zbijanje, kompaktnost tal. Prostornina peščenih sedimentov z enako velikostjo delcev – pros-tim premeščanjem delcev se lahko zmanjša za 20%. Največje je zbijanje sedimentov z vsebino organskih snovi, drobno-zrnatega tla, vendar manjše je zbijanje tla z večjih zrna (pesek, gramozni sedimenti). Na gradbišču so vse te formacije prisotna, ampak teža objektov največ ogrožava peščene sedimente. Vpliv temeljev na globoko trlo je nevtralen, poleg tega se nekatere geofizične lastnosti (na pr. napetost, prevodnost vode) izboljšajo. Vendar neenakomerno pogrezanje kot posledica zbijanj lahko ogrožajo konstrukcijo objektov.

Med gradnjo elektrarne, črpanje vode iz izkopa temeljev ima vpliv na nivo podzemne vode, oziroma črpanjem se odstranjuje velika količina vode, katera dosega v Donavo. Na podlagi tehničnih načrta smo razporejali objekte blokov z globokim temeljem, katere smo upoštevali kot neaktivne celice (celice izključene iz preteka podzemnih voda) v končanem stanju. Na podlagi tehničnih podatkov, globina omenjenih objektov je verjetno od 16 do 20 m. Med preiskavo smo na konservativen način enako računali z 20 m. Gradnja temelja blokov verjetno se ne bo zgodil vse naenkrat, Zaradi tega smo i v modelu ločeno preizkusili vplive (prvo Paks II. 1. blok, po tem 2. blok).

Izkop katero model šteje kot neaktivno celico, smo obkrožili omrežjem drenaže. Količina vode skozi omrežja drenaže je enaka kot količina vode izčrpane iz izkopa. Praktično bo potreben nekatera zaščitna stena ali utrjevanje na robu izkopa, vloga tega je preprečevanje strni, oziroma fizična stabilnost naklona. V modelu smo obkrožili steno izkopa, globina tega je nekaj metrov višje od 20 metrske globine izkopa.

Povprečna vrednost letnega nihanja nivoja vode v vrtnin za opazovanje na celotnem področju lokacije je nekaj večje kot 3. Na severnem delu lokacije, povprečna vrednost letnega nihanja nivoja vode v vrtnin za opazovanje je nekaj večje kot 4. Za določitev področja vpliva smo definirali vpliv črpanja iz izkopa, z povprečno vrednostjo vseh monitorinh vrtnin na lokaciji (~3,12 m = 3 m).

okolju severne strani obstoječe elektrarne je izmerjeno odsesavanje od 3-3,5. To verjetno ne bo povzročilo statične probleme na severni strani glavnega objekta, ker pod bremenom teže objekta tla je skozi leta konsolidovano, oziroma tudi sedaj obstajajo tisti vplivi zahvaljujoč nihanju vodostaja Donave. Med črpanjem izkopa temelja drugega bloka je manjše zmanjšanje vode, ker je površina pripadajočih objektov 2. bloka manjša. Območje vpliva ne zajema severno mejo obstoječega bloka, tako da ni pričakovati vpliv na področju obstoječega bloka. Vendar med izkopom temelja prvega bloka treba upoštevati črpanje izkopa drugega bloka.

Depresijski lijak od črpanja izkopa temelja več mobilna tsnov tricij. Curek tritija v začetnem stanju poteka v kanal hladne vode, v smeri sever-severovzhod. Kot vpliv črpanja curek poteka v smeri severa .

Iz hidrološkega modela lokacije so razvidne dva zaključka, črpanje ime samo zelo omejen vpliv (nekoliko 10 metrov je premer področja vpliva), kateremkoli onesnaževalo ki prodre v tlo samo posrednim putem (podzemna voda → Donava) može priti do sosednjih držav. Onesnaževala v tla v normalnem delanju ni dovoljeno. Navadno gledano, da niti v primeru havarije količina onesnaževala, katera prodrejo v tla je samo manjši del načrtovane tekoče emisije, ne povzroča čezmej-ni vpliv, oziroma tudi v toleranco ne spremeni sicer prevladujoče vplive iz emisije v zrak.

Iz hidrološkega modela spremenjenih poti pretoka lokacije (dopolnjeno z razporeditve novih blokov, razširitev kanal tople in hladne vode, drugi objekti, kateri lahko spremenijo pogoje preteka), časa dostopa, je opravljeno glede na nizki, srednji in visoki vodostaj Donave. Uporaba modela vsebuje permanentno stanje, to pomeni da je vodostaj Donave stalen med celotno obdobje delanja. Samostojno delanje Paks II. je od 2037 do 2090. Verjetno med nekaterih obdobja deljenja bo prekrivanja. Vpliv Paks II. na smer pretoka in hitrosti je vidno le v volumnu spodaj objektov z globokim temeljem, Ozima v neposrednem okolju. Na strani objekta pretok spremeni smer, ampak dominantni smer je nasproti kanala hladne vode. V volumnu spodaj objektov se poveča hitrost pretoka, ker voda priteka v sloju gline in med temeljih skozi manjšega obsega. Smeri med nizkim in srednjim vodostajem Donave ne odstopajo od omenjenega smerja, spremeni se samo hitrost pretoka, tako da so največje hitrosti med nizkim vodostajem, v smerju kanal hladne vode. Poudarimo, da so per-manentne uporabe modelov pesimistične ocene in se nanašajo na 53 leta. Nikoli se ne more razviti na Donavo takšni nizki ali visoki vodostaji, da obdržano več od pol leta, ker se pretok in vodostaj nenehno spreminja.

Na podlagi računanih poti pretoka in predpostavljene razporeditve tehnologije smo predlagali lokacije omrežja monitorinh vrtnin za opazovanje podzemnih voda. Monitorinh vrtnine je potrebno razporediti tako, da kjerkoli se zgodi, nenadzoro-vano uhajanje v podzemne vode, ali morebitno v nenasičeni tonu, monitorings sitem to lahko zanesljivo zaznati, v krat-kem času pred doseganje onesnaževala v Donavo. Met načrtovanjem vrtnin smo upoštevalida vpliv dveh elektran bo jasno ločen, oziroma da je prvi prizadeti sloj, prva zona podzemne vode zgoraj vodotesnega sloja. Omrežje vrtnin smi

ločili v dve skupine: vrtnin nemudoma izvedljive, oziroma v bližini objekta blokov, katere je priporočno graditi po skončanju izkopa temelja in urejenja okolice. Za vrtnine vodenih slojev je potrebno upoštevati, da tehnična napaka, oziroma drastično zmanjšanje nivoja vode sloja niti pri skupnem vplivu ne more provročiti migracijo onesnaževala v vodeno bazo. Ker niti med gradnjo, niti poznejše med delanjem te vrtnine ne dajo več informacija, priporočamo gradnjo omejeno številu vrtnin vode sloja.

Ker med normalnim delanjem radionuklidi iz dva nova bloka oziroma skupno iz obstoječa štiri bloka, ne povečajo skupno alfa aktivnost vode Donave za $0,1 \text{ Bq/dm}^3$, skupno beta aktivnost za 1 Bq/dm^3 koncentracije aktiviteta, enotni izotop z merljivim vplivom je tricij. Dve enoti bosta zmogli povečati aktivno koncentracijo tritija v reki Donavi v primeru nizkega vodostaja za $0,96 \text{ Bq/dm}^3$. Za primerjavo, koncentracija aktiviteta tritija padavine je sedaj $0,5\text{--}2 \text{ Bq/dm}^3$ mejna vrednost za pitko vodo je 100 Bq/dm^3 , tako, da ni pomemben učinek na Donavo, niti na vodeno bazo poleg Donave, katera uporablja vodu delno iz Donave, ni možno določiti področje vpliva.

14.3 TEŽAVE PRI DELOVANJU, NEPREDVIDENI DOGODKI

Ker posamezne koreografije ne smatrajo verjetnim doseganje radioaktivnih tvori v podzemne vode, to je onesnaževanje podzemnih voda mogoče samo v posredni obliki: atmosferska depozicija, oziroma izpiranje na površino tla → po tem širjenje v nenasičeno cono, do doseganja nasičene cone. Ti proces ne bo imel vpliv na podzemne vode, zahvaljujoč visoki sorpcijski sposobnosti tla, oziroma izotopno specifičnega dolgega roka doseganja, celo več sto let (čas doseganja i za tricij je v obsegu od nekaj let do 10 let). Vendar Ugyanakkor je tudi res, da po morebitnem doseganju nasičene cone zaradi specifičnih pogojev pretoka podzemna voda (in skupaj druge snovi) končno dosega Donavo. Ker so časi doseganja med lokacijo in Donavo i za tricij v podzemni vodi 10-20 let, za intervencijo morebitnih med morebitnih dogodkov, dekontaminacijo obstaja razpolago dovolj časa pred doseganjem Donave onesnaževala. To na vodene baze z obalno filtracijo ovi dogodki nimajo.

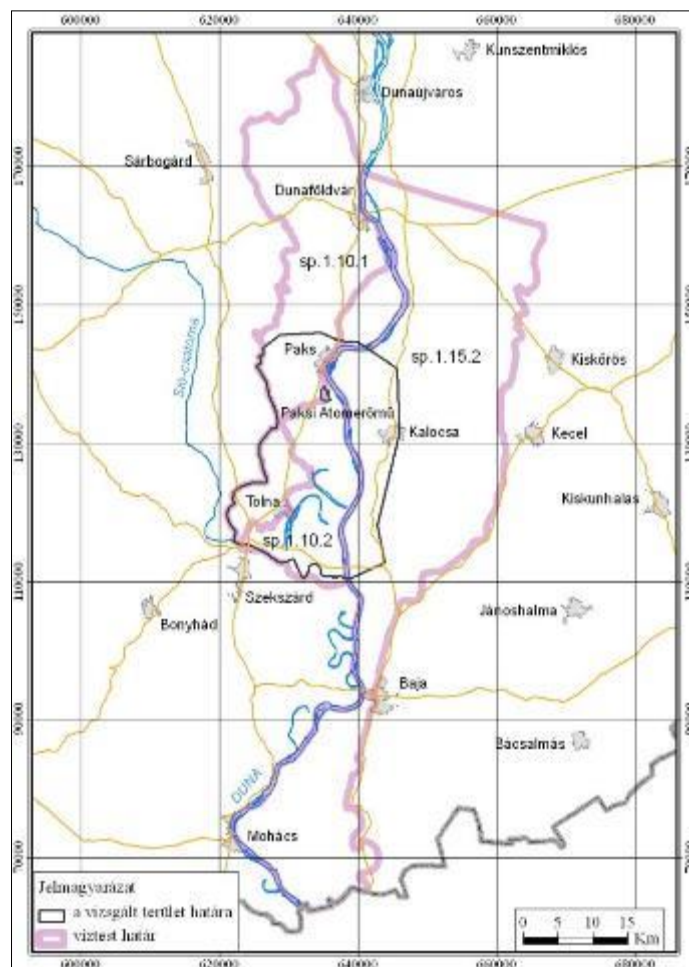
Na načrtovane področju novih blokov najverjetnije potencialno onesnaževanje je skladiščenje kemikalij, olje iz transformatorjev, oziroma skladiščenje dizla.

Širjenje oljnih onesnaževala določajo 4 faktorja, advektivni transport, disperzija, sorpcija, oziroma biodegradacija. Dokler v področju doseganja olja po skončanju doseganja obstaja samo olje absorbirano v tlo (relativno mala količina), vendar v drugem kapilarnem pasu se poveča koncentracija olja in gibanje določa vpliv kapilarne moči. V pasu filtracije gibanje olja je relativno hitro, v kapilarnem pasu lahko obstaja olje po več mesecev, ali let. Največja hitrost gibanja leče olja v karaktistični geološki formaciji je v obsegu največ 10^{-8} m/s . Lokacija je na okoli 1000 m od roba obale Donave, tako gibajoča leča olja dosega Donavo za 3000 let. Ker oljna onesnaživala so težko topna v vodi ($20\text{--}80 \text{ mg/l}$) izravni transport skozi podzemno vodo ni pomemben faktor, čeprav za 10-20 let lahko dosegne Donavo. Za oljn derivative je karakteristično, da je razpolovni čas v obsegu 1-2 (uz ustrezno količino kisika), tako za določbo in dekontaminacijo takve oljne leče je na razpolago dovolj časa pred doseganjem Donave.

Kemikalije uporabljane v veliki količini (skladiščene so): Borna kislina (v trdnem stanju, in vedno v kontejneru), hidrazin, amonij, natrijev hidroksid, kalijev hidroksid, solna kislina in dušikova kislina. Postaja polnilnice bo ustvarjena tako, da med polnjenjem ni mogoče uhajanje. V interesu da kemikalije ne dosega v okolje v zvezi ekoloških havarija, bodo vgrajene ustreznih kadi za zbiranje, tako ni možno onesnaževanje tal in podzemnih voda.

15 GEOLOŠKE FORMACIJE IN PODZEMNA VODA V DOLINI DONAVE

V oddelku 2. c) dodatka 2 vladne odločbe št. 219/2004 (VII.21.) o zaščiti podzemnih voda, ki obdajajo postajo jedrske elektrarne Paks je kot občutljive treba obravnavati tudi perspektive ravnanja s podzemnimi vodami. Hidrogeološke značilnosti stanja podzemnih voda doline reke Donave in vplivi Paks II. na podpovršinske vode izven lokacije so lahko razširjeni samo indirektno preko reke Donave.

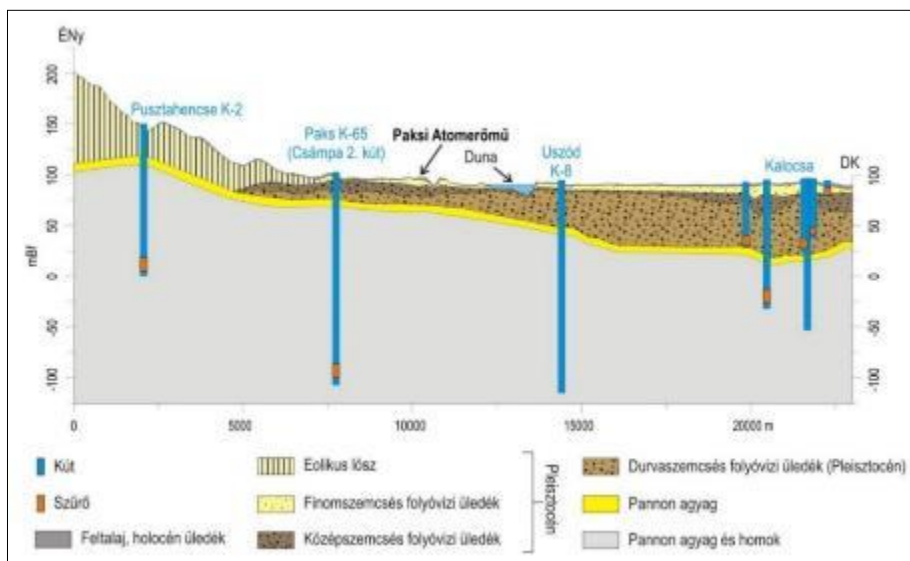


Paksi Atomerőmű	Jedrska elektrarna Paks
Jelmagyarázat	Legenda
a vizsgált terület határa	Meje področja raziskave
víztest határ	Meje vodnega telesa

Slika 74: Povezave med prizadetim vodnim telesom na področju raziskave

Povezave med reko Donavo in sistemom podzemnih voda so zbiralniškega značaja, odvisno od vodne cikla na reki Donavi, ki vpliva na podzemne vode na različne načine in v različnem obsegu.

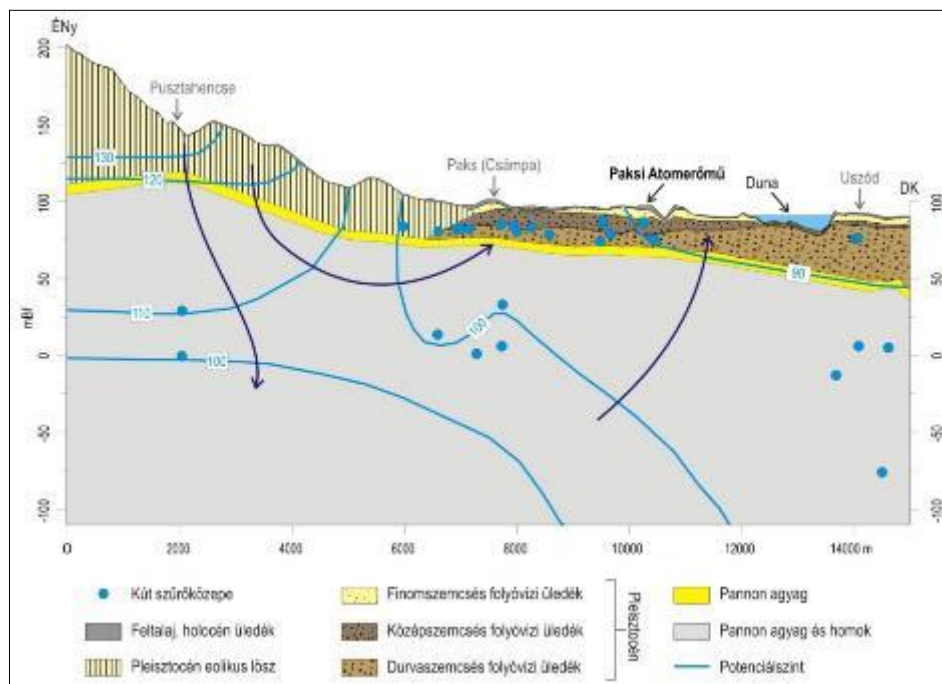
Podzemne vode doline reke Donave so shranjene v donavskem aluvialnem peščenem odseku iz obdobja pleistocena in holocena. Splošna smer podzemnih voda teče descentno po terenu, tok poteka v smeri SZ proti JV na desnem bregu, medtem ko na levem bregu teče v smeri vzhod-zahod. Najvišje nivoje podzemnih voda lahko najdemo na plošči zahodno od Paksa. Hidravlični gradient se znatno odkloni od kraja Mezőföld proti reki Donavi.



ÉNY	NW (severozahod)
Csámpa 2. kút	Csámpa 2. izvir
Paksi Atomerőmű	Jedrska elektrarna Paks
DK	SE (jugovzhod)
mBf	Metrov nad nivojem Baltskega morja
Kút-	Izvir
Eolikus lösz	Eolitične izgube
Durvaszemcsés folyóvízi üledék (Pleistocén)	Grobi rečni sedimenti (pleistocen)
Szűrő	Filter
Finomszemcsés folyóvízi üledék	Fini rečni sedimenti
Pannon agyag	Panonska glina
Feltalaj, holocén üledék	Vrhnja prst, holocenski sedimenti
Középszemcsés folyóvízi üledék	Srednji rečni sedimenti
Pannon agyag és homok	Panonska glina in pesek

Slika 75: SZ-JV hidrogeološki odsek prereza pod področjem raziskave

V naravnih samopotencialnih pogojih drenažni sistem podzemnih voda pod Donavo prihaja iz pritokov. S hitrimi spremembami nivoja vode teh pritokov v primerjavi s spremembami nivoja podzemnih voda reka Donava nadzoruje višino podzemnih voda vzdolž obrežja. V naravnih okoliščinah pronicanja je razpršitev pritiska redko spremljana z aktualnim tokom v stratum podzemnih voda. Pritisk reke Donave tipično variira in ima povratni vodni učinek na podzemne vode, namesto da bi ga vrnil nazaj oziroma odbil.



ÉNY	SZ
Paksi Atomerőmű	Jedrska elektrarna Paks
DK	SE
SE	SE
mBf	Metrov nad nivojem Baltskega morja
Kút szűrőközepe	Filtrirni center izvira
Finomszemcsés folyóvízi üledék	Fin rečni sediment
Pannon agyag	Panonska glina
Feltalaj, holocén üledék	Površinska prst, holocénski sediment
Középszemcsés folyóvízi üledék	Srednji rečni sediment
Pannon agyag és homok	Panonska glina in pesek
Pleistocén eolikus lösz	Pleistocénsko eolitska puhlica
Durvaszemcsés folyóvízi üledék	Grob rečni sediment
Potenciálszint	Samopotencialni nivo

Slika 76: Samopotencialni prerez pod jedrsko elektrarno Paks

Na podlagi evalvacije vodostaja, ki je bil merjen ob različnih časih in na različni podlagi z različnimi opazovalnimi sistemi, ki delujejo v okviru v jedrski elektrarni Paks, upravljajo pa jih direktorati za upravljanje z vodami, je hidrodinamično vplivno območje reke Donave v največjih poplavah razširjeno na cca. 1000 metrov in 1200 metrov od obrežja na desni in na levi strani reke.

Hidrodinamsko vplivno območje reke Donave ni identično z obsegom kontaminantov iz reke Donave. Večji del leta podzemne vode prehajajo iz pritokov v smeri proti Donavi, ta pa tvori podzemne kanalne formacije. V naravnih pogojih voda prehaja iz reke Donave v odsek, ki vsebuje podzemne vode v tok strmih razlitij (poplav). Voda se pomika samo v smeri pritokov, dokler vodostaj reke Donave vzdržuje ta sistem povratnega toka.

V širitvah, kjer so številni delujoči izviri vzdolž obrežja, postane tok iz reke Donave permanenten kot posledica te produkcije.

Na obravnavanem področju je samo en delujoči vodni filtrirni izvir na obrežju, to je vodni vir Foktő-Baráka (Kalocsa-Baráka) na levem bregu reke Donave, ki z vodo oskrbuje kraj Kalocsa. Zaenkrat ima severni perspektivni vir vode v kraju Gerjen le predhodno gradbeno dovoljenje, kar pomeni, da je namenjen vodnim virom, ki naj bi bili zgrajeni za dobavo vode mestu Szekszárd.

Zaradi geološke strukture je odsek reke Donave nizvodno od Paks preskrbljen z veliko količino zelo kakovostnih na obrežju filtriranih vodnih rezerv. Tudi zato se šteje, da je to količina vode, ki je potencialno uporabljiva za vodne rezerve. Vodne rezerve bi morale biti zaščitene dolgoročno, zaščitne cone so kot »perspektivne vodne rezerve« določene v vladni uredbi št. 123/1997 (VII.18.). Skladno z zakonodajo so cone z vodnimi rezervami visoko zaščitena območja. V teh območjih filtrirane obrežne vode za vodne rezerve, ki so bile predmet študije, je razmerje med reko Donavo in potencialno količino vode za izkoriščanje približno 50%.

Hidrodinamiko vplivno območje reke Donave ne sovпада z območjem, v katerem bi lahko jedrska elektrarna Paks II. Vplivala na podzemne vode. Rezultati modeliranja lokacije in površinske vode Donave kažejo, da v reko Donavo ne prehaja noben tak kontaminant, ne v primeru delovanja kot tudi ne v primeru zaustavitve ali napake, ki bi lahko bil vključen v študijo posrednih vplivov.

Posredni vplivi jedrske elektrarne Paks II. Na podzemne vode v dolini reke Donava se kažejo predvsem s termalnim učinkom reke Donave.

Sezonske spremembe temperature Donave vplivajo na temperaturo podzemnih voda vzdolž rečnih bregov. Način in prenos toplote med vodami, ki tečejo v rečnem koritu in pod površjem, lahko variirajo, odvisno od trenutnih hidroloških in temperaturnih pogojev. Toplotna obremenitev, ki je proizvedena v jedrski elektrarni Paks II bo spremenila naravne pogoje. Uporabili smo numerične hidrodinamske in modele za prenos toplote za raziskavo prihodnjih sprememb, ki se lahko pojavljajo v podzemnih vodah glede na čas in prostor.

Drugače kot za površinske vode zakonodaja ne predpisuje najvišjih omejitev za temperaturo podzemnih voda, ki bi, če bi bila dosežena, pomenila, da je telo podzemnih voda v slabem stanju in da to pomeni, da je treba preučiti vpliv jedrske elektrarne Paks II na podlagi temperaturnih sprememb, ki jih povzroča. (ΔT). Pogoji brez delovanja Paks II. (2014) so bili preučeni na podlagi osnovnih pogojev. Vpliv je bil preučen za dva scenarija: skupno delovanje jedrske elektrarne Paks in Paks II leta 2032 na eni strani in samostojno delovanje jedrske elektrarne Paks II (po zaprtju prvega bloka) leta 2085 na drugi strani. Temperaturni parametri reke Donave v teh obdobjih so rezultat naših prizadevanj za določitev za površinsko vodo reke Donave.

Pri oceni vplivov smo za večjo stopnjo verjetnosti uporabili konzervativne ocene s pogledom na ekstremne hidravlične primere (permanentni pogoji nizkega vodostaja poleti in poplavni valovi, ki se lahko pojavijo po obdobju nizkega vodostaja poleti).

Zaključimo lahko, da tudi konzervativne ocene navajajo, da se posredni vplivi jedrske elektrarne Paks II ne bodo kazali kot monotono permanentno dvigovanje temperature v sistemu podzemnih voda. Dvig temperature podzemnih voda za nekaj stopinj °C se lahko pojavi samo poleti v primeru zelo nizkega vodostaja. Glede na hidrodinamsko modeliranje v primeru skupnega delovanja jedrske elektrarne Paks in Paks II. (2032), lahko predvidevamo v času največje obremenjenosti dvig temperature podzemnih voda za 2,8 °C, kar bi bilo v najslabšem možnem primeru in še to v bližini tokov tople vode v plasteh, blizu površja in živega toka reke Donave. Istočasno lahko zraste temperatura za nekaj decimalnih stopinj °C na mejnih področjih preučevanega območja, vzdolž linije kanala Sió.

V primeru samostojnega delovanja elektrarne Paks II. (2086) se bodo te vrednosti zmanjšale na stopnjo, ki je blizu identične stopnje sedanjih pogojev. Dvig temperature pa se ne bo pojavil niti vzdolž linije kanala Sió.

Praktično je težko zaznati povečanje temperature v peščenih plasteh, ki so ključnega pomena za vodo na lokacijah pridobivanja energije, tako povečanje temperature ne more biti večje od 1 °C.

Glede na vse, kar trenutno vemo, povečanje temperature za nekaj stopinj °C v podzemnih vodah ne bo povzročilo sprememb na kakovosti vode v vodnih telesih. Tudi ne bo povzročilo nobene škode ne na naravnih sistemih kot tudi ne na plasteh vodnih del, saj ni vpliva na proizvodnjo podzemnih voda.

16 HRUP IN VIBRACIJE

16.1 OSNOVNE MERITVE OBREMENITVE S HRUPOM IN VIBRACIJAMI

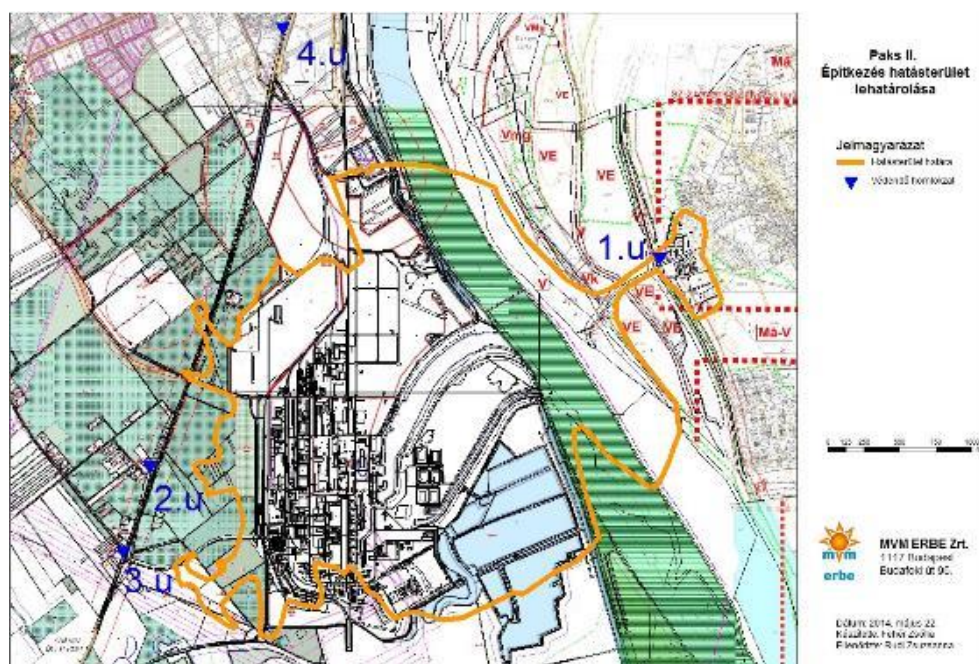
V zvezi s hrupom, ki ga v bližini jedrske elektrarne povzroča promet na dokaj prometnih cestah v bližini naselij, lahko na splošno ugotovimo, da je precej pomemben in da se zaradi tega občasno poveča hrup na območjih, ki so izpostavljena prometu. Osnovna obremenitev s hrupom na naseljenih področjih pogosto presega omejitve zaradi hrupa, ki ga povzroča cestni promet. Največja obremenitev s prometom in posledično s hrupom je zjutraj, med 05:00 in 08:00-09:00 ter popoldne, med 15.00 in 18.00, toda preostanek časa je promet v mejah normale na vseh merilnih točkah, ponoči pa ga praktično ni. Posledično je obremenitev s hrupom običajno presežena v času največjega prometa. Osnovna obremenitev s hrupom v naseljenih območjih na obrežjih Donave pa je nižja od dovoljenih mejnih obremenitev.

V zvezi z merilnimi točkami vibracij v tej študiji v zvezi s projektom vzpostavitve novih enot jedrske elektrarne lahko ugotovimo, da vibracije iz vira vibracij na cestah in železnici, ki bi lahko potencialno izhajale iz vplivnega območja Paks II sicer obstajajo, a so relativno majhne. Po oceni in pregledu vseh podatkov, pridobljenih iz študije obremenitve z vibracijami, lahko ugotovimo, da je obremenitev s hrupom v času meritev nižja od omejitev v vseh treh smereh.

16.2 VPLIVI IN VPLIVNA OBMOČJA IZGRADNJE PAKS II

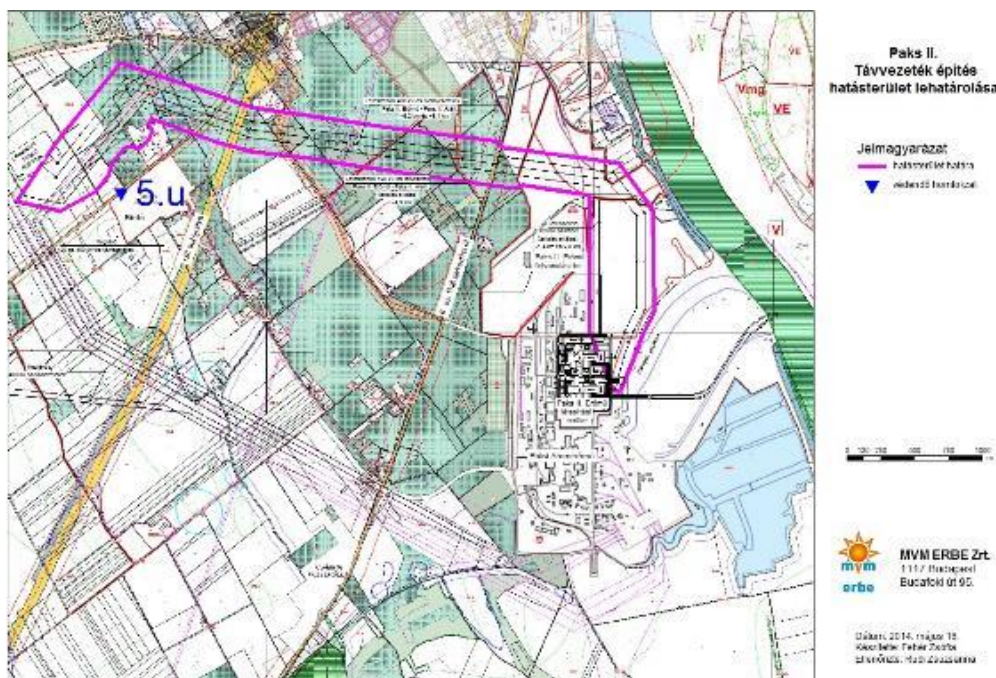
Omejitve obremenitve s hrupom, navedene za zaščitena območja in stavbe lahko opazujemo v vsaki fazi med izvajanjem gradbenih del na območju izgradnje jedrske elektrarne in vzdolž prenosnih linij. Omejitve obremenitev s hrupom lahko opazujemo tudi na zaščitene točkah ceste M6 vključno z osnovnim onesnaženjem s hrupom zaradi prometa in obremenitvijo v višini 0,6-0,8 dB zaradi povečanja prometa, ki ga bo povzročila vzpostavitev jedrske elektrarne Paks II. Rezultati izračunov zaščitene točke vzdolž ceste št. 6 (prav tako osnovne meritve) lahko dokažejo presežene mejne vrednosti v trenutnem osnovnem stanju. Prizadetost s hrupom zaradi izvedbe jedrske elektrarne Paks II bo najverjetneje povečala osnovne meritve za 0,8-2,1 dB. V času izgradnje naj bi dnevno pripeljal en (1) tovorni vlak preko tega območja, zato bodo lahko upoštevane mejne vrednosti obremenitve s hrupom.

Skupno vplivno območje izgradnje pokriva lokacijo jedrske elektrarne Paks in nenaseljena sosednja področja vzdolž reke Donave ter na zahodni strani vasi Dunaszentbenedek (slika 77). Skupno vplivno območje za izgradnjo prenosne linije je locirano v skoraj 70 m veliki poslovni coni, približno 100-150 metrov od teh linij okolje ne more biti zaščiteno pred hrupom in tudi 120-300 metrov v smeri proti kraju Biritó (slika 78). Spremembe v obremenitvi s hrupom, ki jih bo povzročil promet zaradi rušenja in obdobja izgradnje je med 0,6 in 2,1 dB, torej ne moremo določiti tega kot posredni vpliv na vplivno območje cestnega prometa zaradi faz rušenja in izgradnje, kot je to določeno v odločbi. Teoretična meja vplivnega območja ne more doseči zaščitene območja v nobenem od preučevanih naselij, zato načeloma tovorni promet zaradi vzpostavitvenih del, ki bo imel majhno intenziteto, največ eno tovorno ladjo s 6 tovari, ne bo imel nobenega vpliva na območje. Vplivno območje na področju fasade bo zaščiteno zaradi železniškega prometa v času implementacije, ki bo približno en (1) tovorni vlak na dan. Ne moremo pa predvideti čezmejnega vpliva zaradi hrupa v zvezi z izvedbo projekta Paks II.



Paks II. Építkezés hatásterület lehatárolása	Paks II – območje razmejitvenih vplivov gradnje
jelmagyarázat	Legenda
hatásterület határa	Meja vplivnega območja
védendő homlokzat	Zaščitena fasada
dátum	Datum
készítette	Pripravit
ellenőrizte	Pregledal

Slika 77: Celotno vplivno območje izgradnje

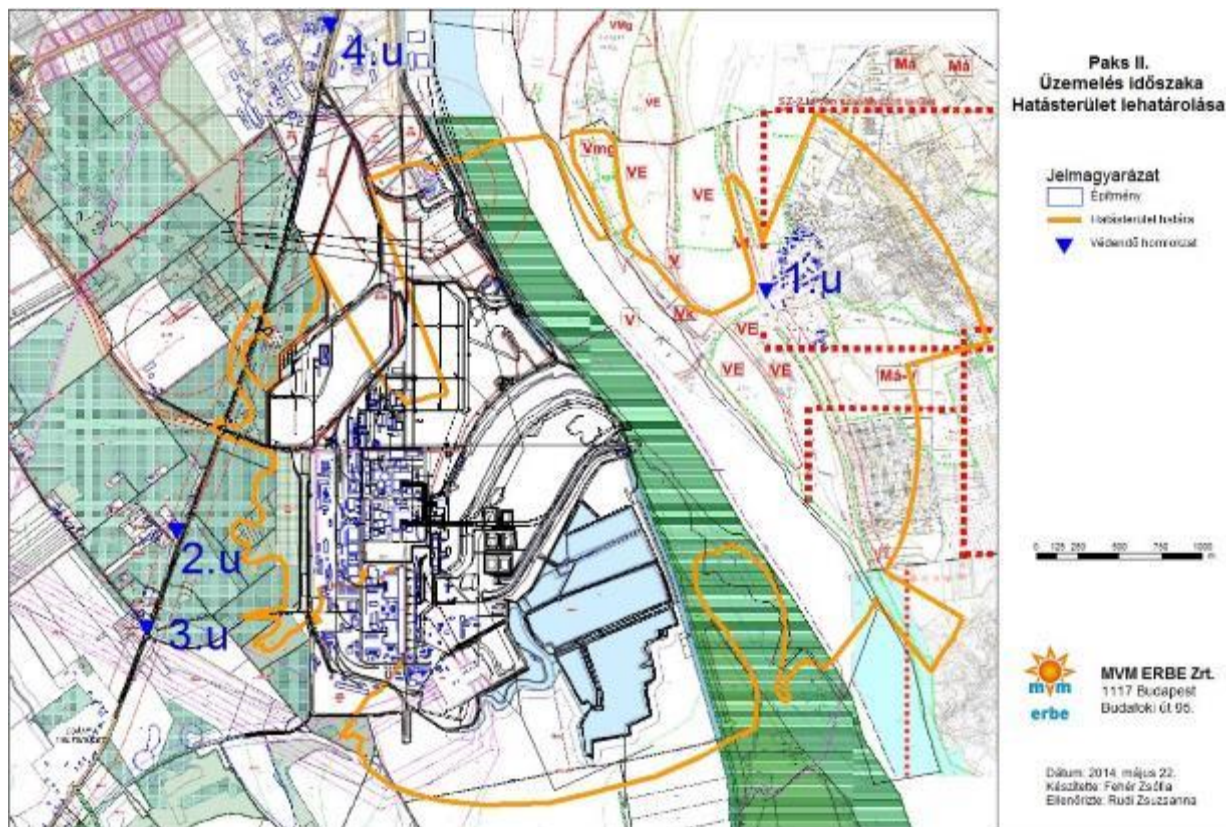


Paks II. Távhővezeték építés hatásterület lehatárolása	Paks II – območje razmejitvenih vplivov gradnje daljnovidna
jelmagyarázat	Legenda
hatásterület határa	Meja vplivnega območja
védendő homlokzat	Zaščitena fasada
dátum	Datum
készítette	Pripravit
ellenőrizte	Pregledal

Slika 78: Prenosna linija vplivnega območja celotne izgradnje

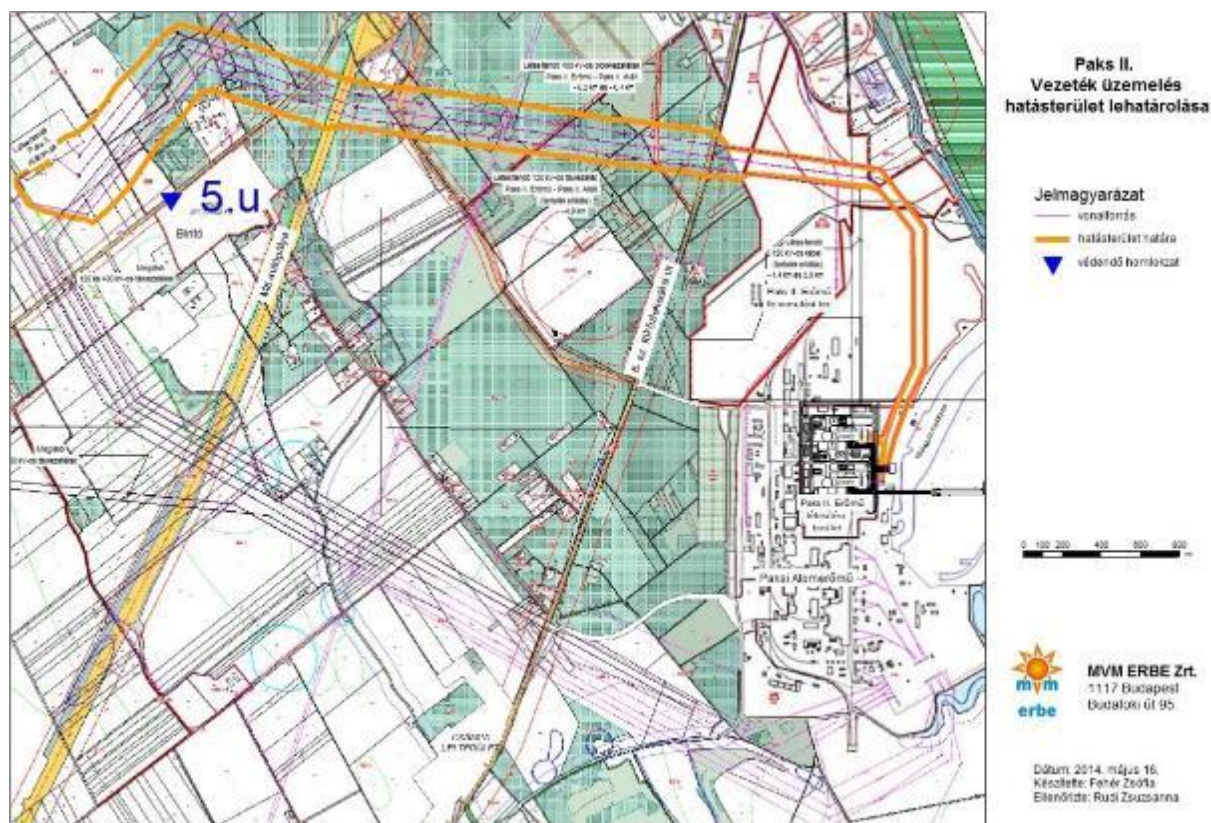
16.3 VPLIVI IN VPLIVNA OBMOČJA DELOVANJA PAKS II

Emisije hrupa jedrske elektrarne bodo ostale v mejah hrupa, ki vpliva na naseljena območja kot rezultat izvajanja zahtevanih dejanj v zvezi s selitvijo in gradnjo, ki povzročajo hrup. Pričakovana stopnja obremenitve s hrupom, ki izhaja iz delovanja prenosne linije bo minimalna zaradi zaščitne fasade. Povečanje prometa, ki izhaja iz vzpostavitve in delovanja Paks II. ne bo povzročalo nobenih zaznavnih obremenitev s hrupom.



Paks II. Üzemelés időszaka Hatásterület lehatárolása	Paks II – območje razmejitvenih vplivov v obdobju delovanja
SZ-2 terven szabályozott terület	regulirano območje kot na risbi št. SZ-2 jelmagyarázat
jelmagyarázat	Legenda
hatásterület határa	Meja vplivnega območja
védendő homlokzat	Zaščitena fasada
dátum	Datum
készítette	Pripravił
ellenőrizte	Pregledal

Slika 79: Vplivno območje delovanja



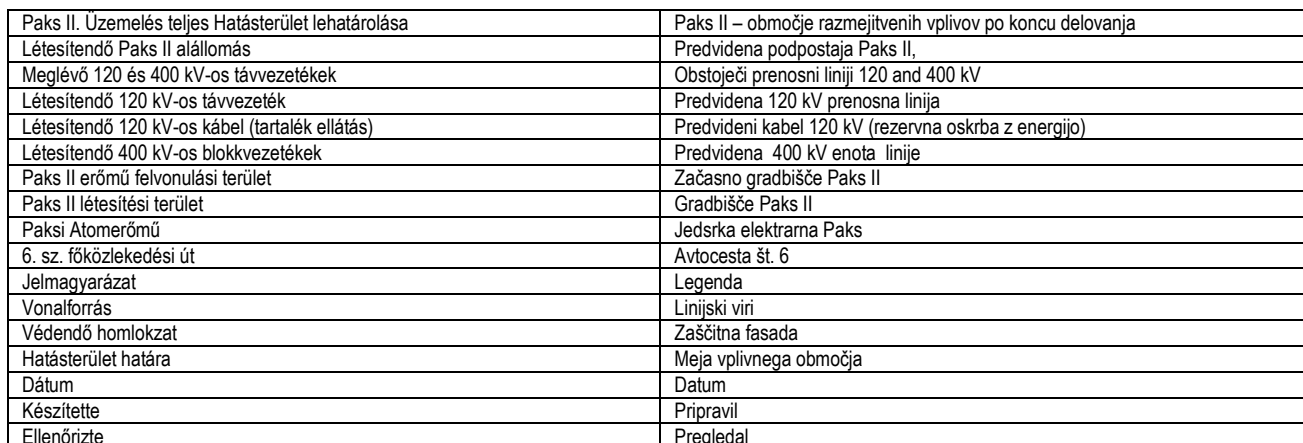
Paks II. Vezeték üzemelés Hatásterület lehatárolása	Paks II – območje razmejitvenih vplivov v obdobju delovanja prenosne linije
Létesítendő Paks II alállomás	Predvidena podpostaja Paks II,
Meglévő 120 és 400 kV-os távvezetékek	Obstoječi prenosni liniji 120 and 400 kV
Létesítendő 120 kV-os távvezeték	Predvidena 120 kV prenosna linija
Létesítendő 120 kV-os kábel (tartálék ellátás)	Predvideni kábel 120 kV (rezervna oskrba z energijo)
Létesítendő 400 kV-os blokkvezetékek	Predvidena 400 kV enota linije
Paks II erőmű felvonulási terület:	Začasno gradbišče Paks II:
Paks II létesítési terület	Gradbišče Paks II
Paksi Atomerőmű	Jedrska elektrarna Paks
6. sz. főközlekedési út	Avtócesta št. 6
jelmagyarázat	Legenda
vonalforrás	Linijski viri
védendő homlokzat	Zaščitna fasada
hatásterület határa	Meja vplivnega območja
dátum	Datum
készítette	Pripravitel
ellenőrizte	Pregledal

Slika 80: Vplivno območje delovanja prenosne linije

Vplivno območje delovanja Paks II. (brez prenosnih linij) bo obsegalo lokacijo jedrske elektrarne Paks, trenutna območja, ki niso naseljena, reko Donavo, določene nepremičnine v vasi Dunaszentbenedek in delno severo-zahodni kot vasi Uszód. Vplivno območje med delovanjem prenosne linije v poslovni coni je območje, locirano neposredno pod prenosnimi linijami in nezaščiteno področje 40-70 metrov, merjeno od linij v smeri proti kraju Biritó, največ 80 m. (slika 80). Ne moremo določiti nobene vplivne cone zaradi delovanja projekta. Prav tako ne moremo predvideti čezmejnih obremenitev s hrupom zaradi delovanja jedrske elektrarne Paks II.

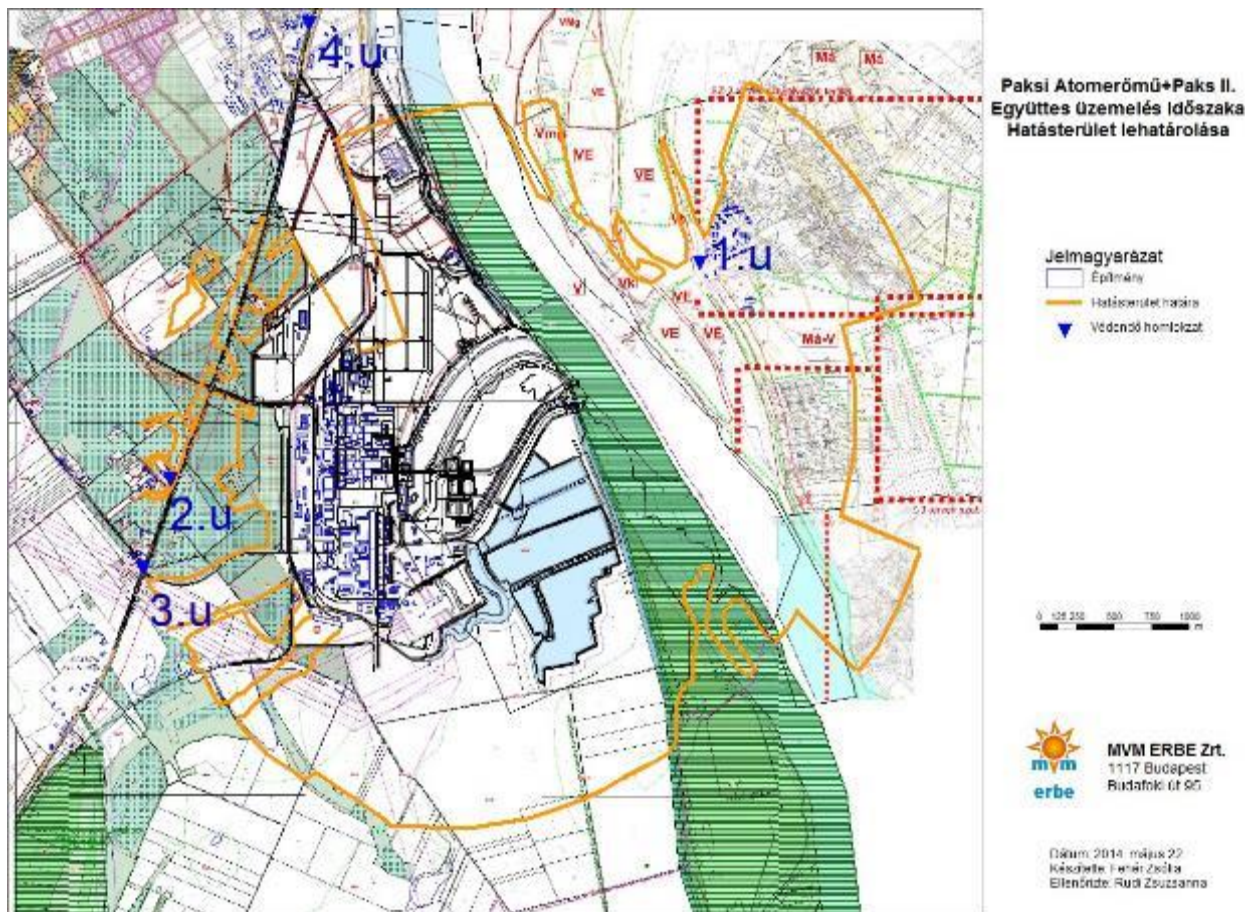
16.4 CELOTNO VPLIVNO OBMOČJE DELOVANJA PAKS II

Celotno vplivno območje delovanja v celoti oziroma neposredno na vplivnih območjih, kot je prikazano na sliki 81.



16.4.1 CELOTNO VPLIVNO OBMOČJE SIMULTANEGA DELOVANJA PAKS II IN JEDRSKE ELEKTRARNE PAKS

27889#Közérthető összefoglaló szlovén



Paksi Atomerőmű + Paks II. Együttes üzemelés időszaka Hatásterület lehatárolása	Območje razmejitenih vplivov skupnega delovanja jedrske elektrarne Paks in Paks II
Jelmagyarázat	Legenda
Építmény	Struktura
Hatásterület határa	Meja vplivnega območja
Védendő homlokzat	Zaščitna fasada
Datum	Datum
Készítette	Pripravił
Ellenőrizte	Pregledal

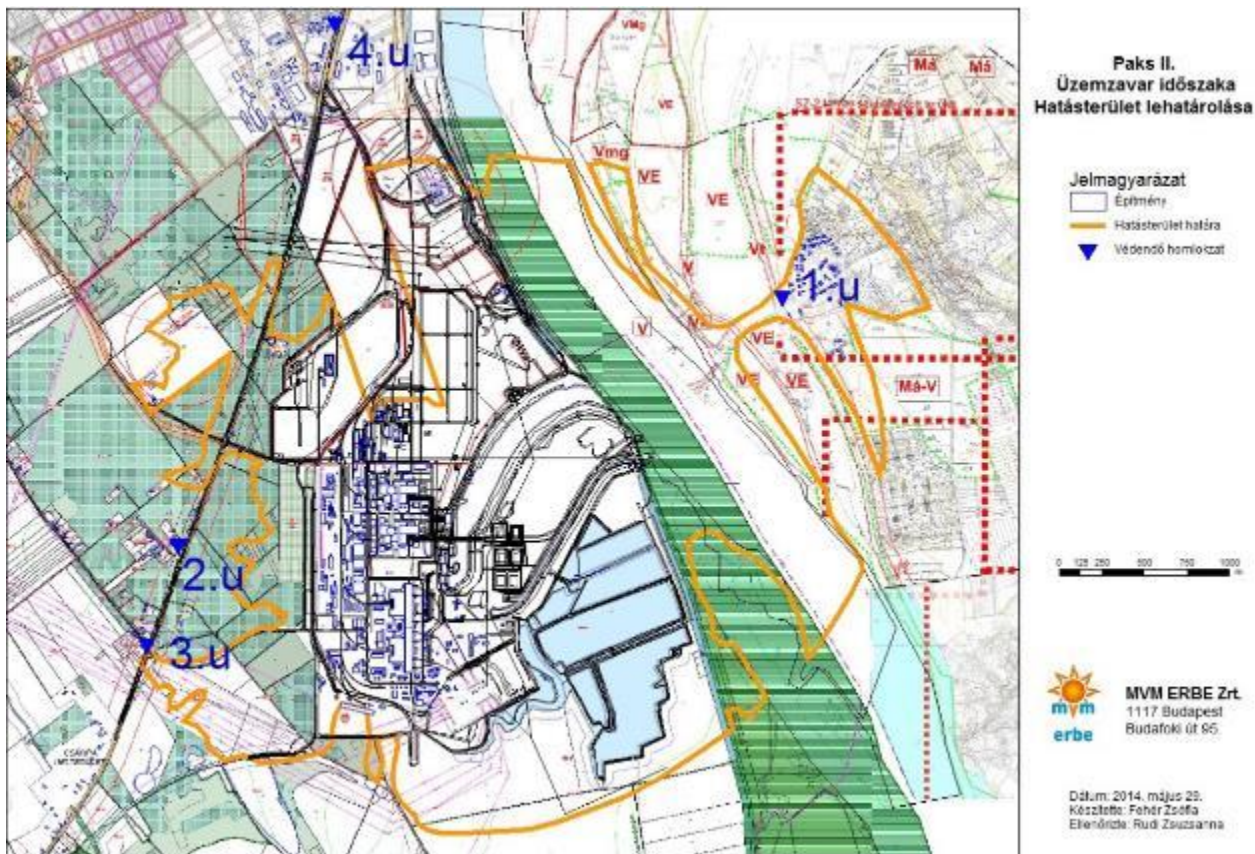
Slika 82: Združena vplivna cona jedrske elektrarne Paks in Paks II

Če primerjamo zmogljivosti trenutno obratujoče jedrske elektrarne z načrtovano jedrsko elektrarno, lahko ugotovimo, da bo med drugim tudi hrup, ki izhaja iz prometa osebja, ki se vozi na delo, najverjetneje nižji, kar bo sicer povzročilo več prometnih obremenitev in večje vplivno območje, vendar pa bo rast obremenitve premajhna, da bi jo opazili. Ne moremo napovedati nobenih čezmejnih obremenitev s hrupom, ki bi izhajale iz samostojnega delovanja Paks II. in simultane delovanja Paks II z jedrsko elektrarno Paks.

16.4.2 VPLIVI IN VPLIVNA OBMOČJA V NUJNIH PRIMERIH

V zvezi z obremenitvami s hrupom zaradi delovanja lahko pričakujemo določene odklone, ki se lahko pojavijo v času operativnih motenj (v nujnih primerih), a se lahko pojavijo izjemoma redko. Če pa se zgodi tak dogodek, je prekinjena dobava električne energije takoj. V tem primeru bodo za zagotavljanje napajanja z energijo uporabljeni dizelski generatorji za relevantne operacije, ki morajo biti izvedene v primeru zaustavitve delovanja elektrarne.

Emisije hrupa, ki ga povzroča delovanje jedrske elektrarne bodo ostale pod limiti, ki so dovoljeni za naseljena področja tudi med motnjami delovanja. **Vplivno območje nepravilnosti pri delovanju novih enot Paks II bo obsegalo lokacijo jedrske elektrarne Pak in sosednja nenaseljena območja, reko Donavo in določena zemljišča v vasi Dunaszentbenedek village.** (slika 83)



Paks II. Üzemzavar időszak Hatásterület lehatárolása	Paks II – območje razmejitvenih vplivov v času težav med delovanjem
Jelmagyarázat	Legenda
Építmény	Struktúra
Hatásterület határa	Meja vplivnega območja
Védendő homlokzat	Zaščitna fasada
Datum	Datum
Készítette	Pripravit
Ellenőrizte	Pregledal

Slika 83: Vplivna območja pri nepravilnem delovanju Paks II.

16.5 VPLIVI IN VPLIVNA OBMOČJA PRI ZANEMARITVI PAKS II

Ko se bodo začela izvajati dela za zaustavitev in opustitev elektrarne, bodo vzdrževane obremenitve s hrupom v okolici elektrarne in omejitve ne bodo presežene. Neposredno vplivno območje dela zaustavitve/demontaže obsega lokacijo jedrske elektrarne Paks, nenaseljena območja v regiji, reko Donavo in naseljeni del na zahodni strani vasi Dunaszentbenedek. Preseganja obremenitve s hrupom zaradi cestnega prometa na vplivnem območju naj ne bi bilo.

17 ZUNANJI ZRAK

17.1 OSNOVNE ŠTUDIJE

V letih 2012-2013 smo pripravili osnovne meritve za opis osnovnega stanja na območju v okolici lokacije. Na podlagi teh meritev smo opredelili osnovo za status onesnaženja območja in z uporabo teh podatkov tudi obremenjenost področja.

Določene so bile naslednje merilne točke za meritev osnovnega onesnaženja zraka:

- ❖ 1 točka na lokaciji jedrske elektrarne (1. LMp – območje, izbrano za razvoj elektrarne)
- ❖ 1 točka blizu severne dostopne ceste (2. LMp – blizu severne dostopne ceste)
- ❖ 1 točka blizu južne dostopne ceste (3. LMp- blizu južne dostopne ceste, meteorološka postaja)
- ❖ 1 točka v naselju Paks-Csámpa, stavbe za bivanje ob cesti št. 6 (4. LMp - Csámpa, Kis utca)
- ❖ 1 točka na levem bregu reke Donave (5. LMp - Dunaszentbenedek, 2/3 stavba čuvajnice jezu)
- ❖ 1 točka v mestu Paks, poleg ceste Kölesdi (6. LMp - OVIT lokacija, Dankó Pista u. 1.)

Primarno merilo za izbor teh merilnih točk je bilo zagotoviti, da so merilne točke locirane kar najbližje lokacijam, ki so določene v tehničnem dodatku pogodbe, drugo merilo pa je bilo razpoložljivost oskrbe z energijo in varnost opreme in inštrumentov, uporabljenih za meritve/teste.

Lokacija merilnih točk

Naslednja slika Google Earth prikazuje lokacijo izbranih merilnih točk.



Slika 84: Lokacija merilnih točk onesnaženosti zraka

Vrednosti NO_2 , NO_x , SO_2 , CO , PM_{10} , TSPM, posedajoči se prah in koncentracije O_3 so bile merjene med 24. januarjem 2012 in 28. marcem 2013, bile so nizke in tudi v primeru omejitev, ki so dovoljene za PM_{10} , so bile presežene manj kot je dovoljena stopnja.

Na podlagi teh rezultatov meritev lahko ugotovimo, da je kakovost zraka odlična glede na vrednosti onesnaževalcev zraka SO_2 , CO , ter zelo dobra glede na vrednosti NO_2 , PM_{10} in O_3 .

Na podlagi ocene rezultatov meritev smo določili vrednosti obremenitev na območju skladno s členom 2. § 40 vladne odločbe št. 306/2010 o meritvah zaščite zraka.

Stopnja obremenjenosti je razlika med omejitvijo onesnaženosti zraka in osnovnimi obremenitvami ozračja, kot sledi.

Onesnaževalec zraka	Osnovna količina v zraku	Urne omejitve onesnaženja zraka	Obremenjenost
		($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
Žveplov dioksid (SO_2)	2	250	248
Dušikov dioksid (NO_2)	24	100	76
Dušikov oksid (NO_x)	30	-	-
Ogljikov monoksid (CO)	525	10 000	9 475
Delci snovi (PM_{10})	27	-	-
Delci snovi TSPM	35	200	165

Tabela 52: Povzetek ocene osnovnih meritev/testov leta 2012

17.2 NEPOSREDNI VPLIVI IN VPLIVNE CONE VZPOSTAVITVE IN DELOVANJA PAKS II

Okvirno distribucijo neradioaktivnih materialov, ki izhajajo iz vzpostavitve in delovanja Paks II, napovedi kakovosti zraka in vplivno območje smo določili z uporabo modela vrste Gauss.

Uporabili smo klimatske podatke, ki so tipični za to območje, in *povprečne in najbolj značilne* številke za pripravo konzerватivnih ocen.

Z uporabo realne meteorološke baze podatkov smo pripravili modelne simulacije za eno celo leto, na osnovi urnih vrednosti izpustov. Podatki iz meteorološkega merilnega stolpa (visok je 120 m) na lokaciji jedrske elektrarne Paks so bili velik del podatkov, pridobljenih za simulacijo. Obdelali smo tudi druge meteorološke podatke, ki so bili potrebni za simulacijo (ker niso bili na voljo iz meritev v meteorološkem stolpu na lokaciji) iz prosto dostopnih podatkov ameriškega globalnega sistema za napovedi (GFS), numerični model za napovedovanje <http://www.emc.ncep.noaa.gov/GFS/doc.php> [16-9]). GFS zagotavlja meteorološko bazo podatkov, ki je najširše uporabljana v svetu in je na voljo brezplačno, ponuja pa arhivske podatke in podatke za napovedi. Hidrostatični model GFS izhodnih polj je na voljo v prostorski resoluciji $0,5 \times 0,5$ stopinj in časovni resoluciji 3 ure.

Za simulacijo smo uporabili meteorološke podatke iz leta 2011, ker je bilo v tem letu nekaj meteoroloških podatkov neugodnih, prav tako so se pojavili nekateri neugodni vplivi glede na onesnaževanje in redčenje (tako imenovana topla greda je novembra 2011 ostala zelo dolgo), tako rezultati kažejo tudi nekatere prekomerne ocene. Leta 2011 je bilo ekstremno suho poletje z vročinskimi valovi, ki so trajali 1 do 3 tedne, kar je ugodno za okrepitev onesnaževanja zraka.

Podatki o izpustih za stacionarne točke (točke in lokalni viri) v zvezi z gradbenimi deli so bili na voljo za modelirni postopek, podatki o izpustih pa so bili povezani tudi s transportom dobav. Količina odstranjene zemljine zaradi mapiranja in temeljenje je bila prav tako upoštevana pri kalkulacijah.

Računali smo na izpuste iz določenih točk in transporta (dobav) v fazi delovanja.

Pripravili smo simulacijo za ogljikov monoksid (CO), dušikov oksid (NO_x), ogljikovodike (C_xH_y) in trdne delce (PM₁₀).

Med modelnimi simulacijami smo določili polja koncentracij, mejne vrednosti izpustov in vplivna območja, ki zaradi izpustov izhajajo v različnih obdobjih in različnih stopnjah izpustov.

Uporabili smo tudi mejne vrednosti, zahtevane za pripravo študij, določenih v odločbi št. 4/2011. (I.14.) pristojnega ministrstva o mejnih vrednostih onesnaževanja okolja in mejnih izpustih za stacionarno onesnaževanje zraka in izvornih točk. Uporabili smo konzervativni pristop za oceno mejnih vrednosti, ki se lahko samo delno ujemajo. Zato smo predvidevali, kakšna je celotna količina dušikovih oksidov (NO_x) ker zadevna odločba omejuje samo mejno vrednost NO₂. Predvideli smo tudi celotno količino ogljikovodikov (C_xH_y) v benzenu, ker je v zadevni odločbi določena mejna vrednost za benzen.

Določili smo tudi vplivno območje za preučene onesnaževalce zraka skladno z vladno odločbo št. 306/2010. (XII.23.) o zaščiti čistega zraka.

17.3 NEPOSREDNI VPLIVI IN VPLIVNE CONE VZPOSTAVITVE

Implementacija

Med fazo implementacije smo razlikovali naslednja štiri obdobja: *rušenje, mapiranje (urejanje terena), temeljenje in izgradnja konstrukcije*.

Vplivno območje bo ostalo v okviru 500 m od izvornih točk glede na vsak onesnaževalni material in delovno fazo, v primeru izračunov z realno meteorološko bazo podatkov.

Pri kalkulacijah s konzervativno meteorološko bazo podatkov je vplivno območje med implementacijo na razdalji 1000 m od izvornih točk glede na onesnaževani material in delovno fazo.

Vplivno območje onesnaževanja, ki izhaja iz prometa za NO_x , bo približno v coni 100 m in za druge onesnaževalce ni zaznano in določeno drugo vplivno območje. Vplivnega območja onesnaževanja zaradi prometa ni zaznati drugje, razen v fazi delovanja. Letna povprečna stopnja onesnaženja s CO je nižja od 0,1 % mejne vrednosti, v primerih NO_x , (NO_2) in C_xH_y (benzen) pa je nižja od 10 %.

Pri izjemno neugodnih meteoroloških pogojih so lahko presežene tudi vrednosti, ki vplivajo na zdravje, to se lahko zgodi v fazi implementacije. Najbolj neugodni meteorološki pogoji se tipično pojavljajo pozimi, ko implementacijska dela morda ne bodo izvajana ali pa bodo zaradi slabih meteoroloških pogojev ustavljena. Treba je opozoriti, da so morebitne presežene vrednosti, ki vplivajo na zdravje, presežene v celotni državi, ko se pojavijo taki pogoji (npr. učinek tople grede).

Opazovalni sistem v času implementacije

Najbližja stanovanjska stavba v kraju Csámpa je locirana 1 330 m, v Paksu 2 960 m in v vasi Dunaszentbenedek 2 590 m od lokacije gradnje Paks II. Glede na te pomembne razdalje ni potrebno vzpostavljati postaj za merjenje onesnaženja na testnih točkah.

Z upoštevanjem velikosti in širitve projekta za naslednjih ~10 let, kolikor bo trajala faza implementacije, je iz varnostnih razlogov dobro meriti onesnaženje zraka v naseljenih področjih v bližini načrtovane lokacije.

Predvidene merilne točke so naslednje:

- 1 točka na levem bregu reke Donave,
- 1 točka v mestu Paks v bližini ceste Kölesdi.

Predlagano opazovanje onesnaževanja je naslednje:

- Kontinuirani testi koncentracije dušikovega dioksida (NO_2), dušikovih oksidov (NO_x) in ogljikovega monoksida (CO) integrirano povprečno vsako uro z uporabo analizatorja, ki je nameščen v mobilni merilni postaji.
- Trajanje meritev za vsako merilno točko: 14 dni, dvakrat v vsakem letnem času, skupaj osemkrat letno (8 x 14 dni).
- Trdni delci pod $10 \mu\text{m}$ (PM_{10}), skupaj se onesnaženje s trdnimi delci (TSPM) meri na izpostavljenost v 24 urah in fazi aktivne testne tehnike.
- Trajanje meritev za vsako merilno točko: 14 dni, dvakrat v vsakem letnem času, skupaj osemkrat letno (8 x 14 dni).
- Kontinuirani testi koncentracije ozona (O_3), integrirano povprečno vsako uro z uporabo analizatorja, ki je nameščen v mobilni merilni postaji.
- Trajanje meritev za vsako merilno točko: 14 dni, dvakrat v vsakem letnem času, skupaj osemkrat letno (8 x 14 dni).
- Namestitev testiranja onesnaženja s prahom z uporabo pasivne testne tehnike.

Trajanje meritev za vsako merilno točko je: 30 dni, enkrat v vsakem letnem času, skupaj štirikrat letno (4 x 30 dni).

Vzporedno s testiranjem onesnaženja zraka prav tako predlagamo kontinuirano beleženje vrednosti meteoroloških značilnosti (temperatura, vlaga, hitrost in smer vetra), integrirano v enournih intervalih.

Akreditirani laboratorij lahko izvede teste z uporabo certificiranih vrst instrumentov.

Priporočljivo je narediti teste eno leto pred začetkom implementacije, ker lahko tako zagotovimo, da je osnovno onesnaževanje okolja zabeleženo kot referenčna točka. Testni program, ki naj bi se nadaljeval skozi celotno fazo implementacije lahko tako zagotovi beleženje in dokumentacijo aktualnega stanja.

Delovanje

Uporabili smo izpuste na določenih izvornih točkah in transport za dobavo v obdobju delovanja.

Štirje dizelski generatorji, vsak z zmogljivostjo ~7,5 MW_e, bodo zagotavljali dobavo energije za vsak blok varnostnih sistemov med operativnimi motnjami - izhodna moč, dobavljena toplota bo 18,75 MW_{th} na enoto. Vsak dizelski generator bo lahko zagotovil zahtevano dobavo energije v primeru morebitne prisilne zaustavitve. Skladno z načrti bodo ti dizelski generatorji pod normalnimi pogoji delovali samo testno ali na način pilotnega obratovanja. Stacionarno onesnaževanje zraka bo prehajalo skozi dimnike dizelskih generatorjev. Na podlagi časa izpustov in količine izpuščenih onesnaževalnih materialov mejne vrednosti ne bo presegal noben izpuščen onesnaževalni material.

	CO	NO _x	C _x H _y
Maks. konc. (µg/m ³):	107,2	15,3	3,8
Vrednost, višja od mejne	ni	Ni	ni
Vplivna cona	ni		

Tabela 53: Vplivi pilotnih operacij dizelskih generatorjev

Na podlagi vplivov transporta med fazo delovanja lahko zaključimo, da se ne bodo pojavile višje vrednosti od mejnih, ne glede na uporabo izračuna po konzervativnih meteoroloških pogojih ali realnih, tudi vrednosti koncentracij v zraku so tako majhne, da jih niti ne predstavljamo na posebnih slikah.

Vpliv simultane delovanja enot Paks II in jedrske elektrarne Paks

Osnovna obremenitev onesnaženja zraka, merjena v zraku v letih 2012-2013 vključuje tudi vplive neradioaktivnih izpustov jedrske elektrarne Paks. Če dodamo rezultate modeliranja Paks II. in neodvisne vplive na osnovne rezultate meritev, dobimo kombinirani vpliv simultane delovanja novih enot Paks II. in jedrske elektrarne Paks.

Onesnaževalec zraka	Osnovna količina v zraku	Največja urna koncentracija v testu zagona dizelskega generatorja Paks II	Kombinirani vplivi jedrske elektrarne Paks in Paks II	Urne omejitve onesnaženja zraka
		(µg/m ³)		
Dušikov oksid (NO _x)	30	15	45	100
Ogljikov monoksid (CO)	525	107	632	10 000

Tabela 54: Kombinirani vplivi simultane delovanja jedrske elektrarne Paks in Paks II na kakovost zraka

Kot prikazujejo rezultati, ne bodo vplivi neradioaktivnih izpustov iz Paks II, ko bo obratovala samostojno in ne pri simultanem delovanju novih enot Paks II in jedrske elektrarne Paks znatno spremenili obstoječih pogojev onesnaževanja ozračja in so zato razumljeni kot *tolerančno-nevtralni* za naseljena območja.

17.4 POVZETEK

Na podlagi podrobnih rezultatov modeliranja lahko ugotovimo, da bodo vplivi implementacije pokrivali lokacijo in neposredno okolico, tudi pri slabih vremenskih pogojih.

Ne moremo določiti čezmejnih vplivov onesnaževanja kot potencialne nevarnosti, ki bi izhajala iz vzpostavitve in delovanja novih enot Paks II ali simultane delovanja II in jedrske elektrarne Paks.

18 BIOSFERA, EKOSISTEM

18.1 VEGETACIJA IN FLORA OKOLJA ELEKTRARNE

Struktura pokrajine v polmeru 3 km od jedrske elektrarne Paks je precej raznolika. Pomembno vlogo imajo listnati in borovi gozdovi ter kmetijska zemljišča. Znatno del območja predstavljajo tudi različne vodne površine in dragocena peščena stepska travnišča, ki so vedno bolj izpostavljena tveganju. Pomembna so tudi urbana naselja. Za to območje je značilno propadanje, zmanjšanje in izginotje peščenih stepskih travnišč. Odločilna značilnost tega območja je prisotnost neavtohtonih rastlinskih vrst in povečano širjenje invazivnih vrst. V primerjavi s celotnim proučevanim območjem so reka Donava in njeni bregovi ter močvirni gozd pri kraju Dunaszentgyörgy glavna naravna območja.

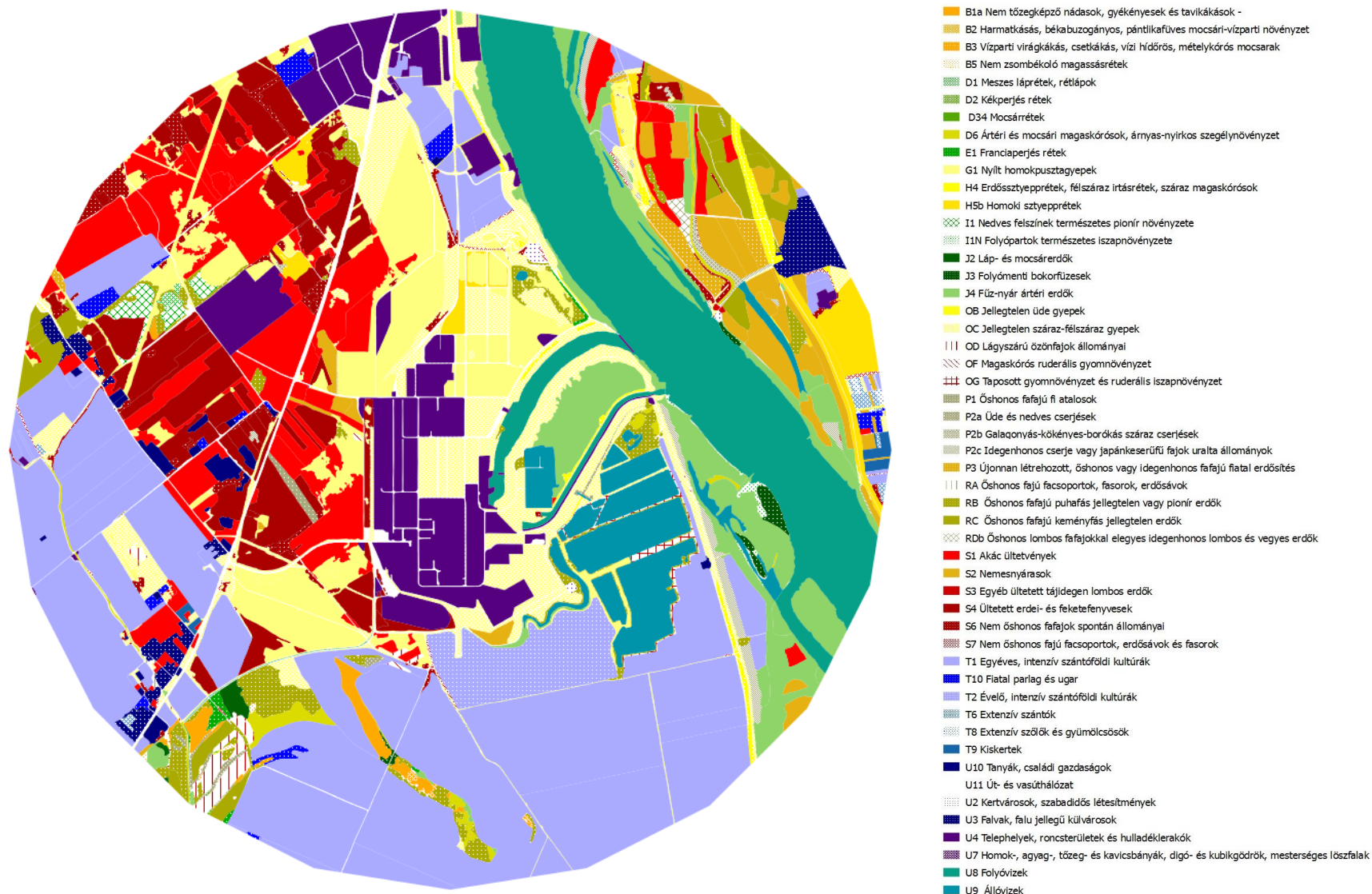
Ugotovimo lahko, da se na območju flore ni zgodila nobena večja sprememba v več kot 10 letih. Na območju prevladujejo divje rastlinske vrste, pomemben pa je tudi delež rastlin odpornih na stres. To je dokaz, da je območje pod močnim človeškim vplivom.

Na območju, kjer je načrtovana elektrarna, lahko najdemo suha in polsuha travnišča. Skoraj brez izjem so vsa travnišča pokošena, imajo veliko plevela in kljub temu da je zemlja deloma peščena, je opazno pomanjkanje peščenih travnišč. Vznemirjenje tam živečih skupnosti je zaradi motečih dejavnikov pogosto.



Slika 85: Degradirani travnik in kamnite plošče na področju, prizadetem zaradi gradbenih del

Na območju, namenjenemu za pripravo in izgradnjo elektrarne Paks II, so najbolj karakteristične rastlinske združbe neznatna suha in polsuha travnišča, peščeni stepski travniki in neznatni mehki les ali pionirski gozd ter odprte peščene stepske trave. Na neutrjenih predelih v okolici hladnega in toplega vodnega kanala lahko najdemo nizko pokošeno travo oziroma suha travnišča na sekundarnih površinah in sveža travnišča s plevelom. Otok med kanaloma je pokrit s tipičnim poplavnim gozdom vrbovja s topolom.



Slika 86: Zemljevid vegetacije na območju 3 km od jedrske elektrarne Paks

B1a Nem tűzegképző nádasok, gyékényesek és tavikásások	Eu - in mezotrofna trstika in nahajališča rogoza
B2 Harmatkásás, békabuzogányos, pántlikafüves mocsári-vízparti növényzet	Rastišča sladike, ježka in bička
B3 Vízparti virágkákás, csetkákás, vízi hídörös, métélykórós mocsarak	Helofit na rastiščih s trajno površinsko vodo z vodoljubo, sito ali porečnikom
B5 Nem zombékoló magassásrétek	Rastišče nešopastega visokega šaša
D1 Meszes láprétek, rétlápok (Caricion davallianae)	Bogata nizka barja
D2 Kékperjés rétek	Travniki s prevladujočo stožko
D34 Mocsárrétek	Mezotrofni vlažni travniki
D6 Ártéri és mocsári magaskórósok, árnyas-nyirkos szegélynövényzet	Poplavna ravnica z vegetacijo z visokim steblikovjem, močvirja in mezofilni senčni robni gozdovi
E1 Franciaperjés rétek	Ekstenzivno gojen travnik pahovke
G1 Nyílt homokpusztagyepek	Odprte pešcene stepe
H4 Erdőssztyeprétek, félszáraz irtásrétek, száraz magaskórósok	Polsuha travišča, gozdne travniške stepe
H5b Homoki sztyeprétek	Zaprte pešcene stepe
I1 Nedves felszínek természetes pionír növényzete	Naravna pionirska vegetacija na mokrih tleh
I1N Folyópartok természetes iszapnövényzete	Naravna blatna vegetacija obrežnih mest
J2 Láp- és mocsárerdők	Močvima gozdnata pokrajina
J3 Folyómenti bokorfűzesek	Rečno grmičevje vrb
J4 Fűz-nyár ártéri erdők	Rečna gozdnata pokrajina vrbovia s topolom
OB Jellegtelen úde gyepek	Neznačilna mezofilna travišča
OC Jellegtelen száraz-félszáraz gyepek	Neznačilna suha in polsuha travišča
OD Lágyszárú évelő özőnfajok állományai	Ležišča invazivnih oblik
OF Magaskórós ruderalis gyomnövényzet	Divja vegetacija z visokim steblikovjem
OG Taposott gyomnövényzet és ruderalis iszapnövényzet	Poteptana in divja vegetacija
P1 Őshonos fajú fiatalosok	Sadike avtohtonih drevesnih vrst
P2a Úde és nedves cserjések	Vlažno in mezofilno pionirsko grmišče
P2b Galagonyás-kökényes-borókás száraz cserjések	Suho in polsuho pionirsko grmišče
P2c Idegenhonos cserje vagy japánkeserűfű fajok uralta állományok	Ležišča tujerodnih grmišč ali vrst dresnika
P3 Újonnan létrehozott, őshonos vagy idegenhonos fajú fiatal erdősités	Nova pogozditev
RA Őshonos fajú facsoportok, fasorok, erdősavók	Razpršena avtohtona drevesa oziroma ozka drevesna meja
RB Őshonos fajú puhafás jellegtelen vagy pionír erdők	Neznačilni oziroma pionirski gozd mehkega lesa
RC Őshonos fajú keményfás jellegtelen erdők	Neznačilni listnati gozdovi in nasadi
RDb Őshonos lombos fajokkal egyes idegenhonos lombos és vegyes erdők	Tujerodni listnati gozdovi in nasadi pomešani z avtohtonimi drevesnimi vrstami
S1 Ültetett akácok	Nasadi robinije
S2 Nemesnyárasok	Nasadi kanadskega topola
S3 Egyéb tájidegen lombos erdők	Nasadi drugih tujerodnih listnatih drevesnih vrst
S4 Erdei- és feketefenyvesek	Nasadi rdečega in črnega bora
S6 Nem őshonos fajok spontán állományai	Samorasle tujerodne drevesne vrste
S7 Nem őshonos fajú facsoportok, erdősavók és fasorok	Razpršene drevesa ali ozka drevna meja tujerodnih drevesnih vrst
T1 Egyéves, intenzív szántóföldi kultúrák	Letna intenzivna orna zemljišča
T10 Fiatal parlag és ugar	Nova opušćena orna zemlja
T2 Évelő, intenzív szántóföldi kultúrák	Trajna intenzivna orna zemljišča
T6 Extenzív szántók	Prostrana orna zemljišča
T8 Extenzív szőlők és gyümölcsösökProstrani vinogradi in sadovnjaki	Prostrani vinogradi in sadovnjaki
T9 Kiskertek	Vrtovi
U10 Tanyák, családi gazdaságok	Kmetije
U11 Út- és vasúthálózat	Ceste in železnice
U2 Kertvárosok, szabadiűs létesítmények	Predmestje in rekreacijske površine
U3 Falvak, falu jellegű külvárosok	Vasi
U4 Telephelyek, roncssterületek és hulladéklerakók	Delovišća, odlagališća odpadkov, območja za odmetavanje
U7 Homok-, agyag-, tűzeg- és kavicsbányák, digó- és kubikgödrök, mesterséges lűsfalak	Rudniki peska, gramoza, gline in šote, puhlićasta tla
U8 Folyóvizek	Vodni tokovi
U9 Állóvizek	Stojeće vode

18.2 OBMOČJA NATURA 2000 NA OBMOČJU 10 KM OD ELEKTRARNE

Območja Natura 2000 na območju 10 km od jedrske elektrarne Paks:

Območje Donave županije Tolna (HUDD20023) na razdalji 10 km:

Močvirni gozd pri Dunaszentgyörgy (HUDD20072): 328.03 ha

Polje zlatega krokusa pri Paksu (HUDD20071): 91.16 ha

Travnik pri kraju Tengelic (HUDD20070): območje na razdalji 10 km

Polje tekunic pri Paksu (HUDD20069): 352.14 ha

Praporna dolina srednjega Mezőfölda (HUDD20020): nekaj deset hektarjev na jugovzhodnem območju znotraj polmera 10 km

Paks II. neposredno vpliva na območje Natura 2000, predvsem Donave v županiji Tolna. Ozek pas ob rečnem bregu, na katerega vpliva načrtovana obnova vodne elektrarne in obrata za oddajanje energije, je poplavni gozd na katerega močno vpliva vodni tok in sekundarno propadajoče travišče na strani nasipa. Na območju Natura 2000 ni zaščitene oziroma prednostnih rastlinskih vrst. Krošnje poplavnega gozda vrbovja s topolom v glavnem sestavlja črni topol in bela vrba. Na ravni grmičevja lahko najdemo evropsko gozdno robido in okrasno grmovnico amorfo (*Amorpha fruticosa*) v velikih količinah. Vzдолž predela, na katerega neposredno vpliva naložba, poleg orjaške zlate rozge (*Solidago gigantea*), na travnikih prevladujejo skoraj izključno vrste s preobilico dušika.



Slika 87: Gozdovi vrbe in topola na poplavnem delu na otoku med kanali

18.3 VPLIV PAKS II NA BOTANIKO

18.3.1 VPLIV IN VPLIVNO OBMOČJE IZGRADNJE

Vpliv na vegetacijo

Zaradi del na področju izgradnje bodo sedanja neznatna suha in polsuha travišča izginila. Ti habitati so pokriti s plevelom, propadajo in so moteni, njihov naravni status komaj presega najnižjo kategorijo, to je kategorijo 1. Z biomonitoringom tam niso bile proučevane nobene zaščitene vrste. Na območjih, uvrščenih v kategorijo »delovišč, odlagališč odpadkov, območij za odmetavanje«, ki so neposredno prizadeta z naložbo, ne moremo najti nobenih koristi, ki bi bile pomembne za ohranjanje narave.

Zasedba območja med hladnimi in toplimi vodnimi kanali in razvoj obnovljene vodne elektrarne in strukture za porazdelitev energije na bregu Donave pomeni delno odstranitev sedanjih vrb, poplavnega gozda topolov – ozkega obrežnega pasu, ki je del območja Natura 2000. Ta gozd ni zaščiten, vendar je v dobrem naravnem stanju, skupnost je izjemno dinamična z ugodnimi napovedmi za obnovo pod nespremenjenimi pogoji pretoka vode.

Glavne rastlinske združbe, na katere bo vplivala izgradnja prenosnih linij, povezanih z naložbo, so: letne intenzivne kulture na ornih zemljiščih, neznatne suhe in polsuhe stepe, samorasle tujerodne drevesne vrste, nasadi akacij, nasadi rdečega in črnega bora, odprte propadajoče peščene stepe s plevelom. Lokacija drogov je bila določena s poudarkom na ohranjanju narave, zato je treba pri namestitvi drogov upoštevati rastlinske združbe, dragocene za ohranjanje narave.

Škoda na habitatih

Na začasnem gradbenem območju Paksa II in gradbenem območju prenosnih linij, postanejo habitati manj ugodni zaradi zbitosti tal in teptanja, prav tako je treba upoštevati delno uničenje nasadov med izvajanjem gradbenih del. Drenaža zbitih tal je manj ugodna, rastline se bodo težko spopadale z npr. sušo.



Slika 88: Travnik s pernato travo, ki je del jedrske elektrarne Paks

Glavni prizadeti habitati

Začasno gradbeno območje: neznačilne suhe, polsuhe stepe, odprte peščene stepske trave, peščeni stepski travniki, neznačilni mehki les oziroma pionirski gozd avtohtonih drevesnih vrst, samorasle tujerodne drevesne vrste, travniki visoke pahovke.

Vzdolž poti, kjer potekajo prenosne linije: letne intenzivne kulture na omih zemljiščih, neznačilne suhe, polsuhe stepe, samorasle tujerodne drevesne vrste, nasadi akacij, nasadi rdečega in črnega bora, odprte peščene stepske trave, neznačilni mehki les oziroma pionirski gozd avtohtonih drevesnih vrst, skupine drevesnih nasadov tujerodnih vrst, gozdni pasovi in drevoredi, peščeni stepski travniki, cestno in železniško omrežje.

Bolj dragocena območja za ohranjanje narave so odprte peščene stepske trave in peščeni stepski travniki. Travišča propadajo v različnem obsegu in tako lahko ugotovimo njihovo sposobnost za obnavljanje. Zaplate travišč, ki so v bolj naravnem stanju, se lahko bolje obnavljajo v bližini vira propagule, zaplate bližnjega gozda (avtohtonih drevesnih vrst). Težje se obnavljajo propadajoča travišča. Ovirajoči dejavniki pri obnavljanju sta poleg teptanja tudi suša in širjenje invazivnih vrst.

Prizadete zaščitene rastline

Potencialne prizadete vrste na habitatih odprtih peščenih stepskih travišč in peščenih stepskih travnikov.

Na območju elektrarne: peresasta bodalica (*Stipa pennata*), peščena peresasta bodalica (*Stipa borysthena*), (*Centaurea arenaria*), (*Silene borysthena*)

Vzdolž poti, kjer potekajo prenosni daljnovodi: (*Centaurea arenaria*), (*Corispermum nitidum*), peresasta bodalica (*Stipa pennata*), peščena peresasta bodalica (*Stipa borysthena*), (*Dianthus serotinus*), (*Silene borysthena*)



Slika 89: *Dianthus serotinus*

Z vidika zaščite rastlinskih združb in rastlinskih vrst obseg proučevanega neposrednega vpliva območja izgradnje pokriva začasno gradbeno območje, vsa s tem povezana gradbena območja (vključno z otokom in obrežjem Donave), kot tudi gradbeno območje za prenosne daljnovode. Obseg neposrednega območja vpliva delovanja, ki vplivajo na vegetacijo pokriva začasno gradbeno območje naložbe, vsa s tem povezana gradbena območja in njihovo neposredno okolico (vključno z otokom in obrežjem Donave), okolico nekaj sto metrov od jedrske elektrarne Paks (največ 500 m proti zahodu in približno 300 m proti jugu), gradbeno območje, kjer bodo potekali prenosni daljnovodi in bližnja okolica do največ 100 m. Z botaničnega vidika izgradnja elektrarne Paks II nima čezmejnih okoljskih vplivov.

18.3.2 VPLIV IN VPLIVNO OBMOČJE DELOVANJA

V času delovanja se bodo nasadi trave v parku, kot so okolica in sekundarna propadajoča travišča, verjetno spremenili v gosto pozidana območja elektrarne z objekti. Na površinah, ki bodo obnovljene po dokončani naložbi, se bo lahko na začnih gradbenih območjih, na območjih obkroženih z ograjami in vzdrževanimi z ustreznim upravljanjem za ohranitev krajine razvila naravna vegetacija, predvsem odprta in zaprta peščene travišča, brez kakršnih koli motečih dejavnikov in te površine lahko predstavljajo rešitev za zaščitene rastline. Predpisane bodo omejitve za način gojenja v varnostnem pasu prenosnih daljnovodov med samim delovanjem daljnovodov. Vpliv elektrarne, ki povzroča nihanja nivoja vode in temperaturne spremembe nima vidnega vpliva na rastlinstvo na nabrežju. Posredni vplivi elektrarne kot je depozicija snovi, ki onesnažujejo okolje so z botaničnega vidika zanemarljivi.

Obseg neposrednega vplivnega območja delovanja, proučevan z vidika rastlinskih združb in rastlinskih vrst, ki jih je treba zaščititi, pokriva celotno območje Paksa II (vključno z začasnimi gradbenimi območji), varnostni pas prenosnih linij, obrate za oddajanje energije in okolico obnovljenega obrata. Posredno vplivno območje delovanja, proučevano z vidika rastlinskih združb in rastlinskih vrst, ki jih je treba zaščititi, se praktično ujema z neposrednim vplivnim območjem in se prekriva z vplivnim območjem zračnega onesnaževanja, ki je lahko tudi potencialno prizadeto. Z botaničnega vidika delovanja nima čezmejnih okoljskih vplivov.

18.3.2.1 Vpliv in vplivno območje nepravilnosti in nesreč

Nepravilnosti, nesreče na lokalni ravni ne bodo vplivale na območja, ki ga pokriva vegetacija, ki je dragocena za ohranjanje narave. Med nujnimi neradioaktivnimi izpusti, bo v primeru požarov prišlo do škode oziroma do uničenja vegetacije sorazmerno glede na razširjeno prizadeto območje. Nujni primeri, povezani z vodami, vodnim sistemom v zvezi Donavo lahko povzročijo škodo na rastlinah in rastlinskih združbah, gojenih na obrežnem pasu Donave. Z botaničnega vidika pojav izrednih dogodkov z neradiološkimi izpusti nima čezmejnih okoljskih vplivov.

18.3.3 VPLIV IN VPLIVNO OBMOČJE OPUSTITVE

Na območju rušitvenih del bo v času delovanja prizadeta obnovljena vegetacija in habitati. Prah se lahko posede na rastline oziroma zaradi gradbene opreme lahko pride do izpustov onesnaževalcev v zrak. Povzročena škoda zaradi rušenja lahko za habitate predstavlja potencialni vir nevarnega širjenja invazivnih vrst. Stopnja ponovne obdelave zemlje bo določila v kolikšni meri lahko biosfera ponovno prevzame območje. Območje elektrarne je v celoti gledano precej majhno, da bi okolju povzročilo znatne spremembe zaradi opustitve. Pas po katerem potekajo prenosne linije je močno izpostavljen plevelu in infiltraciji invazivnih vrst, ki so največja nevarnost za avtohtone peščene stepske habitate. Po opustitvi elektrarne ne bo več negativnega zgoraj opisanega vpliva.

18.4 VPLIV PAKS II NA FAVNO

18.4.1 VPLIV IN VPLIVNO OBMOČJE VZPOSTAVITVE

Izgradnja Paksa II ima veliko neposrednih vplivov na favno. 37 % večjih vodnih nevretenčarjev v proučevanem profilu Donave so invazivne vrste. Zaščitene vrste vključujejo: 3 vrste vodnih polžev, 4 vrste školjk, 2 vrsti kačjih pastirjev in 1 vrsto enodnevnice. Potočni škržek (*Unio crassus*), ki je prednostna vrsta na območju parka Natura 2000 Tolnai-Duna in uživa zaščito tudi na nacionalni ravni, je zelo pomemben za skupnost. Njegova prisotnost je bila večkrat potrjena, vendar nam je malo znanega o velikosti in dinamiki njihove populacije na prizadetem območju. Zato bi bilo pomembno v prihodnosti izvesti ciljno usmerjen monitoring na pregledanem območju zaradi spremljanja razvoja populacije potočnega škržka. Rumenonogi kačji pastir (*Gomphus flavipes*) je indikatorska vrsta v spodnjem toku večjih rek. Je indikatorska vrsta

Nature 2000 in v vseh državah Evrope se njihovo število zmanjšuje, vendar ima na preiskanem območju stabilno populacijo. Od enodnevnih je donavska enodnevica (*Ephoron virgo*) prav tako zaščitena.

Dela, izvedena v času razširitve hladnih in toplih kanalskih odsekov, bodo vplivala na kakovost vode in vodno življenje, ki najverjetneje vključuje zgoraj omenjene vrste, vendar le začasno. Ribe bodo verjetno zapustile območje zaradi gradbenih del na hladnem in toplem vodnem kanalu, vendar po končanih delih se bodo lahko spet vrnile. Izgradnja novega toplega vodnega kanala lahko ustvari nove, raznolike habitatne pogoje za ribe.

Priporočljivo je bolj podrobno preučiti favno odsekov donavskega obrežja, na katere bodo vplivala tehnološka dela, še pred začetkom gradbenih del ter jo stalno spremljati med samim izvajanjem del. (Treba je opozoriti, da bo nova lokacija toplega vodnega kanala povzročila manjše uničenje kačjih pastirjev, drugih vrst in habitatov kot pa predhodno načrtovana smer na otoku Uszódi.)

Zaradi zasedenosti območja, bo izgradnja Paksa II vplivala na skupnosti žuželk močno vezano na tamkajšnjo vegetacijo, vključno z ravnokrilci, določenimi metulji in kopenskimi členonožci. Od zaščitene vrste ravnokrilcev so posebej prizadete nosate saranče (*Acrida ungarica*), kobilica Eurasian pincer (*Calliptamus barbarus*) zelo redka nacionalna vrsta in majhna travničarka (*Omocestus minutus*). Treba je opozoriti, da dve zaščiteni vrsti, ki sta tu omenjeni, ne spadata med nacionalno ogrožene vrste, vendar ju lahko najdemo v zgoščenem številu npr. v nekaterih predelih velike madžarske nižine. Kar zadeva metulje, je na območju izgradnje in razširitve hladnih in toplih vodnih kanalov značilno izredno pomanjkanje teh vrst tudi pred samim posegom. Na tem območju se pojavlja ena zaščitena vrsta teh metuljev, to je močvirski cekinček (*Lycaena dispar*), vendar dela zagotovo ne bodo negativno vplivala na populacijo teh vrst. Zato v zvezi s tem ni potrebno nikakršno posredovanje. Populacija zaščitene vrste, ki se pojavljajo na otoku, kot so mali kresničar (*Neptis sappho*), dnevni pavlinček (*Nymphalis io*), *N. c-album*, admiral (*Vanessa atalanta*), modri trakar (*Catocala fraxini*) in izredno zaščitena panonska prelivalka (*Apatura metis*) niso ogrožene vrste in če pride do motenj se lahko hitro preselijo na preostalo območje. Izkop rodovitne plasti tal in njeno odstranjevanje kot tudi povečan promet in teptanje zemlje bo vplivalo na talno favno in kopenske živali na tem območju. Na tem območju se pojavljata dve zaščiteni vrsti: zrnasti krešič (*Carabus granulatus*) na otoku in pajek *Geolycosa vultuosa* na začasnem gradbenem območju. Nobenega izmed njih ne moremo šteti med redke vrste, pojavljajo se skoraj na vseh za njih primernih habitatih na Madžarskem. Zmanjšanje števila žuželk škodi osnovni hrani netopirjev.

Če v času izvajanja del, vegetacija ostane na območju, ki meji na prizadete habitate, lahko te skupnosti, vrste preživijo na teh območjih med samo gradnjo in pionirska vegetacija, ki raste na mestu odstranjene vegetacije in je odporna na motnje, lahko služi kot začasni habitat za nekatere vrste, čeprav lahko pride do negativnega vpliva zaradi širitve invazivnih vrst. Če je začasno gradbeno območje kot celota prizadet kot habitat, bo ocenjena populacija teh vrst tu verjetno še naprej živela na podobnih sosednjih habitatih.

Pri namestitvi drogov za prenosne linije, bo vegetacija na velikem območju odstranjena. Odstranjevanje rodovitne plasti zemlje in njen prevoz bo prav tako imelo pomemben vpliv na nasade. vzdolž smeri, kjer naj bi bili postavljeni prenosni daljnovodi, se lahko na zaplatah motenih peščenih travnišč pojavijo skupnosti kobilic nosatega saranča (*Acrida ungarica*), kobilic Eurasian pincer (*Calliptamus barbarus*) in majhnih travničark (*Omocestus minutus*), ki je redka nacionalna vrsta. Njihov habitat bo izginil v času gradbenih del, podobno kot habitat petelinčka (*Zerynthia polyxena*), dnevnega pavlinčka (*Nymphalis io*), *N. c-album*, admirala (*Vanessa atalanta*), razkošnega bisernika (*Argynnis pandora*), črtatega medvedka (*Euplagia quadripunctaria*), *Cucullia balsamitae* in nočni metulji (*Cucullia argentea*), ki se tu pojavljajo.



Slika 90: črtasti medvedek (*Euplagia quadripunctaria*)

Pri določanju lokacije za drogove prenosnih daljnovodov je bila pozornost usmerjena na bolj dragocena peščena step-ska travišča, da bi s tem zmanjšali škodo, ki bi nastala pri namestitvi drogov, za ravnokrilce, metulje in kopenske členonožce. Poudariti je treba, da se lahko na območju pod visokonapetostnimi drogovi dolgoročno ustvarijo dragoceni peščeni stepski habitati, odvisno od ustreznega ravnanja. Poseg vzdolž smeri daljnovodov bo omogočil razširitev travnatih površin na račun tujerodnih nasadov. Pričakovati je, da se bodo zaščitene vrste ravnokrilcev in metuljev ponovno preselile na travnike, ki so zrasli na mestu nasadov akacij in borov z zelo maloštevilnimi živalskimi vrstami in ki so predvidena za očiščenje.

Število različnih vrst dvoživk in plazilcev, ki se pojavljajo na območju jedrske elektrarne Paks je relativno visoko, saj je bilo od začetka vzpostavitve relativno malo izvedenih posegov na določenih delih območja (npr. začasna gradbena območja, otok). Dvoživke in plazilci so prizadeti v času zemeljskih del (še posebej, če se dela izvajajo med njihovim obdobjem mirovanja, tj. od novembra do marca). Če se je urejanje krajine začelo v času njihovega aktivnega obdobja, lahko nekatere živali zapustijo območje in se skrijejo na obrobju območja, kjer lahko tudi najdejo prostor za življenje. Oprema lahko živalim škoduje. Dvoživke se ponoči premikajo po vročem betonu, kjer so izpostavljene večji nevarnosti, da jih bo kaj zadelo saj se dela nadaljujejo tudi ponoči, kar velja tudi za prostore v elektrarni.

Izgradnja novih enot Paks II vpliva na razna mesta hranjenja in valjenje ptičjih vrst, ki se pojavljajo na teh območjih. Načrtovano območje za razvoj in začasno gradbeno območje kot tudi otok so trenutno primerna mesta za hranjenje številnih vrst ptic, ki so pomembne za skupnost, npr. črna štorklja (*Ciconia nigra*), rjava cipa (*Anthus campestris*), podhujka (*Caprimulgus europaeus*), črna žolna (*Dryocopus martius*) ali rjavi srakoper (*Lanius collurio*).



Slika 91: Kupčar (*Oenanthe oenanthe*) na gradbenem območju

Povečan hrup bo vplival na naslednje ptičje vrste, ki so pomembne za skupnost in na njihovo gnezdenje na prizadetih območjih: rjavi lunj (*Circus aeruginosus*), črna žolna (*Dryocopus martius*), srednji detel (*Dendrocopos medius*), hribski škrijanec (*Lullula arborea*), belovrati muhar (*Ficedula albicollis*), podhujka (*Caprimulgus europaeus*), rjavi srakoper (*Lani-*

us collurio). Povečan hrup bo vplival na naslednje ptičje vrste, ki so pomembne za skupnost in na njihovo hranjenje na prizadetih območjih: črna štoklja (*Ciconia nigra*), rjava cipa (*Anthus campestris*), belorepec (*Haliaeetus albicilla*). Vsi zbrani odpadki, nastali v času gradbenih delih so lahko vir nevarnosti za gnezdenje in hranjenje ptičjih vrst (ptice vezane na vodo ali velike ptice, ki se lahko npr. zlahka zapletejo v embalažni material, ki je lahko usoden za njih).

Izgradnja novih enot bo vplivala na gnezdenje in hranjenje ptičjih vrst v neposredni ali bolj oddaljeni okolici osnovnega območja kot tudi na območja pod vodi daljnovodov, s posebnim poudarkom na ujede (*Falconiformes*), pevce (*Passeriformes*), kure (*Galliformes*) in sove (*Strigiformes*).

Izgradnja električnega sistema bo neposredno vplivala na naslednje ptičje vrste, pomembne za skupnost: rjavi škarnik (*Milvus milvus*), črni škarnik (*Milvus migrans*), rjavi lunj (*Circus aeruginosus*). Poleg tega moramo upoštevati tudi mišje graditelje gomil.

V primeru vodnih živali in metuljev ne moremo pričakovati, da bodo neposredni vplivi znatni in ločeni od naravnega nihanja. V povezavi s spreminjajočo strukturo nasadov lahko pride do razvoja manj dragocene favne ravnokrilcev, in ta pojav se lahko razširi tudi na območja brez motečih dejavnikov. Sprememba v skupnosti členonožcev do katere pride zaradi spremembe na nasadih je lahko neugodna za dvoživke in plazilce in lahko povzroči zmanjšanja njihove osnovne prehrane. V skupnosti kopenskih členonožcev se lahko pojavijo in razširijo tudi invazivne in sinantropne vrste (povezane z ljudmi). Zmanjšanje izolirane populacije lahko privede do njihovega lokalnega izginotja ali celo do genske preobrazbe. Razdrobljenost populacij predstavlja potencialno nevarnost za dvoživke in plazilce in do določene mere, vendar v večjem prostorskem merilu, za male ptice, ohranitev njihovega območja kot tudi za valjenje raznih vrst na tem območju. Razdrobljenost habitatov bo v največji meri neposredno vplivala na naslednje ptičje vrste, ki so pomembne za skupnost in za gnezdenje na prizadetih območjih: črno žolno (*Dryocopus martius*), hribskega škrijanca (*Lullula arborea*), belovratega muharja (*Ficedula albicollis*), rjavo cipo (*Anthus campestris*), rjavega srakoperja (*Lanius collurio*), podhujko (*Caprimulgus europaeus*), kosca (*Crex crex*).

Zaradi hrupa, prahu in onesnaženega zraka bo večina vrst dvoživk in plazilcev skoraj zagotovo poiskala zatočišče na drugih območjih. Prah, ki se bo dvignil, se bo nalagal na vegetaciji, s čimer bo neposredno prizadet njen razvoj, posredno pa bo to vplivalo na živali, vključno s pticami, ki tam živijo in se prehranjujejo. Povečana raven hrupa bo predvsem predstavljala težavo za žabe, saj se bodo samice težko odzvale klicu samcev in tako bodo težko našle pot do njih in posledično bi to vplivalo na uspešno razmnoževanje. Bolj dragocene ptice (črna štoklja (*Ciconia nigra*), rjava cipa (*Anthus campestris*), belorepec (*Haliaeetus albicilla*), podhujka (*Caprimulgus europaeus*), lahko zapustijo svoje trenutne habitate, da bi se izognile motečim dejavnikom in povečanemu hrupu. Te pa lahko nadomestijo manj dragocene ptičje vrste, ki bolje prenašajo hrup. Zaradi novih blokov elektrarne lahko pride do motenj pri razvoju zarodkov dvoživk. Umetne luči, ki se uporabljajo ponoči vplivajo na žabe, pupke, močerade pri iskanju poti, hrane, razmnoževanju in rasti kot tudi na sam razvoj.

Zgoraj omenjeni neposredni in posredni vplivi bodo prizadeli celotno območje jedrske elektrarne Paks in Paks II, vključno s pasom novih visokonapetostnih prenosnih daljnovodov ter njihovega sto oziroma dvesto metrskega širokega področja, prevoznimi potmi, z delom Donave pri iztoku toplovodnih kanalov, kot tudi živalske vrste, ki tam živijo.

Dela, ki se izvajajo v času gradnje, po vsej verjetnosti ne bodo povzročala nobenih čezmejnih okoljskih vplivov na takojšnjo favno. V primeru rednega obratovanja jedrske elektrarne Paks, Paks II oziroma njunega skupnega delovanja ni pričakovati nobenega takega vpliva.

Glede na do sedaj izvedene preiskave, je pričakovati, da bodo posegi v Donavo vplivali na dragoceno favno nevretenčarjev. Zelo priporočljivo je upoštevati te rezultate preiskav in izvesti potrebne raziskave favne pred samim začetkom gradbenih del. Glede na rezultate raziskav se lahko pripravijo konkretni predlogi za varstvo okolja.



Slika 92: Školjke in polžje hišice na obrežju Donave v Paksu

Splošno gledano bi lahko rekli, da so pri izvajanju del, ki vplivajo na rečno strugo Donave, motnje naravnega okolja in posegi v rečno strugo verjetno omejeni na zelo majhno območje. V zvezi z ribami niso potrebni nobeni posebni okoljevarstveni ukrepi pri izgradnji Paksa II, saj bi večina rib zapustila območje posegov na obrežju, poglabljanja dna itd.

Da bi na teh območjih ohranili dragocene vrste ravnokrilcev, je treba vzdrževati ugodne pogoje oziroma jih izboljšati za populacije habitatov, ki so ostala na gradbenem območju in njeni okolici. To pomeni predvsem izboljšanje pogojev, preprečevanje zmanjševanja oziroma povečanje območja peščenih stepskih habitatov v neposredni bližini jedrske elektrarne Paks, ter zatiranje širjenja svilnice in akacije.

Negativne vplive, ki jih povzroča gradnja novih enot na ptice, lahko ublažimo z ustrezno izolacijo drogov in prenosnih linij, s čimer zaščitimo številne ptice pred električnim udarom. Obnova prvotne peščene vegetacije pod prenosnimi linijami in z njo povezano favno predstavlja realno nalogo obnove habitatov, ki zahteva kompleksno upravljanje za ohranjanje narave. V varnostnem območju električnih vodov je priporočljivo zasejati semena, zbrana iz sosednjih območij, s čimer bi spodbudili krajinsko obnovo. Ti posegi bodo prav tako pospešili ponovno naselitev zaščitene vrste žuželk. Število in območje krajev gnezdenja in hranjenja za ptice lahko povečamo z metodami ponovnega obdelovanja zemlje.

Na območju načrtovane gradnje je treba čim več dvoživk, plazilcev in netopirjev ujeti na strokovni način in jih premestiti v bližnje neokrnjene habitate. Ker so vse dvoživke in plazilci zaščiteni, moramo biti pozorni, da zemeljskih del ne izvajamo v času zimskega mirovanja, ampak to storimo v obdobju od pomladi do jeseni, ko so živali aktivne in lahko zapustijo ta območja. Zemeljskih del ne izvajamo od roba prizadetega območja proti notranjosti, temveč v nasprotni smeri. Izogibati se je treba stoječim vodam in hrup je treba ublažiti predvsem v spomladanskem času, ko se dvoživke in ptice razmnožujejo. Obdobja gradnje, ki bi bila obenem ugodna tudi za ptice, dvoživke in plazilce se v veliki meri ne prekrivajo. Za ptice bi bilo ugodno obdobje za izvajanje del od jeseni do pomladi, za dvoživke in plazilce pa od pomladi do jeseni. Ta problem ni mogoče rešiti na podlagi strokovnega, ekološkega ocenjevanja ali z vidika ocene tveganja, temveč spada to na področje obvladovanja tveganja.



Slika 93: Bogata ptičja favna v okolici elektrarne

Negativni vpliv odpadkov, ki predstavlja nevarnost za ptice (uživanje, mehanski vplivi) lahko zmanjšamo z ustreznim skladiščenjem teh odpadkov.

Med izgradnjo je pomembno ohraniti čim več zelenih površin za vse živalske vrste. Če je le mogoče, se je treba izogniti razdrobljenosti habitatov. Spodbujati je treba povezave med posameznimi habitatmi (ekološki koridor). Ločitev območja s prvotnim stanjem površine na strani Donave poleg nabrežja lahko izboljša možnosti preživetja rastlinskih in živalskih vrst, kar je še posebej pomembno za zaščitene vrste.

Stalni biološki monitoring območja je izredno pomemben. Dosedanje raziskave predstavljajo ustrezno in pravilno izhodišče za monitoring. S pomočjo monitoringa lahko pravočasno zaznamo težave in jih odpravimo.

18.4.2 VPLIV IN VPLIVNO OBMOČJE DELOVANJA

Med vplivnimi dejavniki rednega delovanja, so za **večje vodne nevretenčarje** ob obrežju Donave pomembni predvsem vplivi dotoka ogrete vode za hlajenje. Desetletja izkušenj jedrske elektrarne Paks kažejo, da bi zgoraj opisane pogoje lahko zagotavljali v času, ko imamo hkrati najvišje temperature in najnižjo raven vode. Vpliv toplotne sledi vpliva na celoten odsek reke pod elektrarno (primarno vzrejo, neprilagajanje, kisikove razmere), vendar bodo višje temperature, napovedane na desnem bregu obmejnega predela, najverjetneje pomembno vplivale na večje nevretenčarje na levem pasu nabrežja. Zaradi negotovosti modelov glede temperaturnih sprememb je treba prognozirane vodne temperature Donave vzeti kot svarilo, vendar je njihov prihodnji vpliv na večje nevretenčarje v obrežnem predelu mogoče oceniti le na splošno. Vpliv dodatne toplote, izračunane v primerjavi s sedanjim stanjem, ki bi ga težko razlikovali od povišanje vodne temperature zaradi podnebnih sprememb, bo manj predvidljiv. Medtem ko se prejšnji primer pojavlja le lokalno na predelih nižje od mesta dotoka na razdalji 1.000 m do srednje črte Donave, bo v slednjem primeru prišlo do temeljitih sprememb v strukturi in razvoju organizmov v skupnosti v donavski biosferi in to na način, ki nam še ni znan. Pričakovati je na primer pojav ličink kačjih pastirjev na predelu, bolj oddaljenem od vstopne točke.



Slika 94: Rumenožuti kačji pastir (*Gomphus flavipes*)

Upoštevati je treba vpliv dveh dejavnikov predvsem v času delovanja Paksa II. Eden je povečanje vodnega pretoka, ki lahko spremeni hidrološke pogoje in morfološke razmere v rečni strugi na tem območju in s tem tudi habitate, v katerem živijo ribe. Drugi dejavnik je povečanje vodne temperature, ki lahko vpliva na dinamiko populacije in presnovne procese rib. Te hidrološke in morfološke spremembe rečne struge ni mogoče šteti kot škodljive za ribe. Prisotnost dodatne točke pritoka vzpostavlja različne habitatne pogoje, ki, podobno kot trenutno delovanje na mestu pritoka, lahko privede do povečanja lokalne količine rib na samem mestu pritoka, nižje od mesta pritoka ter na predelu med valobrani na desnem bregu. Zato lahko delovanje Paksa II vpliva na porazdelitev rib na tem področju, vendar predvidoma ne bo imelo pomembnejšega vpliva na dinamiko populacije v Donavi.

Dokončanju gradbenih del na jedrski elektrarni Paks II bo sledilo urejanje krajine, kar pomeni, da se bodo na tem območju postopoma, brez motečih dejavnikov, razvijali suhi stepski habitati, podobni današnjim. Predhodne združbe ravnokrilcev in kopenskih členonožcev iz zaplat sosednjih preostalih habitatov se bodo lahko ponovno preselile, kar pomeni, da se bodo dragocene skupnosti v času delovanja na tem območju znova naselile in preživele.

V prihodnosti tudi ni pričakovati, da bi se tu naselile zaščitene vrste metuljev. Enako velja za območja odprtih step, ki se bodo razvile vzdolž postavljenih prenosnih linij. Za vse to je potrebno veliko časa, več desetletij nemotenega okolja. Na otoku ni pričakovati večjih sprememb pri naravnem ohranjanju statusa favne metuljev. Redno obratovanje ne bo vplivalo na habitate tekunic v Paksu in na močvirni gozd v Dunaszentygyörgyi, kot tudi na tam živeče vrste metuljev.

Ob delovanju Paksa II ni pričakovati, da bo to povzročilo neposredne škodljive vplive na dvoživke in plazilce. Določene vrste se bodo verjetno preselile, kar je pomemben dejavnik z ozirom na to, da so vse vrste dvoživk in plazilcev zaščitene.



Slika 95: Zeleni kuščar (*Lacerta viridis*) dobro prenaša antropogene motnje

Kar zadeva ptice, je pričakovati, da bodo prispele podobne vrste tistim, ki so trenutno prisotne. Zaradi dolgotrajnega relativnega pomanjkanja motečih dejavnikov na območju delovanja so številne zaščitene in izredno zaščitene vrste ptic našle tu svoj življenjski prostor (predvsem kot kraj za hranjenje). Povečano število prenosnih linij in drogov, ki jih držijo predstavljajo stalno nevarnost med delovanjem, po drugi strani pa imajo drogi tudi pozitivno stran za številne ptice roparice, saj lahko vrhove drogov uporabljajo za valjenje.

Poleg povečane toplotne obremenitve Donave zaradi izgradnje Paksa II, je treba upoštevati tudi podnebne spremembe zaradi globalnega segrevanja, njihov skupni vpliv je treba simulirati z modelom in v prihodnosti izvajati tudi monitoring. Izsledki dosedanjih raziskav kažejo na to, da lahko globalne spremembe zmanjšajo prilagodljivost trenutnih struktur vodnih skupnosti. Treba je upoštevati, da imamo samo sporadično znanje o vplivu podnebnih sprememb na večje vrste nevretenčarjev. Na podlagi dosedanjega znanja lahko na splošno ugotovimo, da bo povečanje vodne temperature imelo največji vpliv na vrste, ki so celo življenje vezane na kraj (sesilne vrste) oziroma v določenih razvojnih fazah na vrste, ki imajo raje hladno vodo in nizko toleranco za spremembe. Podoben pomemben vpliv lahko pričakujemo v primeru počasnejših, manj mobilnih vrst (npr. mehkužcev). Najmanj bodo prizadete mobilne vrste z večjo toleranco. Kot posledica napovedanega skupnega vpliva podnebnih sprememb in toplega pretoka vode se lahko pojavi povečanje invazivnih vrst, ki imajo raje toplejšo vodo in so se že pojavile na jugu in se razširile gorvodno po Donavi, in sicer v samem številu živali kot tudi v številu vrst. Če povzamemo, produkcija celotnega sistema se lahko poveča (bakterije, alge, itd.) in prek prehranske mreže in množičnega prometa lahko vpliva na delovanje celotnega sistema.

Ob usedanju snovi, ki onesnažujejo zrak pri izpustih ob rednem obratovanju elektrarne in rahlo povečani ravni hrupa, vpliv na favno metuljev ne bo zaznan. Prisotnost ljudi, moteči dejavniki in povečan promet so bolj ugodni za pojav in širjenje kopenskih živali pod človeškim vplivom na območjih, ki niso prizadeta zaradi investicije. Snovi, ki onesnažujejo in

so izpuščene v zrak, se lahko nakopičijo na manj mobilnih vrstah ob glavnih prevoznih cestah. Med delovanjem Paksa II se bo povečal osebni in tovorni promet in s tem tudi hrup, prah in onesnaževanje zraka. Večina vrst dvoživk in plazilcev se izogiba teh habitatov. Nove prenosne linije izven območja Paksa II lahko sčasoma spodbudijo ponovno naselitev nekaterih vrst kuščarjev.

Ob obratovanju Paksa II lahko ob dotoku hladnega vodnega kanala in ob iztoku toplega vodnega kanala kot tudi na predelu Donave pod temi mesti pričakujemo vpliv v manjšem obsegu na večje vodne nevretenčarje (vključno s kačjimi pastirji za katere je potrebna ločena raziskava).

Ogreta voda za hlajenje lahko predvidoma vpliva na strukturo ribje zaloge vendar le lokalno (vzdolž približno 1 km predela).

Z vidika ravnokrilcev, metuljev, kopenskih členonožcev in ptic bo neposredno območje vpliva rednega delovanja pokrivalo celotno območje elektrarne (vključno z začasnim gradbenim območjem) in varnostnim predelom prenosnih linij. Za dvoživke in plazilce je vplivno območje delovanja predvsem okolica Paksa II.

V zvezi s favno ne pričakujemo čezmejnih vplivov.

18.4.2.1 Vpliv in vplivno območje nepravilnosti in nesreč

Nepravilnosti kot tudi njihov vpliv na favno so lahko različne. Nemogoče je zagotoviti celovit pregled nad njimi, zato so obravnavani samo najbolj verjetni scenariji. V primeru dviga temperatur zaradi nepravilnosti se bo število živali v populaciji, ki so vezane na svoje kraje zmanjšalo, mobilne populacije pa se bodo premestile znotraj vodnega ekosistema. To lahko privede do zmanjšanja števila živali v populaciji oziroma do popolnega izginotja populacije zaščitenih vrst, kot so potočni škršek (*Unio crassus*), Rumenonogi kačji pastir (*Gomphus flavipes*) ali donavska enodnevnica (*Ephoron virgo*). Ker je za večino okolja značilen suh habitat, so ti zelo izpostavljeni tveganju obsežnih požarov. V primeru požara v okolici elektrarne se lahko populacije kopenskih živali, ki tam živijo, poškodujejo oziroma njihove skupnosti lahko izginejo iz okolice elektrarne. To še posebej velja za borove nasade vzdolž smeri prenosnih linij. Kar zadeva prenosne linije, lahko razelektritev povzroči požar. Večina plinastih spojin, ki se sproščajo ob požaru, so strupene (npr. izolirni material), prav tako pa so lahko strupeni deponirani ostanki materialov (snovi v pepelu). Naftni derivati, ki se razlijejo po zemeljski površini lahko povzročijo zadušitev živali, ki živijo v zemlji. Vpliv komunalnih odpadnih voda, ki pridejo v okolje zaradi okvar pri delovanju, je odvisen od sestave. Ti vplivi so odvisni od koncentracij, ki se občasno spreminjajo.

18.4.3 VPLIV IN VPLIVNO OBMOČJE OPUSTITVE

Naredimo lahko le grobo ekološko oceno v zvezi z opustitvijo Paksa II. Razpoložljive informacije so precej skromne. Vpliv opustitve bo v veliki meri odvisen od tehnologije, ki se bo uporabila pri opustitvi.

Opustitev Paksa II bo imela predvidoma negativen vpliv na živali, ki bodo tam živele v času razgradnje. Vpliv opustitve Paksa II bo v veliki meri odvisen od tehnologije, ki se bo uporabila pri opustitvi. Če bo tehnologija, uporabljena pri opustitvi, zahtevala večje začasno gradbeno območje, bodo habitatni zaradi izvajanja del najverjetneje poškodovani. Škoda zaradi opustitve je podobna kot škoda pri izgradnji mogoče popraviti s sanacijo, pod pogojem, da se ponovno vzpostavi prvotno ali podobno stanja habitatov. Vendar pa tehnološki pogoji opustitve še niso znani, zato niti ne moremo presojati o vsebini takega primera.

19 NERADIOAKTIVNI ODPADKI

19.1 VRSTE IN KOLIČINE ODPADKOV

Med izgradnjo, delovanjem in razgradnjo elektrarne Paks II bodo nastajale naslednje vrste odpadkov, seveda v različnih razmerjih:

- gradbeni odpadki in odpadki pri rušenju objektov (inertni odpadki)
- nenevarni industrijski odpadki,
- nevarni odpadki,
- komunalni odpadki.

Izgradnja Paksa II

Med delovnim procesom vzpostavitve (gradnja jedrske elektrarne, namestitve kondenzatorskih sistemov z vodnim hlajenjem, vzpostavitev prenosnega omrežja na mestu samem) se bodo v glavnem nabirali gradbeni odpadki in odpadki nastali pri rušenju objektov (inertni odpadki), ki bodo koncentrirani v obdobju 5 let od vzpostavitve vsakega posameznega bloka.

Največja količina odpadkov nastane pri izkopavanju zemlje za delovne jame, medtem ko manjša količina odpadkov nastane pri gradnji pomožnih struktur in iz materialov.

Faze izgradnje Paksa II	Količina	
	[m ³]	[t]
Izgradnja enot jedrske elektrarne	820 000	1 476 000
Namestitev kondenzatorja za hlajenje vode	570 000	1 026 000
Prenosno omrežje		
Izgradnja na delu območja	150	270
Izgradnja izven območja	650	1170
Skupaj:	1 390 800*	2 503 440*

Opomba:

* Količine izkopane zemlje vključujejo količine, ki bodo zapolnjene med gradbenimi deli.

Tabela 55: Ocena količine zemlje, izkopane na območju izgradnje med gradnjo Paksa II

Obratovanje Paksa II

Manj neradioaktivnih odpadkov bo nastalo v času obratovanja jedrske elektrarne kot med samo izgradnjo. V spodnji tabeli je prikazana količina odpadkov, ki nastane med rednim obratovanjem. Poleg tega pa bodo občasno nastajali odpadki zaradi vzdrževalnih in prenovitvenih del. Večino teh aktivnosti ni mogoče vnaprej načrtovati, zato ni narejena nobena ocena o količini teh odpadkov.

Odpadki, pridobljeni med rednim obratovanjem Paksa II.	Količina [t/leto]
Nenevarni odpadki	800
Nevarni odpadki	100

Tabela 56: Ocena količine odpadkov, proizvedenih med rednim delovanjem Paksa II

Skupno delovanje Paks II in jedrska elektrarna Paks

Količina odpadkov, nastala v obeh jedrskih elektrarnah med skupnim delovanjem, se bo sešela za obdobje skupnega delovanja. Intenzivnost skupnih količin se bo razlikovala od leta do leta, deloma zaradi nihanja letne proizvodnje odpadkov, deloma pa zaradi dejstva, da bo v različnih časovnih obdobjih ustavljeno obratovanje enot jedrske elektrarne Paks, medtem ko bodo enote Paks II začele z obratovanjem, in tudi zaradi različno dolgih obratovalnih ciklusov. Najbolj intenzivno obdobje, v smislu nastajanja odpadkov, bo med 2030 in 2032, ko bodo vse enote obeh jedrskih elektrarn obratovale. Ocenjene količine so prikazane v tabeli 57.

	Nenevarni odpadki [t/leto]	Nevarni odpadki [t/leto]
Jedrska elektrarna Paks	1434	276
Paks II.	800	100
skupaj:	~2240	~380

Tabela 57: Ocenjene količine odpadkov, proizvedenih med rednim skupnim delovanjem Paks II in jedrske elektrarne Paks

Razgradnja Paks II

V času razgradnje jedrske elektrarne bodo v glavnem nastajali odpadki iz gradbeništva, predvidoma v velikih količinah. V času rušenja objektov bo nastalo približno 400.000-500.000 ton inertnih betonskih odpadkov.

19.2 ZBIRANJE ODPADKOV, SKLADIŠČENJE, RECIKLAŽA, ODSTRANJEVANJE

Da bi preprečili onesnaževanje okolja, je treba izvajati zbiranje odpadkov na območju Paks II v vsaki fazi življenjske dobe jedrske elektrarne. V največji možni meri si je treba prizadevati zbirati odpadke glede na vrste odpadkov (selektivno zbiranje). Na delovnem območju mora biti zagotovljena zadostna količina kakovostnih zbiralnih zabojnikov. Zbiralne točke na delovnem prostoru in skladišča za industrijske in nevarne odpadke v samih obratih morajo biti razporejena v skladu z veljavnimi predpisi. Treba je sprejeti ukrepe, da bi v največji možni meri zagotovili recikliranje odpadkov tako, da bi čim manj odpadkov končalo na deponijah.

Del zemlje, izkopane na gradbenem območju v času vzpostavitve, se bo ponovno uporabilo med gradnjo.

Možne rešitve za deponiranje količine preostale zemlje, so naslednje:

- urejanje terena/krajine znotraj območja,
- urejanje terena/krajine na zunanjem območju,
- odstranjevanje na odlagališče za poznejše urejanje terena ali pokritja.

V primeru, da izkopane zemlje ni mogoče takoj odstraniti za kasnejšo uporabo, je treba na tem območju določiti začasni skladiščni prostor.

Opadke lahko odstranimo iz območja, za recikliranje ali odlaganje na naslednje vrste objektov:

- selektivno zbrane komunalne, industrijske ter gradbene odpadke in odpadke, ki nastanejo pri rušenju objektov - organizacije za recikliranje odpadkov, predelovalni obrati,
- mešane komunalne odpadke – odlagališče za komunalne odpadke v mestu Paks,
- gradbene odpadke in odpadke, ki nastanejo pri rušenju objektov – na samem območju ali zunanjih lokacijah, inertnih in morda na komunalnih odlagališčih, predelovalni obrati za gradbene odpadke,
- nevarni odpadki za termično reciklažo – sežigalnice za nevarne odpadke,
- odstranjevanje nevarnih odpadkov z odlaganjem na odlagališča – odlagališča nevarnih odpadkov.

Odstranjevanje, recikliranje ali odlaganje različnih vrst odpadkov moramo vedno prepustiti organizacijam z ustreznim dovoljenjem v skladu z zakonskimi predpisi.

19.3 VPLIVI IN VPLIVNA OBMOČJA

19.3.1 NEPOSREDNI VPLIVI

Za vse faze življenjskega obdobja Paks II lahko rečemo, da bodo posredni vplivi vidni na lokacijah, ki se uporabljajo za zbiranje in skladiščenje odpadkov jedrske elektrarne na mestu samem, kot tudi pri izlitju ali puščanju odpadkov med samim ravnanjem z njimi znotraj območja. Faktor vpliva lahko povzroči spremembe stanja geološkega medija, vendar ne bo vplival na površino in podzemne vode.

Obratovanje Paksa II kot tudi skupno delovanje Paksa II in jedrske elektrarne Paks bo imelo zmeren neposreden vpliv zaradi proizvodnje neradioaktivnih odpadkov.

Izgradnja Paksa II bo imela bolj intenzivne vplive zaradi velikih količin zbranih gradbenih odpadkov – predvsem zaradi izkopane zemlje na gradbišču – in zaradi dejstva, da bo vpliv na okolje koncentriran za obdobje 5 let za vzpostavitev vsake posamezne enote. **Ne glede na to, bo tudi v tem primeru posreden vpliv v zvezi z nastajanjem neradioaktivnih odpadkov ostal sprejemljiv.**

19.3.2 POSREDNI VPLIVI

Odstranjevanje odpadkov iz območja za recikliranje ali odlaganje bo pomenilo posreden vpliv v vseh fazah življenjskega obdobja Paksa II. Z drugimi besedami, prikazan bo kot faktor vpliva v bližini transportnih poti (odsek poti, ki se razteza med severnim vhodom v elektrarno in komunalnim odlagališčem odpadkov v mestu Paks, in na zadevnih odsekih ceste št. 6 in avtoceste M6). Prevoz odpadkov lahko povzroči spremembo stanja geološkega medija zaradi kontaminiranega učinka potencialnega razlitja vzdolž poti. Vpliv bo viden tudi na kakovosti zraka ob javnih cestah. Pričakovati je tudi povečano stopnjo obremenitve hrupa zaradi vseh dejavnosti jedrske elektrarne, ki so povezane s cestnim prometom.

Posredno vplivno območje zaradi proizvodnje neradioaktivnih odpadkov bo ostalo znotraj pasu 50-100 m od cest, ki se bodo uporabljale za prevoz odpadkov v vseh fazah življenjskega obdobja Paksa II.

19.3.3 ČEZMEJNI OKOLJSKI VPLIVI

Okoljski vplivi zaradi proizvodnje neradioaktivnih odpadkov v času življenjskega obdobja Paks II bo ostal lokalni in ni pričakovati čezmejnih okoljskih vplivov.

20 UPRAVLJANJE IN SHRANJEVANJE RADIOAKTIVNIH ODPADKOV IN PORABLJENEGA GORIVA

Zbiranje, obdelava, skladiščenje in prevoz radioaktivnih odpadkov ter ravnanje, začasno skladiščenje in končno odlaganje izrabljenih gorivnih palic vedno vključujejo tehnološke ukrepe, katerih primarni cilj je varnost ljudi v in izven območja in elementov okolja pred morebitnim radioaktivnim sevanjem, ali zatiranje teh učinkov na najmanjšo možno raven.

Glede na trenutno veljavno zakonodajo se izrabljeno gorivo razlikuje od radioaktivnih odpadkov, saj slednji vsebujejo cepljive materiale, ki so primerni za nadaljnjo uporabo oziroma za proizvodnjo novega jedrskega goriva. V skladu s tem se tudi ravnanje z izrabljenim gorivom razlikuje od postopkov obdelave konvencionalnih radioaktivnih odpadkov.

20.1 DEFINICIJA RADIOAKTIVNIH ODPADKOV

Radioaktivni odpadki so v bistvu opredeljeni na podlagi 15. odstavka 2. poglavja Zakona o jedrski energiji. »radioaktivni odpadki: nekateri radioaktivni materiali, katerih nadaljnja uporaba ni več možna in jih ni mogoče obravnavati kot navadne odpadke zaradi svojih zaščitnih lastnosti pred sevanjem».

Mogoče jih je razvrstiti ali združiti po različnih kriterijih, na podlagi katerih se lahko izvaja njihovo zbiranje in kasnejše ravnanje. Lahko jih razvrščamo glede na kraj sproščanja, stanje sproščenih snovi ali tudi po koncentraciji aktivnosti.

Glede na kraj zbiranja razlikujemo odpadke, zbrane ob vzdrževanju pri normalnem obratovanju, vključno z običajnim čiščenjem povezanim s primarnimi hladilnimi zankami, dekontaminacijskimi deli, odpadke, ki nastanejo med zamenjavo obsevanih delov in opreme, ter nadzorovane oziroma nenadzorovane izpuste primarne hladilne zanke.

Radioaktivne odpadke ločimo glede na dejansko stanje snovi, trdno stanje, tekoče in plinaste odpadke. Zaradi njihove natančne razmejitve je zbiranje trdnih radioaktivnih odpadkov v osnovi enostavnejše kot zbiranje tekočih odpadkov. Zbiranje tekočih radioaktivnih odpadkov običajno zahteva posebne tehnološke rešitve, ki morajo že biti nameščene na mestu izpusta.

Iz območja objekta lahko odstranimo samo trdne odpadke, saj strjevanje tekočih odpadkov zahteva dodatne tehnološke postopke.

Razlikovanje glede na koncentracijo aktivnosti radioaktivnih odpadkov pomeni, da moramo pri zbiranju, obdelovanju, skladiščenju in prevozu za določene vrste odpadkov upoštevati biološke in fizične varnostne zahteve glede na stopnjo koncentracije aktivnosti teh odpadkov in/ali pakiranih odpadkov. Razvrstitev je opravljena na podlagi takoimenovanega indeksa odpadkov izračunanega s seštevkom koncentracije aktivnosti (AC) in izvzetih vrednosti koncentracije aktivnosti (EAC) količnikov vsebovanih radioaktivnih izotopov. Skladiščenje **nizko radioaktivnih odpadkov ne zahteva zaščitnega** varovanja pred sevanjem, zadostuje, če jih samo ločimo pri prevozu do določenega in nadzorovanega skladiščnega prostora. Oprema za skladiščenje **srednje radioaktivnih odpadkov** je oblikovana na podlagi argumentirane zaščite pred sevanjem, vendar za razliko od visoko radioaktivnih odpadkov, **lahko zanemarimo nastajanje toplote iz odpadkov**. Smiselno je ločevanje odpadkov z nizko in srednjo stopnjo aktivnosti glede na razpolovno življenjsko dobo izotopov, ki jih vsebujejo: **razpolovna življenjska doba prevladujočih izotopov prisotnih v kratkoživih odpadkih** je 30 let ali manj.

20.2 ZNAČILNOSTI SESTAVE IZRABLJENEGA GORIVA

V skladu z aktom CXVI iz leta 1996 o jedrski energiji, 14. odstavek 2. poglavja: »Izrabljeno jedrsko gorivo: *jedrsko gorivo, obsevano v jedrskem reaktorju in trajno odstranjeno iz reaktorja. Izrabljeno jedrsko gorivo ni mogoče opredeliti kot odpadek zaradi njegove sposobnosti predelave za ponovno uporabo oziroma, če je že razvrščeno kot odpadek, je treba zanj zagotoviti končno odlagališče.*

Stanje izrabljenega goriva v jedrskih elektrarnah je običajno določeno s stopnjo zgorevanja, ki predstavlja merilo koliko energije je pridobljeno iz goriva, ki vsebuje masne enote urana (ali urana in plutonija) v času, ko je gorivo v reaktorju.

V zvezi s končnim odlaganjem in ponovno uporabo izrabljenega goriva, so enako pomembni dejavniki masa in raven aktivnosti izrabljenega goriva, toplota, ki nastane med razpadom in končno radiotoksičnost, s katero merimo biološko škodljivost.

Zaradi verižnih reakcij, ki potekajo je mogoče opaziti znatno aktivnost in posledično proizvodnjo toplote iz gorivnih palic tudi po odstranitvi iz območja. V izrabljenem gorivu se vzporedno z zmanjšanjem aktivnosti zmanjšuje tudi količina **pridobljene toplote**. Po desetih letih skladiščenja v odlagalnem (hladilnem) bazenu toplota proizvedena iz izrabljenega goriva pade na zgolj 1/10.000 del stopnje v primerjavi z normalnim delovanjem v reaktorju in 1/500 preostale toplote ostane v palicah takoj po zaustavitvi reaktorja.

Radiotoksičnost izrabljenega jedrskega goriva prikazuje možne zdravju škodljive učinke radioaktivnih izotopov, ki jih najdemo v gorivu, če so ti vneseni v telo. Radiotoksičnost izrabljenega jedrskega goriva je na začetku deset tisočkrat višja od naravnega urana, ki se uporablja za proizvodnjo. Izrabljeno gorivo bo doseglo stopnjo radiotoksičnosti naravnega urana po več kot sto tisoč letih.

Količina izrabljenega goriva pridobljenega med delovanjem reaktorja je določena predvsem z učinkovitostjo enot jedrske elektrarne in vrsto uporabljenega goriva. Splošno gledano, večja je učinkovitost enot jedrske elektrarne, več izrabljenega goriva je proizvedeno.

Kot stranski produkt predelave izrabljenega goriva in proizvodnje jedrskega goriva, ki ga ni možno ponovno uporabiti, nastajajo karakteristični visoko radioaktivni odpadki.

Upoštevajoč izračun z gorivom UO_2 (uranov dioksid) in življenjsko dobo 60 let, bo po podatkih dobavitelja proizvedeno 3.135 kosov izrabljenih gorivnih palic, katerih količina izrabljenega goriva je približno 1.674 t na enoto (glej **Hiba! A hivatkozás forrás nem található.**).

Reaktor	Toplota (MW)	Sestava izgorevanja (MWd/kgU)	Faktor izrabe (%)	Izrabljena masa goriva (t)
VVER-1200	3 200	47.5	90	1 674

Tabela 58: Količina izrabljenega goriva, generiranega v celotni življenjski dobi delovanja enote

Pred kakršno koli nadaljnjo predelavo, je izrabljeno gorivo iz odlagalnega bazena predstavljeno v začasna (prehodna) skladišča več let po zagonu novih enot. Preostalo toploto bo treba odstraniti tudi po skladiščenju v hladilnem bazenu, vendar so na tej točki ustrezne tudi manj intenzivne metode (samo z uporabo zraka iz naravnega vleka).

20.3 SPLOŠNE DOLOČBE ZA RADIOAKTIVNE ODPADKE

Radioaktivni odpadki so neizogibni stranski produkti pri proizvodnji električne energije iz jedrske elektrarne, zato je treba predvideti ravnanje z njimi in zagotoviti začasno in končno skladiščenje. Definicija radioaktivnega odpadka ustreza kateremu koli materialu, ki je proizveden kot rezultat načrtovane jedrske aktivnosti, brez zahteve ali metode za nadaljnjo uporabo, vsebujejo radioaktivne izotope s koncentracijami, ki presegajo mejne vrednosti za varne izpuste v okolje (se štejejo kot varne) ali so odstranjeni na nekatera odlagališča.

Zbiranje, sprotno spremljanje, obdelava, kvalifikacije, pakiranje, prevoz, začasno skladiščenje in končno odlaganje radioaktivnih odpadkov se lahko izvaja na podlagi celovitih in natančnih določb vladne odločbe št. 118/2011. (VII.11.) Korm. o jedrski varnosti objektov in povezanih uradnih dejavnostih, pri tem ne smemo pozabiti tudi na domačo zakonodajo in mednarodna priporočila.

Z vidika subjekta, ki proizvaja odpadke, in upoštevajoč življenjski cikel radioaktivnih odpadkov, so ključni stebri strategije ravnanja z odpadki (kvantitativno in kakovostno) načrtovanje, pridobivanje (in ločeno zbiranje), obdelava, priprava, prehodno skladiščenje, prevoz in možnosti odlaganja. Eden najpomembnejših korakov med pridobivanjem in obdelavo/pripravo je čim natančnejša identifikacija količine ustvarjenih odpadkov, kvalifikacija in etiketiranje (označevanje) enot, da bi zagotovili njihovo sledljivost. Na primernost tehnoloških rešitev za predelavo in pripravo vpliva ustreznost skladiščnih objektov za vpeljavo le-teh in primernost krajev za odlaganje.

20.3.1 NIZKA IN SREDNJA STOPNJA AKTIVNOSTI TRDNIH RADIOAKTIVNIH ODPADKOV

Trdni odpadki, proizvedeni na nadzorovanem območju nove jedrske elektrarne, se bodo **zbirali selektivno** že na samem kraju izpusta. **Izbor** odpadkov bo opravljen na podlagi radioloških parametrov, upoštevajoč tudi kasnejše vrste odpadkov za obdelavo.

Potencialno neaktivni odpadki bodo **očiščeni** po opravljeni **radiološki klasifikaciji** in se bodo obravnavali kot navadni odpadki.

Del nizko aktivnih odpadkov, katerih izotopi bodo, glede na **radiološko kvalifikacijo**, dosegli sprejemljivo mejno vrednost v doglednem časovnem obdobju, bodo poslali naprej v **ločena prehodna skladišča**, z namenom doseči raven za odpravo nadzora enkrat, ko bodo radioizotopi razpadli.

Odpadke primerne za stiskanje bodo **zbili skupaj** in tako zmanjšali prostornino odpadkov, ki bodo nato primerni za končno odlaganje. Po **prehodnem skladiščenju**, se zbije odpadke, če je to potrebno, **pripravi** (oblikujejo se pakirni paketi), ki jih nato objekt NRWR lahko sprejme. Končno odlagališče pogojnih odpadkov je NRWR odlagališče.

20.3.2 VISOKA STOPNJA AKTIVNOSTI TRDNIH RADIOAKTIVNIH ODPADKOV

Visoko aktivni trdni odpadki proizvedeni med vzdrževanjem morajo biti **pakirani**.

Če narava teh visoko aktivnih trdnih odpadkov to dopušča, moramo njihov **obseg zmanjšati**.

Začasno skladiščenje visoko aktivnih pakirnih odpadkov se izvaja vse do demontaže enot ali do začetka obratovanja objekta NRWR na odlagališču zgrajenem za te namene.

Po začasnem skladiščenju bodo radioaktivni odpadki z visoko stopnjo aktivnosti premeščeni v globinska odlagališča, ki jih bodo zgradili na Madžarskem za **končno odlaganje**.

20.3.3 TEKOČI RADIOAKTIVNI ODPADKI

To so odvodni kanali, prezračevalniki in nadzorovani izpusti, ki vsebujejo borovo kislino se ločeno zbirajo, obravnavajo in ponovno uporabljajo. Tako le minimalna količina borove kisline pride v izcedne vode, s čimer se ponovno zmanjša količina tekočih radioaktivnih odpadkov.

Regeneracija smole z ionsko izmenjavo, raztopine, ki nastanejo zaradi čiščenja s parnim generatorjem, vode iz posebnih pralnic in tušev iz zaprte primarne hladilne zanke, se **sproščajo** v nadzorovanem območju, odvisno od njihove koncentracije aktivnosti brez obdelave ali po obdelavi z selektivnimi sorbenti.

Po zmanjšanju obsega se radioaktivna izcedna voda **pripravi** (strdi) do te mere, da končni produkt izpolnjuje zahteve glede končnega odlaganja.

Kondenzat, ki nastane med zmanjševanjem obsega radioaktivne izcedne vode, se lahko ponovno uporabi ali spusti v okolje kot dodatna (nad ravnotežjem) voda.

Pogojni odpadki se prenesejo v objekt NRWR za **končno odlaganje**.

20.4 SPLOŠNE DOLOČBE ZA SESTAVO IZRABLJENEGA GORIVA

Ta kontekst vključuje celovit nadzor nad novim gorivom, dostavljenim na lokacijo in izrabljenimi gorivnimi palicami odstranjenimi iz reaktorja, plus zahtevane korake obdelave.

Poleg fizičnega varovanja, sveže, neporabljeno gorivo ne zahteva kakršno koli dodatno posebno obdelavo (zaščita pred sevanjem) in ni pomembno za zdravstveno varstvo pred sevanjem.

Obdelava izrabljenega goriva je precej bolj zapletena naloga, veljavne zakonske določbe in mednarodna priporočila zahtevajo nujno usklajeno delovanje vpletenih tehnoloških postopkov in postopkov za zaščito pred sevanjem.

Po izločitvi iz reaktorja se izrabljene gorivne palice postavijo v **odlagalne bazene**, kjer zagotovijo odstranitev preostale toplote dokler se obseg le-te ne zmanjša do vrednosti, ki omogoča njihovo vmesno suho skladiščenje.

Po skladiščenju v odlagalnem bazenu izrabljeno gorivo premestijo v prehodno skladišče. Trenutno obstajata dve možnosti:

- Izrabljeni gorivni elementi se prepeljejo v Rusijo za začasno tehnološko skladiščenje ali za tehnološko skladiščenje in ponovno predelavo. Izrabljeno gorivo ali v primeru ponovne predelave jedrske odpadke se nato shrani na ozemlju Rusije za čas trajanja, ki je določen v 1. odstavku 7. člena sporazuma (pogodbe) v zvezi z oskrbo jedrskega goriva (20 let). Nato se pošljejo nazaj na Madžarsko.
- Domače začasno skladiščenje izrabljenega goriva.

V študiji vplivov na okolje je **domače začasno skladiščenje** možno za več desetletij in velja za prehodno skladiščenje izrabljenih gorivnih palic v enotah na samem območju ali v njeni neposredni bližini. Začasno skladiščenje se bo nadaljevalo vse dokler ni zagotovljeno neposredno končno odlagališče.

Tako je po začasnem skladiščenju pričakovati izgradnjo domačega **neposrednega končnega odlagališča** za izrabljeno gorivo.

20.5 PRIČAKOVANI VPLIVI IZGRADNJE

Med izgradnjo **ni** pričakovati **neposrednih vplivov**, ki izvirajo iz proizvodnje, zbiranja, obdelave in nevtralizacije radioaktivnih odpadkov. Prvi tovor bo prispel na območje izgradnje eno leto pred prenehanjem gradnje.

Med izgradnjo **ni** pričakovati **neposrednega okoljskega vpliva** v zvezi z radioaktivnimi odpadki, zato lahko zanemarimo tudi posredne vplive.

Prav tako ni pričakovati izpustov radioaktivnih izotopov iz radioaktivnih odpadkov med samo izgradnjo, zato posredni učinki in pojmovanje vplivnega območja niso pomembni, in tako **posrednih učinkov ni pričakovati** (brez pomembnih dejavnikov).

V odsotnosti pomembnih dejavnikov (**razlogov**) ni mogoče določiti **vplivnega območja** zaradi zbiranja in skladiščenja radioaktivnih odpadkov v zvezi s **čezmejnimi okoljskimi vplivi**.

20.6 PRIČAKOVANI VPLIVI OBRATOVANJA

20.6.1 RADIOAKTIVNI ODPADKI

V zvezi z radioaktivnimi odpadki pričakovane vplive obratovanja jedrske elektrarne določimo s kakovostno in količinsko napovedjo teh odpadkov.

Pri zasnovi načrtovane vrste enote je bila posebna pozornost namenjena zagotavljanju zbiranja manjših količin radioaktivnih odpadkov med obratovanjem, kot je to bilo običajno pri predhodnih tehnoloških rešitvah. Zaradi postavitve sistema primarne hladilne zanke in večje kompaktnosti tehnologije, bo količina nizko in srednje aktivnih odpadkov znatno manjša od količine, ki nastane na že obstoječih enotah v Paksu.

Sistemi Paks II so zasnovani tako, da so zmožni za predelavo radioaktivnih odpadkov nastalih v času njihove življenjske dobe in sicer na način, da zmanjšajo raven trdnih, tekočih in plinastih izpustov na razumno izvedljiv minimum. Dosedanja spoznanja so bila vpeljana v načrtovanje.

Glede na stanje snovi in koncentracijo aktivnosti se obdelava in začasno skladiščenje radioaktivnih odpadkov izvaja v pomožni stavbi poleg zadrževalnega hrama. Shranjevanje na kraju samem selektivno zbranih in predobdelanih nizko in srednje aktivnih odpadkov bo dovoljeno za obdobje 10 let. Za visoko aktivne odpadke pa bo shranjevanje na kraju samem dovoljeno do konca obratovalne življenjske dobe, zato morata izbor njihove končne lokacije za odlaganje in izgradnja potrebnih kapacitet za shranjevanje biti opravljena do konca obratovalne življenjske dobe.

Po začasnem shranjevanju na kraju samem se nizko in srednje aktivni odpadki, trdni oziroma strjeni radioaktivni odpadki odpremo po cesti do obrata NRWR v podzemno odlagališče.

Ocenjena povprečna letna količina porazdelitve nizko, srednje in visoko aktivnih trdnih odpadkov nastalih med proizvodnjo električne energije v reaktorjih enot Paks II, ki bodo zgrajene, je prikazana v **Hiba! A hivatkozás forrás nem található.**

Odpadek	Količina odpadkov [m ³ /leto]	Količina odpadkov po obdelavi (strjevanje, rezanje ipd.) [m ³ /leto]	Število enot za obdelavo/shranjevanje
Nizka stopnja trdne aktivnosti	70	28	140 sodov
Srednja stopnja trdne aktivnosti	11	4	20 sodov
Visoka stopnja trdne aktivnosti	0,5	-	5 kapsul
Obsežni, ki jih ni mogoče upravljati (generirani z vzdrževanjem/popravili)	5	-	-
Cementirani hlapljivi ostanki	25	20	100 sodov
Cementirana smola za ionsko izmenjavo	10	8	40 sodov
Cementirani mulj/blato	0,6	0,5	3 sodi

Tabela 59: Ocenjena letna količina generiranih trdnih radioaktivnih odpadkov na enoto [40]

Pri ocenjevanju količine odpadkov, ki so primerni za končno odlaganje, so bile pri izgradnji novih enot vključene tudi tehnologije za ravnanje z odpadki in za njihovo pripravo.

20.6.2 SESTAVA PORABLJENEGA GORIVA

Z uporabo razpoložljivih podatkov je mogoče oceniti količino izrabljenega goriva nastalega med celotno obratovalno življenjsko dobo. Upoštevajoč izračun z gorivom UO₂ (uranov dioksid) in življenjsko dobo 60 let, bo po pridobljenih podatkih proizvedeno 1.674 t izrabljenega goriva v enem reaktorju, kar skupaj z obema enotama znesi 3.348 t.

Izrabljene gorivne palice se najprej postavijo v odlagalni bazen, ki se nahaja v okviru zadrževalnega hrama.

V zvezi z začasnim shranjevanjem izrabljenega goriva, ki je odstranjen iz odlagalnega bazena, obstaja več predlaganih rešitev v razpoložljivi literaturi in v tehnoloških opisih. Upoštevajoč posebne lastnosti lokacije v Paksu ter ob odločanju med prednostmi in slabostmi izvajanja različnih tehnologij začasnega skladiščenja na kraju samem, so suhi zabojniki najboljša izbira. Pravzaprav ima izbira območja skladiščenja znotraj same lokacije več prednosti v smislu varnosti in zaščite sredstev, družbene sprejemljivosti, prevoza / logističnih nalog in sistema monitoringa, ki bi bili vzpostavljeni v povezavi z novimi enotami. Na podlagi dostopnih informacij, bi bila, za začasno skladiščenje izrabljenih gorivnih elementov nastalih v času celotne obratovalne življenjske dobe skozi več desetletij, primerna tlakovana površina v velikosti približno 75×100 m.



Slika 96: Suho cevasto skladišče, pokončna postavitev. [42]



Slika 97: Polnjenje suhega skladišča, horizontalni pogled. [43]



Slika 98: Tipični izgled območja suhega cevastega skladišča. [44]

20.6.3 PRIČAKOVANI VPLIVI IN VPLIVNO OBMOČJE DELOVANJA

Radioaktivni odpadki

Radioaktivni odpadki z nizko in srednje aktivno stopnjo se bodo zbirali in obdelovali v pomožni stavbi. Vplivno območje **neposrednih** radioloških **vplivov** bo zaradi uporabe tehnoloških korakov in potencialnega vpliva na okolje nad mejnimi vrednostmi omejeno na območje jedrske elektrarne, predvsem na območje, kjer bo objekt za **skladiščenje in obdelavo**.

Pot za prevoz pogojnih odpadkov do NRWR je dolga 64 km. Od tega 49 km poteka po avtocesti M6, zato na tem odseku ni treba upoštevati izpostavljenost sevanju oseb, ki se nahajajo ob robu vozišča, saj je promet za pešce vzdolž avtocest prepovedan. Poleg tega so lahko osebe prisotne na počivališčih in območju bencinskih črpalk na avtocesti le tako blizu sredinske črte vozišča, kjer je učinek sevanja tovora zanemarljiv. V prvem delu transportne poti je, med sedanjim severnim dostopom do jedrske elektrarne Paks in avtocesto M6, v glavni urbanistični načrt mesta Paks vključen cestni priključek, ki se razteza od križišča severne dostopne ceste in ceste 6 do južnega izhoda v Paks na avtocesti M6 in ne prečka naseljena območja.

Lahko zaključimo, da je letna izpostavljenost sevanju prebivalstva, tudi ob konzervativni oceni, glede na velikostne razrede pod dovoljeno mejo oziroma omejitveno dozo za prebivalstvo, zato se lahko **transportna pot**, ali bolje **rob vozišča** šteje kot **mejno vplivno območje** med samim **prevozom do končnega odlagališča**, in to ob domnevi, da se vedno ista oseba nahaja na robu vozišča, ko gre mimo transportno vozilo.

Tehnična postavitev embalaže, ki omogoča dostavo do odlagališča, mora biti taka, da med njeno ocenjeno življenjsko dobo ne dovoli uhajanje radioaktivne snovi. Zato je pričakovati, da bo **vplivno območje posrednih vplivov** sovpadalo s samim **omejenim območjem skladiščenja**.

Potencialna izpostavljenost sevanju zaradi skladiščenja radioaktivnih odpadkov z visoko stopnjo aktivnosti je glede na sestavine okolja omejena na območje lokacije, ali bolje znotraj vplivnega območja, ki je enak 500 m mejnemu pasu formalnega vendar še ne določenega varnostnega območja.

Vplivno območje posrednih vplivov visoko aktivnih odpadkov je odvisno od **tehnoloških rešitev za ravnanje in skladiščenje** omenjenih odpadkov. Po njihovi proizvodnji na kraju samem, je skladiščenje priporočljivo vse dokler se ne

zmanjša delež kratkoživih izotopov in nastale toplote. Nato sledi prevoz do končnega odlagališča. Trenutno se raziskuje formacija aleulita (glinovca) Boda (BAF), ki bi lahko služil kot končno odlagališče znotraj meja. Neposredni in posredni vplivi, ki lahko izvirajo iz teh skladišč so v bistvu odvisni od funkcionalnosti in delovanja zgrajenih pregrad, ki so postavljene v skladu s specifikacijami. Globoka odlagališča lahko varno zadržijo radioaktivne izotope za več deset tisoč let. Tipična tehnologija shranjevanja so pakirni odpadki z opredeljeno tehnično zaščito, celice/prostori odlagališča so ločeni z debelo plastjo betona iz naravnega kamna, odpornega na vodo, nato napolnjene prostore z zabojniki zasipajo s kamni in zapečatijo z betonsko plastjo. Iz podatkov sistema geofizikalnega opazovanja, ki je pred zasipanjem in zaprtjem, nameščen v prostorih odlagališča lahko sklepamo ali je prišlo do uhajanja, ki se lahko pojavi kot neposredni vpliv povezan z neposrednim okoljem območja globokega skladiščenja, vendar je možnost za kaj takega praktično zanemarljiva. V primeru upoštevanja strogih navodil in opisov obdelave (postopkov) med normalnim obratovanjem v zvezi z ravnanjem z radioaktivnimi odpadki, okoljski vplivi, ki izvirajo iz ravnanja z radioaktivnimi odpadki na različnih ravneh, ne bodo dosegli ali presegli državnih meja. Enako velja za izrabljene gorivne elemente.

Sestava porabljenega goriva

Palice (postavljene v zabojnike) bodo na samem kraju območja začasnega skladiščenja več desetletij, nato bodo prepeljane v obrat za ponovno predelavo ali na končno odlagališče brez kakršne koli nadaljnje manipulacije, saj površina zabojnikov za shranjevanje zagotavlja ustrezno zaščito tudi med prevozi

Izpostavljenost okolja sevanju zaradi zabojnikov na površini območja za shranjevanje ne presega omejitvene doze tudi na meji vplivnega območja, ki je enak meji varnostnega območja.

Odsek določene železniške proge do meje, je upoštevan v primeru prevoza do obrata za ponovno predelavo. Med načrtovanjem poti je upoštevano, da gre vlak mimo minimalnega števila naseljenih območij. Glede na obstoječe železniško omrežje imajo ti prevozi prednost in so varovani, vključno z načrtovanimi postanki, ki so zelo kratki.

Določanje posrednega vplivnega območja je odvisno tudi od **načina obdelave po začasnem shranjevanju**. Vse dokler je gorivo predmet predelave in ponovne uporabe, tj. izotopi uporabljeni kot cepljivi materiali so pridobljeni za namene nadaljnje proizvodnje elektrike, bodo upoštewane transportne poti od območja začasnega shranjevanja do obrata za ponovno predelavo in okolica uporabljenih obratov. Vendar pa je med obdelavo, del izotopov pretvorjen v visoko aktivne odpadke, ki so ustrezno pogojeni (ponavadi z osteklenitvijo) v predelovalnem obratu. Ti visoko aktivni odpadki (v skladu s pravno ureditvijo) se pošljejo nazaj v jedrsko elektrarno, kjer jih uskladiščijo v načrtovana globoka odlagališča na način, kot je opisan v poglavju za visoko aktivne odpadke.

20.6.4 VPLIVI IN VPLIVNO OBMOČJE SKUPNEGA DELOVANJA PAKS II IN JE PAKS

Med skupnim delovanjem, bodo reaktorji Paks II v prvem desetletju svojega delovanja. Namestitev na kraju samem in začasno shranjevanje radioaktivnih odpadkov in izrabljenega jedrskega goriva proizvedena v tem obdobju bo izvedeno v pomožni stavbi primarne hladilne zanke poleg zadrževalnega hrama in odlagalnega bazena. To pomeni, da v primeru Paks II ni pričakovati odpošiljanja radioaktivnih odpadkov iz območja in tudi ne manipulacije izrabljenih gorivnih palic zunaj zadrževalnega hrama. Tudi če bo prišlo do odpošiljanja zaradi odstranitve, bo količina verjetno manjša v primerjavi z odpremljeno količino iz JE Paks. V zvezi z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim jedrskim gorivom, bodo pričakovani vplivi skupnega delovanja prihajali skoraj izključno s strani enot jedrske elektrarne Paks zaradi nenamernih okoljskih vplivov teh odpadkov proizvedenih v času zahtevanih tehničnih ukrepov in predpisanih ob zaključku obratovanja enote.

Skupne akcije med skupnim delovanjem bodo vključevale pošiljanje radioaktivnih odpadkov iz same lokacije po cesti in izrabljenega jedrskega goriva z vlakom. V zvezi s skupnim delovanjem, med pripravi za 20 letno zaščiteno hrambo, je pričakovati prevoz do NRWR, po zgoraj opisani poti, nizko in srednje aktivnih odpadkov skupaj z radiološkim vplivom iz enot jedrske elektrarne Paks, ki se bodo ena za drugo zapirale. Izrabljene gorivne palice, ki bodo odstranjene iz zaprtih

enot jedrske elektrarne Paks, bodo prepeljane do ISFS [Neodvisno skladišče za izrabljeno jedrsko gorivo]. Natančen raspored pošiljanja izrabljenega jedrskega goriva do skladišča ISFS po 50 letih ohlajenja trenutno ni znan. Čase dostave odpadkov iz obeh objektov, kot tudi vključene transportne poti je treba uskladiti, da bi se izognili dodatnim vplivom.

Upoštevajoč več desetletno začasno shranjevanje nizko, srednje in visoko aktivnih odpadkov, na samem kraju, ni pričakovati nobenih pošiljk iz območja Paks II v času skupnega delovanja glede na trenutne načrte.

Vplivno območje izpusta radioaktivnih odpadkov med normalnim obratovanjem kot tudi ravnanje in začasno skladiščenje odpadkov iz obeh objektov je identično mejnemu varnostnemu območju.

Čezmejne okoljske vplive skupnega delovanja jedrske elektrarne Paks in Paks II se lahko izključi med normalnim obratovanjem.

20.6.5 VPLIVI OSNOVNIH NAČRTOVANIH DOGODKOV

Zbiranje in ravnanje s temi vrstami radioaktivnih odpadkov, ki so proizvedeni v okviru osnovnih načrtovanih dogodkov, vendar zunaj normalnih pogojev, se lahko izvaja v pomožnem objektu primarne hladilne zanke. Zato bo vplivno območje neposrednih okoljskih vplivov teh odpadkov predvidoma znotraj meja varnostnega območja lokacije, in zato analiza posrednih kot tudi čezmejnih vplivov na okolje, ni upravičena.

20.7 PRIČAKOVANI VPLIVI RAZGRADNJE

Ne glede na trenutno veljavno verzijo takojšnje razgradnje v zvezi s Paks II, bo trajna zaustavitev jedrske elektrarne in izvajanje ustreznih tehnoloških korakov trajalo več let. Rušenje objekta ima podobne posledice kot izgradnja, le da rušenje, v nasprotju z izgradnjo, proizvaja znatno manjše količine v glavnem nizko in srednje aktivnih odpadkov, katerih pretok je treba obravnavati na sami lokaciji. Odstranjevanje teh velikih količin odpadkov bo zahtevalo precej miniranja in obravnavanja materiala, vendar bo predvideno vplivno območje tako povzročenih učinkov omejeno na državne meje.

21 OKOLJSKA RADIOAKTIVNOST - IZPOSTAVLJENOST SEVANJU PREBIVALSTVA V OKOLICI OBMOČJA

21.1 OKOLJSKA RADIOAKTIVNOST V KROGU 30 KM OD JEDRSKE ELEKTRARNE

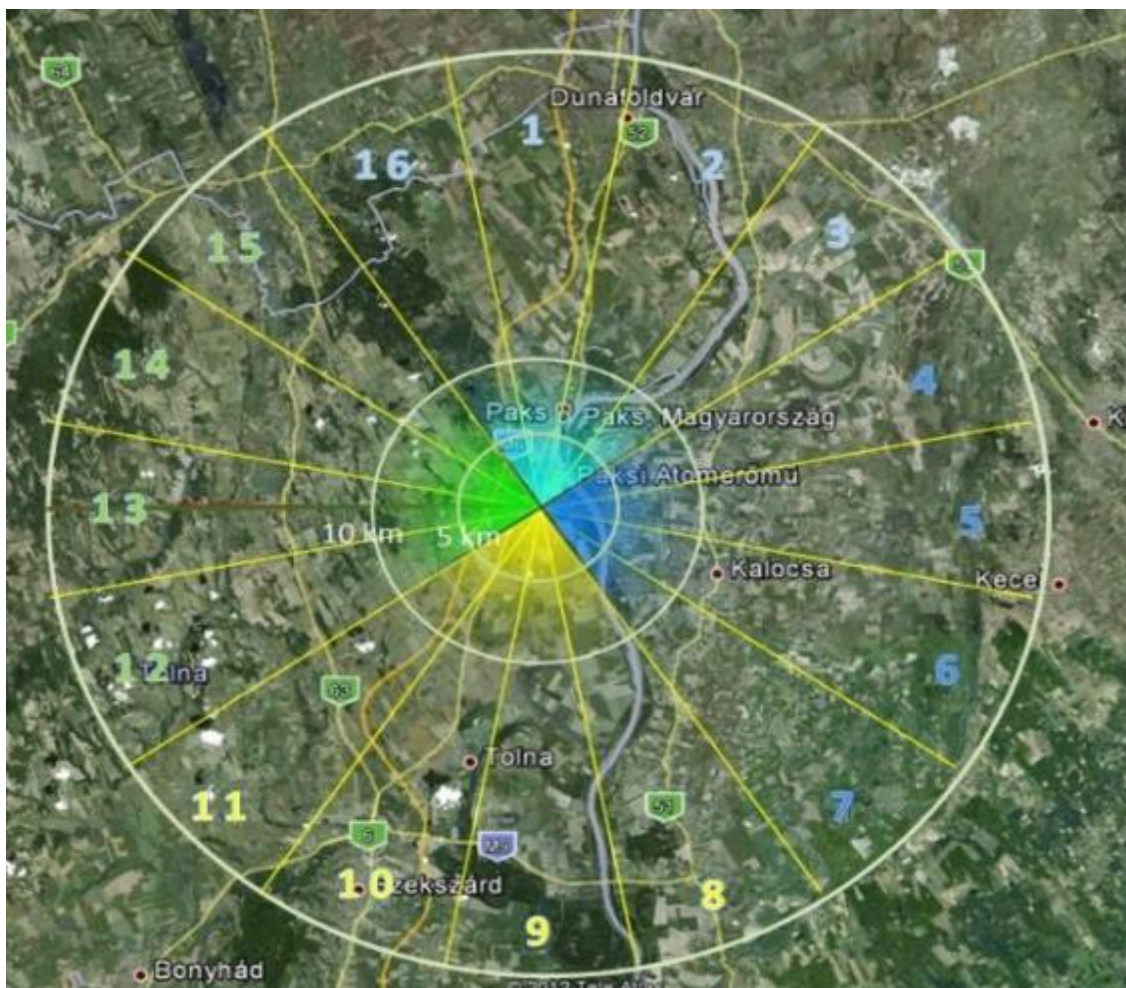
Opazovanje okolja, ki obdaja JE z merjenjem radioaktivnosti različnih okoljskih vzorcev je program, ki poteka od leta 1978, odkar so postavljene osnove (stopnja nič) za kontinuirana operativna merjenja. Merjenja so in jih še vedno izvajajo zaposleni v jedrski elektrarni Paks, oblast in še nekatere ustanove.

Izmerjena aktivna koncentracija temelji na rezultatih naslednjih okoljskih elementov, ki so bili uporabljeni za ugotovitev značilnosti okoljske radioaktivnosti v jedrski elektrarni Paks:

- Stopnja doze za okoljsko sevanje,
- Gama spektrometrična merjenja na lokaciji,
- Vzorci iz ozračja, zemlje in trave,
- Vzorci površinskih voda,
- Vzorci blata,
- Vzorci rib,

- Vzorci podzemnih voda,
- Vzorci mleka.

Ključni kazalniki, ki oblikujejo osnovo za evalvacijo, so bili prvotno letna poročila PERMS in JERMS (glej glavni dokument) YR 2001-2011. Rezultati okoljskih meritev, ki so na voljo za obdobje med leti 2001 in 2011, so bili razdeljeni v skupine, glede na lokacijo področij. Na osnovi predhodnih raziskav je bila okolica jedrske elektrarne opisana s tremi razdaljami (< 5 km, 5-10 km in 10-30 km) ter 4 smermi (sever, jug, vzhod in zahod), kot je označeno spodaj:



Slika 99: Sektorska skupina, razdeljena na razdaljo 30 km od jedrske elektrarne

Glede na vode v reki Donavi in vzorce blata, je bil tok reke Donave razdeljen na zgornji tog od mesta Paks in na spodnji tok od Paksa.

Gibanje in povezovanje radioaktivnih materialov in elementov v okolju je rezultat kompleksnih postopkov, npr. absorpcija radioizotopov rastlin ima vplive številnih dejavnikov, od katerih so najpomembnejši. Struktura tal, stopnja kohezivnosti tal in mehanska sestava, globina korenin rastlin, delež rastlin nad in pod zemljo, dolžina vegetacijskega obdobja, klimatski in meteorološki pogoji.

Učinek, ki se uveljavlja z enim okoljskim elementom za drugim, kar pomeni, da gre za interakcijo med njimi, ki jo lahko najlažje opišemo z uporabo priporočil IAEA, ki se jim pravi interakcijske matrice. Poznavanje teh interakcij tudi dovoljuje opis gibanja radioaktivnih materialov, ki so ušli v okolje. Naravni habitati, rastišča in njihove glavne interakcije skozi kate-re lahko radioaktivne kontaminacije prehajajo iz ene lokacije na drugo. Diagonala interaktivne matrice vsebuje glavne okoljske elemente, medtem ko ostale celice prikazujejo interakcije med njimi. Interakcije med diagonalnimi elementi učinkujejo v smeri urinega kazalca.

Spodnja tabela kaže naravne habitate in območja rastišč ter njihove glavne interakcije, preko katerih se lahko kažejo radioaktivne kontaminacije, ki se lahko gibljejo iz ene lokacije na drugo.

	1	2	3	4
1	Gozd	Veter (aerosoli, para) Podzemna in površinska voda (tok navzdol) Zemlja (mešanje) Uporaba pepela (gnojenje) Uporaba živalskih iztrebkov (gnojenje) Organski razgradni produkti Uporaba produktov lesa	Veter (aerosoli, para) Podzemna in površinska voda (tok navzdol) Zemlja (mešanje) Usedline pepela (sežiganje) Organski razgradni produkti Živalska krma	Veter (aerosoli, para) Podzemna in površinska voda (tok navzdol) Zemlja (mešanje) Usedline pepela (sežiganje)
2	Veter (aerosoli, para) Usedline pepela (sežiganje)	Kultivirano področje	Veter (aerosoli, para) Podzemna in površinska voda (tok navzdol) Zemlja (mešanje) Usedline pepela (sežiganje) Organski razgradni produkti Živalska hrana	Veter (aerosoli, para) Podzemna in površinska voda (tok navzdol) Zemlja (mešanje) Usedline pepela (sežiganje) Organski razgradni produkti
3	Veter (aerosoli, para) Usedline pepela (sežiganje) Domače živali, živalski iztrebki	Veter (aerosoli, para) Usedline pepela (sežiganje) Uporaba živalskih iztrebkov	Travniki	Veter (aerosoli, para) Podzemna in površinska voda (tok navzdol) Zemlja (mešanje) Usedline pepela (sežiganje) Organski razgradni produkti
4	Veter (aerosoli, para, pršenje) Voda (za živali) poplave	Veter (aerosoli, para, pršenje) Podzemne vode (dotok) Sedimenti (izkopavanja) Voda (za pitje živali) Namakanje Poplave	Veter (aerosoli, para, pršenje) Podzemne vode (dotok) Sedimenti (izkopavanja) Voda (za pitje živali) Namakanje Poplave	Reka, jezero

Tabela 60: Glavne interakcije med naravnimi habitati in območji rastišč

REZULTATI MERITEV OKOLJSKIH ELEMENTOV – PODATKI JERMS

Za začetek je potrebno poudariti, da globalni kontaminanti, kot ^{134}Cs , ^{137}Cs or ^{90}Sr najverjetneje izvirajo iz jedrskih eksperimentov ali katastrofe v Černobilu in da je težko ločiti tritij (^3H) in radioaktivni ogljik (^{14}C), da bi lahko z gotovostjo trdili, da je njihov izvor kozmogen ali da so globalni kontaminant oziroma, da so bili proizvedeni z delovanjem jedrske elektrarne Paks.

Meritev **aerosolne** aktivne koncentracije lahko samo zagotovi verodostojne podatke za prostorsko distribucijo ^{134}Cs , ^{137}Cs in ^{131}I (za >10 km). ^{131}I je bil opazovan enajstkrat na razdaljah, večjih od 10 km, kar lahko indicira izvor za bolnišnične rabe, medtem ko se podatki iz YR 2011 lahko nanašajo na izpuste iz Inštituta za izotope (Institute of Isotopes Co. Ltd.) ali Fukušime. Časovno konstantna radioaktivnost vzorcev **tal** prav tako kaže (glej tabelo 61), da je večino jedrskih materialov globalnega izvora moč najti v bližini jedrske elektrarne, očitno pa je tudi, da so mejne vrednosti relativno nizke na ravni nacionalnega povprečja:

Nuklidi	leto	povprečno [Bq/kg]	najmanj [Bq/kg]	največ [Bq/kg]	število	Državno povprečje [Bq/kg]	Referenčna stopnja [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

Tabela 61: Kumulativni podatki o aktivni koncentraciji v prsti

Glede na aktivne koncentracije **tal** v razpršenem prostoru se spet večina radioaktivnih materialov globalnega izvora najde v bližini jedrske elektrarne Paks. Glede na prostorsko razpršitev aktivnih koncentracij v **travnih površinah** in **živalski krmi**, so bile podobne količine najdene kot v kontaminaciji tal, razen glede vsebnosti tritija. Razpršitev po rečnih km vzorcev **vode** so aktivne koncentracije, pridobljene za **Donavo, odsek ob toku navzgor**, od Paksa, tudi pokazale, da so radioaktivni materiali prisotni v reki celo navzgor ob toku od izpustne točke za tekočino pri jedrski elektrarni Paks. Trije najbolj tipični radioaktivni materiali globalnega izvora (^{137}Cs , ^{90}Sr , ^3H) se lahko tudi zaznajo v kontinuiranem času. Vzorci **vode**, vzeti iz reke **Donave na odseku nizvodno** od jedrske elektrarne Paks kažejo skoraj identične aktivne koncentracije kot navzgor ob toku od točke izpusta, včasih je celo koncentracija, izmerjena ob toku navzgor, višja od tiste ob toku nizvodno od Paksa. Na odseku reke Donave ob toku navzgor od jedrske elektrarne Paks, **sedimenti** kažejo enotno distribucijo ^{137}Cs . V **sedimentih** in odseku reke Donave nizvodno od izpustne točke so radionuklidi ^{137}Cs in ^{90}Sr enotno časovno prisotni v vrednostih, ki niso znatno višje kot tiste navzgor ob toku jedrske elektrarne. Časovne variacije stoječe vode so opazne v vzorcih, ki so največkrat opazovani, za ^{90}Sr , medtem ko vrednost ^3H ostaja pod nacionalnim povprečjem (^3H : 4.3 Bq/dm³). Časovna distribucija aktivnih koncentracij v **sedimentih stoječe vode** je lahko izmerjena samo za ^{137}Cs . Obstaja samo nekaj pomenljivih podatkov v zvezi s prostorsko distribucijo aktivnih koncentracij za **vodne živali v stoječi vodi**, kjer je povprečna aktivna koncentracija ^{137}Cs bila 0.22 Bq/kg. Ta vrednost ne presega nacionalnega povprečja (0.42 Bq/kg).

Glede na prostorsko razpršenost aktivnih koncentracij, izmerjenih v **kravjem mleku**, so pomenljivi podatki na voljo samo za radionuklida ^{137}Cs in ^{90}Sr .

Čas distribucije v kravjem mleku je bil enakomeren, spada pa pod povprečne vrednosti na nacionalni ravni.

Nuklidi	leto	povprečno [Bq/kg]	najmanj [Bq/kg]	največ [Bq/kg]	število	Državno pov-prečje [Bq/kg]	Referenčna stopnja [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

Tabela 62: Kumulativni podatki o aktivni koncentraciji v kravjem mleku

Prostorska razpršitev **doznih stopenj** (merjeno s TLD) kaže, da vrednosti v bližini jedrske elektrarne Paks kažejo padajočo tendenco kod vrednosti, ki so izmerjene na nacionalni ravni (povprečje: 78 nSv/h).

REZULTATI MERITEV OKOLJSKIH ELEMENTOV – PODATKI PERMS

Meritve PERMS so bile v bistvu izvedene blizu merilnih postaj vrste "A" (A1-A9) in kontrolne merilne postaje (B24) pa na lokaciji in v neposredni bližini. Postaje vrste "A" so locirane bliže jedrski elektrarni Paks, kjer so radionuklidi, ki jih izpušča jedrska elektrarna zaznani z večjo verjetnostjo. Tudi tukaj so kot osnova upoštevani samo umetni radionuklidi.

Na podlagi operativnih meritev podatki o vzorcih **zraka** kažejo, da je samo nekaj radionuklidov, splošno značilnih za jedrsko elektrarno, (^{54}Mn , ^{58}Co , ^{60}Co) najdenih v preučevanem obdobju v letih 2001-2011. Aktivna koncentracija ^{137}Cs , ^{14}C in ^3H na postajah vrste "A" in tistih vrste "B" – kontrolnih postajah, so zelo podobni. Na podlagi meritev **usedlin, tal** in **trave** je samo radionuklid ^{60}Co tipičen za jedrsko elektrarno Paks, nuklida ^{137}Cs in ^{90}Sr sta hkrati radioaktivna izotopa globalnega izvora. Radionuklid ^{131}I v vzorcih zraka in usedlin lahko izvira iz nesreče v JE Fukušima in iz emisij inštituta za izotope. V vzorcih blata in zemlje, ki so bili vzeti na lokaciji in v najbližji okolici jedrske elektrarne (^{54}Mn , ^{58}Co , ^{60}Co , $^{110\text{m}}\text{Ag}$, ^{106}Ru , ^{144}Ce) so radionuklidi rezultat konfluenc in s tem akumulacije, rezultati pa evidentno kažejo, da je njihov izvor izpust iz jedrske elektrarne. Razen teh akumulacijskih mest radionuklidov iz jedrske elektrarne zanesljivo ne moremo odkriti v drugih okoljskih elementih.

Vrednosti stopenj doz prav tako padajo na izmerjenem obsegu domačega področja.

postaja	Povprečna stopnja doze [nSv/h]	leta
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
Referenčna stopnja na podlagi JERMS	78	2001-2011

Tabela 63: Povprečni podatki o doznih vrednostih

Rezultati radiologije podzemnih voda

Na lokaciji jedrske elektrarne Paks in v okolici je bilo vzpostavljeno vzorčenje izvirov na več lokacijah, da bi dovolili meritve ^3H in drugih radioaktivnih izotopskih aktivnostih v podzemnih vodah. V vzorcih, zajetih na področju okrog lokacije, je bil opazen tritij v velikih fluktuacijah. Povprečje se spreminja med 2 in 2 326 Bq/dm³ odvisno od letnega časa, vodostaja in hitrosti toka. Iz tega se da zaključiti naslednje:

- Tok tritija je večinoma v smeri sever-severovzhod v bližnji soseščini glavne zgradbe jedrske elektrarne Paks. Izpostavljenost smeri toka je perturbirana ob visokem vodostaju reke Donave. Visok vodostaj spremeni smer toka proti severu-severozahodu in s tem se izpostavljenost propagaciji ustavi, ker se območje proti zahodu razširi.
- Razen tritija je opaziti tudi zelo majhno količino ^{14}C , drugih radionuklidov umetnega izvora pa v podzemnih izviri ni bilo najti.
- Rezultati merjenja navajajo na to, da se aktivne koncentracije tritija postopno zmanjšujejo.

Pojav tritija (^3H) in radiacijskega ogljika (^{14}C) je lahko v osnovi tudi globalnega izvora. Žal je baza podatkov meritev, ki pokriva nacionalno raven, omejenega obsega, toda določeni deli vrednosti, ki se pojavlja okrog jedrske elektrarne, je lahko zagotovo del tega. Pojav na lokaciji in v podpovršinskih vodah je nedvomno rezultat jedrske elektrarne, razširjena izpostavljenost pa je omejena z mejami lokacije.

Študija YR 2012 o pojavljanju radioizotopov v okolici jedrske elektrarne

Za določitev trenutnega statusa (radioizotopskih koncentracij) okolja jedrske elektrarne je bilo izbranih pet testnih lokacij za izvedbo naslednjih meritev: meritev gama spektrometrije na lokaciji (50 testov), meritev stopnje doze gama (50 testov), meritev aktivnosti koncentracij v tleh (50 vzorcev), travne površine, meritev aktivnosti koncentracij v ločju in grmičju (50 vzorcev). Testi so bili izvedeni v okviru prejšnjega projekta racionalizacije okolja povečanja življenjske dobe jedrske elektrarne Paks na naslednjih potencialnih akumulacijskih točkah, prepoznanih na morfološki osnovi.



Slika 100: Satelitska slika lokacij vzorčenja, določenih v programu

Z uporabo izbranih lokacij za meritve so bili vzeti vzorci tal in rastlin v dveh fazah vegetacijskega cikla (pomlad, poletje in pozno poletje-jesen), da bi določili koncentracijo radionuklidov v njih.

Na splošno lahko potrdimo, da je bruto beta aktivna koncentracija, izmerjena v vzorcih tal in rastlin, izvirno za večino v 80 – 95 % od njihove vsebnosti ^{40}K , kar pomeni, da ti dve vrednosti kažeta dobro korelacijo. Povprečna bruto beta aktivna koncentracija vzorcev tal, ki je bila vzeta na razdalji do 30 km okrog jedrske elektrarne Paks, 612 Bq/kg. Izmerjene vrednosti variirajo v razponu 410 – 788 Bq/kg. Povprečna bruto beta aktivna koncentracija vzorcev rastlin je bila 706 Bq/kg spomladi in 604 Bq/kg jeseni. Izmerjene vrednosti variirajo v večjem razponu, med 226 in 1236 Bq/kg. Jasno je tudi, da so se sezonske variacije, opisane za primer izotopa ^{40}K , pojavile tudi v teh vrednostih.

V vzorcih tal, vzetih na območju jedrske elektrarne Paks, so bile izmerjene aktivne koncentracije ^{90}Sr in ^{137}Cs (1,0 Bq/kg in 16,1 Bq/kg, upoštevno za povprečje) na testni lokaciji III (0,4 Bq/kg in 7 Bq/kg, upoštevno za povprečje). V vzorcih blata so se izmerjene aktivne koncentracije obeh izotopov, ^{90}Sr in ^{137}Cs , pokazale kot nižje. V vzorcih blata je bila povprečna aktivna koncentracija ^{90}Sr 0,30 Bq/kg, medtem ko je bila povprečna aktivna koncentracija za ^{137}Cs 5,9 Bq/kg. Za primerjavo lahko navedemo, da so povprečne aktivne koncentracije izotopa ^{90}Sr , izmerjene v blatu iz Blatnega jezera, bile 0,92 Bq/kg, medtem ko je bil povprečni izotop ^{137}Cs na ravni 45 Bq/kg. V blatu iz jezera Velence je bila aktivna koncentracija izotopa ^{90}Sr na ravni 4,39 Bq/kg povprečna koncentracija izotopa ^{137}Cs pa 31 Bq/kg. Koncentracije izotopa ^{90}Sr v vzorcih iz testne lokacije IV so bile 1,5 Bq/kg. Povprečna aktivna koncentracija, izračunana na podlagi rezultatov iz vseh rastlinskih vzorcev je 0,44 Bq/kg za izotop ^{137}Cs in 1,06 Bq/kg za izotop ^{90}Sr .

Povzetek okoljske radioaktivnosti

Na podlagi podatkov PERMS in JERMS se radionuklidi, tipični za jedrsko elektrarno, zaznani samo nekajkrat v zraku, usedlinah, ter vzorcih blata in prsti, pravzaprav so bili opaženi predvsem naslednji radionuklidi: ^{54}Mn , ^{60}Co , ^{58}Co in $^{110\text{m}}\text{Ag}$. Pojav radiodiodnih nuklidov je bil opažen v primerih kot je napaka pri delovanju leta 2003 ali ko je bil izmerjen vpliv nesreče v Fukušimi ali so bili izmerjeni izpusti inštituta za izotope. Na točkah, oddaljenih od jedrske elektrarne, je pojav radionuklidov že izzveneval ali pa se ga da pripisati uporabi v medicinske namene. Dodatno k obdelavi podatkov, izmerjenih v letih 2001-2011, so bila leta 2012 opravljena merjenja in-situ za gama spektroskopijo in doze gama v bližini jedrske elektrarne Paks, vzeti so bili tudi vzorci tal in rastlin. Laboratorijske meritve so ponovno potrdile samo radionuklide ^{90}Sr in ^{137}Cs v različnih vzorcih iz okolja. Prisotnost radionuklida ^{60}Co v prsti lahko najdemo samo enkrat na specifičnem mestu (blizu jedrske elektrarne Paks). V isti namen so bile izvedene meritve na teh lokacijah (definirane kot akumulacijske točke zaradi pomislekov v zvezi z morfologijo in smerjo vetra), v devetdesetih letih so bili prav tako zaznani radionuklidi – namreč $^{110\text{m}}\text{Ag}$ – a samo v nekaj primerih.

Na podlagi zgornjih argumentov lahko sklenemo, da je nemogoče poskusiti oceniti okoljske učinke normalnih izpustov jedrske elektrarne z meritvami ali opisati njihovo gibanje in migracijo preko določenih okoljskih elementov. Okoljske stopnje doz prav tako podpirajo dejstvo, da v območju jedrske elektrarne ni moč najti mest s povečanimi vrednostmi.

21.2 ZDRAVSTVENO STANJE PREBIVALSTVA, ŽIVEČEGA V 30 KM ODDALJENOSTI OD ELEKTRARNE

S preučevanjem zdravstvenega stanja ljudi, ki živijo v bližini lokacije, je možno opazovati indikativnost (pogostost) bolezni, ki so potencialno v zvezi z ionizirajočim sevanjem med prebivalstvom, ki živi v krogu 30 km od lokacije elektrarne.

Preučevano območje je bilo določeno kot krog 30 km od središča jedrske elektrarne Paks.

Pravila specifično ne veljajo za ocene v zvezi z epidemijami. Standardi ne določajo niti procesnih metod. Za evalvacijo primarnih referenc je bila upoštevana publikacija, ki so jo napisali: Lawson A, Biggeri A, Böhning D, Lessafre E, Viel J-F, Bertollini R, z naslovom: Mapiranje bolezni in ocena tveganja v javnem zdravju (Disease Mapping and Risk Assessment in Public Health, Wiley, 1999), ki povzema rezultate projekta Biomed 2, ki ga je podprla Evropska unija in evropski urad Svetovne zdravstvene organizacije.

Samo ti indikatorji, povezani z boleznimi in skupinami bolezni oblikujejo osnovo poročila, ki ima posebno kodo ICD (International Classification of Diseases-mednarodna klasifikacija bolezni) in ki ne izhaja iz praks poročanja o morebitnih anomalijah in razlikah v statističnih analizah podatkov za referenčno prebivalstvo (namreč, katera od mednarodnih primerjalnih analiz ne kaže na neporocionalno velika odstopanja pri referenčnih podatkih za Madžarsko in za kateri del referenčnega prebivalstva regionalne razlike in začasni trendi ne kažejo skladnosti z naravo bolezni).

Diagnoze vzrokov smrti

Več let je centralni statistični urad (CSO) na Madžarskem zbiral mrliške liste in poročila, na katerih zdravnik (patolog) razglasi podatke o smrtnosti glede na demografske podatke in diagnozo, ki je povzročila smrt. Diagnoza vzroka smrti – v primerjavi z običajno diagnozo – ni poročilo o bolezni, ampak opis postopka, ki je pripeljal do smrti, skladno z veljavnimi predpisi. Menimo, da je začetna točka procesa bolezni indikator za spremljanje zdravja, oceno potencialnih vplivov potencialnih dejavnikov tveganja, ki so povezani z razvojem bolezni in to so osnovni cilji projekta. Letno število smrtnih primerov, opazovanih v lokalnih skupnostih za obdobje 2001-2010 je na voljo v strnjeni obliki pri CSO.

Socialni status

V preučevanem območju obstajajo precejšnje socialne in ekonomske statusne razlike med prebivalci v naseljih. Zaradi tega statusa se pojavi vpliv na več elementov življenjskega sloga in potencialna izpostavljenost boleznim, katerih učinki bi morali biti nadzorovani z raziskavo kot sestavni dejavnik, prvi korak v zvezi s tem pa je zbiranje ustreznih podatkov. Za podatkovne analize je osnovna baza podatkov najbolj zanesljivih področnih specifičnih socialno-ekonomskih indikatorjev za nacionalni census, ki je bila nazadnje izvedena leta 2011. Ta baza podatkov zagotavlja podatke o širokem razponu socialnih in ekonomskih položajev. Tako smo preko programa analizirali pogostost bolezni za katere je potrebna nekajletna izpostavljenost sevanju, statusni kazalci iz censusa za leto 2011 pa so primerni za zadovoljitev ciljev študije.

Register prebivalstva

Register prebivalcev v naseljih je bil oblikovan v okviru različnih ustanov v zadnjih desetih letih, vedno pa zagotavlja pravno kontinuiteto; trenutna ustanova, ki je pristojna za register, je Centralni urad za administrativne in elektronske javne storitve (KEKKH). Med trajanjem programa so bili izračunani kazalci za vsako zahtevano leto s poznavanjem demografskih podatkov za prebivalstvo srednjih let, kar je bilo pridobljeno s podatki urada KEKKH.

Določitev vplivnega območja

V študiji smo obdelali pridobljene podatke za naselja znotraj vplivnega območja, v skupinah glede na pošto številko. Register prebivalstva je izdan na nivoju naselja. Diagnoze vzrokov za smrt in indikatorji za razvoj nepravilnosti so prav tako registrirani na nivoju lokalne skupnosti, podatki o pacientih pa so registrirani na podlagi poštne številke stalnega bivališča pacientov.

Prebivalstvo, živeče v krogu 10 km od elektrarne (kot potencialno najbolj prizadeto), v krogu 10-20 km (kot potencialno drugo najbolj prizadeto) in v coni 20-30 km (kot kontrolno prebivalstvo, ki ima najboljše lokalne pogoje), je bilo upoštevano posebej za evalvacijo. Lokacija naselij znotraj con in razdalja med naselji in elektrarno so bili osnova za prostorsko razporeditev pogojev za tveganje.

Ocena tveganja smrtnosti

Podatki o smrtnosti so bili obdelani individualno glede na vzroke smrti. Za vsak vzrok smrti je bilo ocenjeno tveganje za Paks, narejena pa je bila statistična analiza za odklone opazovanega števila primerov od pričakovanih vrednosti. Narejene so bile statistične evalvacije opazovanih oblik tveganj za smrt, statistični podatki pa so bili pridobljeni iz testiranj referenčne stopnje odklonov v naseljih v pasu 30 km.

Analiza tveganja pojavljanja bolezni

Pogostost je izračunana na podlagi poročil ustanov za zdravstveno oskrbo in obdelana glede na skupine bolezni. Za vsako skupino nepravilnosti je opazovano tveganje smrtnosti v Paksu, potem pa je bilo ovrednoteno in statistično analizirano, kakšni so odkloni opazovanega števila primerov od pričakovanih vrednosti.

S testiranjem kumulativnega relativnega tveganja in odstopanj od referenčne stopnje v vsaki coni izven 10 km ter lokalna tveganja s korekcijo zaradi socialno ekonomskega statusa, je bila izmerjena ocena povezave med izmerjenimi razdaljami od elektrarne in vloga jedrske elektrarne kot potencialnega vira za določene bolezni.

V povzetku je patografija populacije, ki živi na vplivnem območju, ugodna v primerjavi z referenčnimi vrednostmi ali pa kaže enak zdravstveni status kot referenčna populacija. Teoretična možnost porasta statističnih kazalcev tveganj v povezavi z jedrsko elektrarno je izhajala v povezavi z rezultati študije, ki je bila povezana z določenimi patografijami.

Za pregled tveganja nastanka tumorja nismo oblikovali lastnega vprašalnika, ampak smo uporabili vprašalnik projekta CINDI Svetovne zdravstvene organizacije (WHO), ki je bil potrjen in objavljen, zato smo prevedli prosto uporabna vprašanja.

Ko so vključeni splošni zdravniki, smo uporabili testni pristop, ki nam je dovoljeval s korekcijo učinkov in dejavnikov tveganja za razvoj raka, določiti količino tveganja za raka, na katerega vpliva samo izpostavljenost iz bližine jedrske elektrarne. Namesto neposredne meritve preučene izpostavljenosti (doza ionizirajočega sevanja, ki je izpuščena neposredno v okolje iz jedrske elektrarne Paks), smo ocenili, da to temelji na razdalji med stalnim bivališčem prebivalcev in jedrsko elektrarno. Škoda, ki je bila povzročena, je posledica raka, ki ga je zabeležil splošni zdravnik. Drugi indikatorji tveganja so bili pregledani glede na: starost, spol, izobrazbo, kajenje, profesionalno izpostavljenost sevanju na delu, pojav raka v družini, diabetes, visok krvni tlak, ishemične srčne bolezni. V času trajanja raziskave so splošni zdravniki zbrali podatke v treh županijah za naselja, ki so manj kot 30 km oddaljena od jedrske elektrarne Paks na podlagi mednarodnega standardnega vprašalnika. Splošni zdravnik je izpolnil vprašalnik glede na diagnosticiran rak za paciente med 1. januarjem 2010 in 31. decembrom 2012, ko je izpolnil naslednji vprašalnik na podlagi ujemanja kontrolne osebe (starost, spol, izobrazba). Med obdelavo podatkov so bili analizirani dejavniki tveganja glede na vrsto tumorja.

Z delom analize dejavnikov tveganja so bili pridobljeni rezultati, ki se skladajo z naravo določenega tumorja (kajenje povzroča raka na pljučih in dihalih, rak glave in vratu ter tveganje za razvoj raka na mehurju), kar je vplivalo na učinkovitost zbranih vzorcev. Ker je bila baza podatkov narejena z ujemanjem nadzora za starost, spol in izobrazbo, v primeru popolnega ujemanja ni bilo možno ugotoviti, da bi na te dejavnike tveganja lahko vplivalo kaj drugega.

V zvezi s trdom lokalizirati vsak primer raka in jih razporediti, običajno ni bilo videti pozitivne zveze med bližino jedrske elektrarne Paks in posledično pojavitvijo tumorjev. V primeru raka na prsih smo opazili statistično zmanjšanje v posledičnosti glede na bližino elektrarne. Veliko testov lokalizacije tumorjev je bilo izvedenih, zato lahko le evalvacija distribucije teh odstopanja dokaže možni vpliv jedrske elektrarne, vendar pa so razmerja med vrstami tumorjev enakomerno razporejena na nevtralnih vrednostih.

Skupni rezultati evalvacije zgornjega testa kažejo, da tveganje za nastanek tumorja v bližini jedrske elektrarne ni nič večje kot drugje.

V povzetku študija ni odkrila povečanega tveganja za smrtnost zaradi rakavih obolenj med ljudmi, ki živijo v bližini jedrske elektrarne Paks.

21.3 TRENUTNA IZPOSTAVLJENOST SEVANJU PREBIVALSTVA, ŽIVEČEGA V 30 KM ODDALJENOSTI OD ELEKTRARNE

Izpostavljenost sevanju prebivalstva je bilo razvito na podlagi naslednjega:

- Podatki o radioaktivnih izpustih trenutno delujočih jedrskih objektih na lokaciji, neposrednih in prikritih dozah sevanja, podatki o opazovanju jedrskega okolja so bili upoštevani za oceno izpostavljenosti prebivalstva sevanju.
- Za oceno izpostavljenosti sevanju zaradi drugih umetnih virov, drugi izpostavljenosti sevanju, ki izhaja iz različnih dejavnosti, kot je odstranjevanje radioaktivnih odpadkov, transport svežega in porabljenega goriva, gibanje virov sevanja na lokaciji in končno industrijska radiografska testiranja so bila tudi upoštevana pri preučevanju.

Ocena izpostavljenosti sevanju je bila omejena na območje 30 km okrog lokacije z uporabo izmerjenih podatkov, zbranih v obdobju 2001-2011, ki veljajo za mednarodno sprejete standardne metode in programe.

Za oceno izpostavljenosti prebivalstva sevanju, ko bodo vzpostavljeni lokacija in okoljske značilnosti, ki določajo razširjanje radioaktivnih materialov, so bili razviti scenariji za predvidene izpuste. Za oceno izpostavljenosti sevanju, drugim izpostavljenostim iz različnih virov in dejavnosti, so bile upoštevane tudi te aktivnosti, vključno z odstranitvijo radioaktiv-

nih odpadkov, transportom novega, neuporabljenega in porabljenega goriva, gibanje virov sevanja na lokaciji in končno industrijska radiografska testiranja. Poudariti je treba, da neposredne in razpršene radiacije, ki bi izhajala iz jedrske elektrarne Paks v vseh praktičnih namenih v bistvu ni mogoče zaznati oziroma jo lahko zanemarimo. Ker vse izmerjene doze spadajo v ozadje, praktično ni mogoče izračunati izpostavljenosti prebivalstva sevanju z upoštevanjem obstoja jedrskih objektov. Neposredna in razpršena radiacija, ki vpliva na prebivalce, izhaja iz drugih virov, zato so modelne kalkulacije bile izvedene za oceno teh.

Na podlagi modelni scenarijev je bila potencialna izpostavljenost sevanju kritične skupine določena za posamične in ustrezno kombinirane primere. Izpostavljenost sevanju je bila ocenjena z uporabo mednarodno priznanih in sprejetih metod in programov, na podlagi priporočil in podatkov ICRP in IAEA.

Glede na kalkulacije je bilo ocenjeno, da doze, določene ali pa ne določene kot presežne doze, ustrezajo delovanju jedrske elektrarne Paks in objektu ISFS glede na kritično populacijo (hipotetična skupina vključno z otroki, ki živijo v krajih Csámpa in Gerjén). Ta vrednost je bila leta 1998 določena kot 100 μ Sv na leto, od česar je lahko 90 % uporabljeno od jedrske elektrarne Paks in 10 % od ISFS.

Za opis razširjanja v zraku med normalnim delovanjem se uporablja postopek, ki se imenuje sektorski povprečni Gaussov val, ki izhaja iz mednarodnih priporočil. Opis kontaminacije danih elementov kopenske prehranjevalne verige ostaja na tako imenovani tehniki koncentracijskega faktorja.

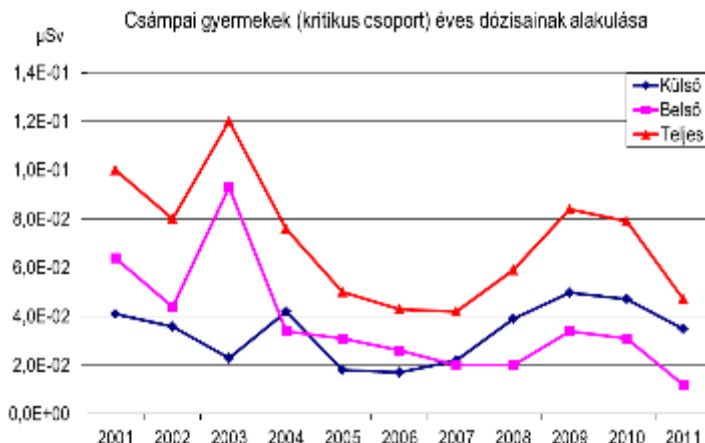
Model, ki opisuje izpuste v reko Donavo, računa na dejstvo, da je lateralno (stransko) mešanje doseženo samo delno – celo na daljših razdaljah od točke izpusta. Hidrološki parametri dovoljujejo določitev od razdalje odvisnih, tako imenovanih delnih korekcijskih faktorjev mešanja, ki določajo, kolikokrat večja je koncentracija radionuklidov na desnem bregu na določeni razdalji od točke izpusta z upoštevanjem celotnega, enotnega mešanja.

V tej raziskavi je bila izpostavljenost prebivalstva sevanju ocenjena glede na individualne eksterne obsevalne poti z uporabo mednarodnega modela, ki je bil potem primerjan z razpoložljivimi podatki meritev.

Izpostavljenost prebivalstva, izračunana iz izpustov v zraku

Atmosferska širitev zaradi izpustov v zrak, koncentracij elementov v kopenski prehranjevalni verigi in izpostavljenost sevanju, ki izhaja iz določenih obsevalnih poti, je bila v glavnem določena z uporabo doma razvitega programskega paketa "SS57", ki temelji na modelih, ki jih predpisuje IAEA v publikacijah o varnostnih navodilih št. 57 IAEA in varnostnem poročilu št. 19. Med kalkulacijami je bil uporabljen tudi tako imenovani model, ki se imenuje sektorski povprečni Gaussov val. Ta postopek temelji na mednarodnih priporočilih, poenoti izkušnje, pridobljene po svetu in kombinira rutinske prakse, ki so preproste za uporabo.

Izpostavljenost sevanju, ki izhaja iz izpustov v zraku iz jedrske elektrarne Paks in objekta ISFS, je bila izračunana za vsako leto med letoma 2001 in 2011. Ti izračuni za jedrsko elektrarno Paks in vpliv izpustov v zrak na otroke v kraju Csámpa (kritična skupina), starostne skupine 1-2 leti, so prikazani na spodnji sliki. Od leta 2003 (leto okvare) je med letoma 2001 in 2007 skupna izpostavljenost sevanju izkazovala kontinuirano padanje, ki mu je sledilo obdobje povišanja do leta 2009 (v letih 2010-11 vrednosti spet izkazujejo padanje).



Csámpai gyermekek (kritikus csoport) éves dózisainak alakulása	razvoj letnih doz za otroke v Csámpi (kritična skupina)
Külső	Zunanje
Belső	Notranje
Teljes	Skupaj

Slika 101: Razvoj letnih doz za otroke v Csámpi (kritična skupina) zaradi izpustov iz dimnikov elektrarne

Izpostavljenost sevanju zaradi izpustov v vodi

Tekoči izpusti iz jedrske elektrarne najbrž dosežejo reko Donavo kot sprejemnika velike količine vode. Z uporabo konzervativnega pristopa, v tem primeru redčenje, procesi posedanja vmesne plasti – zbiralniki, kanal za toplo vodo – bodo zanemarjeni (aktualni radioaktivni ostanki so lahko tudi spregledani v zvezi z reko Donavo, ker gre samo za deponirane radionuklide).

Najbolj preprost model, ki je primeren za opis redčenja in propagacije v tekočih vodah predvideva kompletno mešanje. Ta pogoj je potrebno preprečiti čim bližje izpustni točki, ker so tam pričakovani valovi z večjimi koncentracijami kot tisti, ki se mešajo. To stopnjo je težko natančno izračunati, saj je odvisna od številnih parametrov (obseg izpuščene in sprejete vode, temperature, hitrost toka ipd.) in je tako prisoten tudi problem matematične narave.

Izračun eksternih in internih radioaktivnih izpustov zaradi izpuščenih tekočin iz jedrske elektrarne Paks in objekta ISFS je bil izveden upoštevno za otroke v kraju Gerjen (starostna skupina 1-2 leti), rezultati so prikazani na spodnji sliki.



A PAE kibocsátásaiból származó dózisszámítások	kalkulacije doze izpustov JE Paks
PAE 1-2	JE Paks 1-2
PAE felnőtt	JE Paks odrasli

Slika 102: Izpostavljenost sevanju zaradi tekočih izpustov iz JE Paks pri otrocih iz Gerjena (starostna skupina 1-2 leti)

Izpostavljenost sevanju, ki izvira iz drugih virov

Transportne poti za nekatere **radioaktivne odpadke** potekajo v bližini naseljenih območij, zato lahko prebivalci pridejo blizu transportnim vozilom. V tem primeru oseba (ki stoji pet minut ob cesti) in je lahko samo 5 m stran od ceste, postane predmet sevanja do 23,04 μSv , zagotovljeno v sodih, v katerih se prevažajo povprečno aktivne snovi za jedrsko elektrarno. To je povsem konzervativna ocena, predvideva, da je nekdo v bližini tovornjaka med vsemi dostavami.

Za transport **svežih gorivnih elementov** sta bila preučena dva primera. Prvi: vlak se mora ustaviti iz določenega razloga (blokiran promet), v tem primeru lahko ljudje, ki čakajo na druge povezave, stojijo v bližini vlaka za nekaj čas (pol ure), relativno blizu, 5 m stran. Tako je izpostavljenost sevanju zaradi goriva v enem železniškem vagonu 0,66 μSv . Drugi primer: vlak prevozi postajo brez zaustavitve s hitrostjo 30 km/h, je dotična oseba, ki je prav tako prisotna na postaji, ker čaka drugi vlak, spet približno 5 m stran, ko vlak vozi skozi postajo, prejme radioaktivno sevanje v količini 1,17 nSv.

Izpostavljenost sevanju nevtronov in gama prebivalstva je bila tudi izračunana za prevoz elementov **porabljenega goriva** na lokaciji z uporabo transportnih kontejnerjev tipa C-30 do ISFS, na različnih razdaljah od meje lokacije, vključno s kritičnim prebivalstvom kraja Csámpa. V kalkulacijah je uporabljena povprečna stopnja gorenja (40,9 GWdan/tU) elementov porabljenega goriva s trajanjem razkrajanja tri leta. Iz tega sledi, da je izpostavljenost sevanju kritičnega prebivalstva (1300 m od zunanjega kontejnerskega zidal) pridobljena z upoštevanjem časa transferja eno uro in 480 kosov transportiranih elementov porabljenega goriva vsako leto, kar bi lahko bila maksimalna vrednost. Ustrezno sevanje oz. izpostavljenost sevanju je tako lahko 0,0235 nSv.

Izpostavljenost sevanju na različnih razdaljah je bila tudi preučena za primer, ko se na lokaciji premika **oprema z radio-nuklidi na svoji površini**. Za ^{60}Co na 500 m je bila izračunana doza 5,33E-09 $\mu\text{Sv/h}$. To pomeni, da je zahtevanih približno 21 let za premikanje opreme z radioaktivnim materiali na svoji površini, ki oddajajo 1 nSv izpostavljenosti sevanju.

Za izvedbo **industrijskih radiografskih testov** so bili uporabljeni visoko radiacijski viri v različnih aplikacijah in ti viri se tipično pojavljajo na dveh možnih krajih: vir sevanja v svojem zaščitnem kontejnerju ali v okolju brez zaščite v času radiografskega testiranja. Kalkulacije, uporabne za radiografsko testiranje, so bile izvedene za različne razdalje z začetno aktivnostjo 2 TBq za ^{192}Ir in 5 TBq za vir sevanja ^{75}Se s predpostavko, da je letno izvedenih okrog 2.200 testov, iz česar sledi, da je rezultat izpostavljenosti sevanju 0,67 μSv na 1 300 m in 5,62 μSv na 500 m.

Povzetek izpostavljenosti prebivalstva sevanju

Letne stopnje izpostavljenosti prebivalstva sevanju so bile določene z modeliranjem in so nevariabilno nekaj redov magnitude nižje kot so mejne vrednosti doz (1 mSv) oziroma je omejitvena stopnja doze (100 μSv), ki ji je izpostavljeno območje jedrske elektrarne Paks + objektov ISFS, celo ustrezna takim konzervativnim predvidevanjem, za katere realno obstaja zelo majhna verjetnost. Vrednosti izpostavljenosti sevanj, izračunane iz izpustov, ki spadajo v nSv/yr, medtem ko so učinki zaradi dodatnih virov (sveže ali izrabljeno gorivo, transport radioaktivnih odpadkov, radiografski testi) lahko preseženi, a le za zelo kratko obdobje, kar pomeni, da je v najslabšem primeru pričakovana izpostavljenost posameznikov oziroma prebivalstva ne more biti več kot μSv na leto, kar je nekaj razredov magnitude nižje, kot so mejne vrednosti, navedene v regulativi.

Spremembe te magnitude na letni ravni izpostavljenosti ne morejo biti določene v praksi z meritvami, zato se je treba v naslednjem zanesti na model najbolj verjetnih kalkulacij in podobno.

21.4 VPLIVI IZGRADNJE PAKS II NA IZPOSTAVLJENOST SEVANJU PREBIVALSTVA V BLIŽINI

Med izgradnjo bo izpostavljenost sevanju prebivalstva najprej izhajala iz radiografskih testiranj. Ker poznamo število testiranj, je možno določiti letno izpostavljenost sevanja prebivalstva. Pričakovane vrednosti bodo na istem redu magnitude, kot je bilo omenjeno zgoraj. Izpostavljenost sevanju zaradi radiografskih testov, je neposredni vpliv, kar pomeni, da v fazi konstrukcije ne moremo govoriti o posrednih vplivih.

21.5 VPLIVI OBRATOVANJA PAKS II NA IZPOSTAVLJENOST SEVANJU PREBIVALSTVA V BLIŽINI

Izpostavljenost sevanju zaradi izpustov v zraku

Med normalnim delovanjem izpusti izhajajo na višini 100 m (dimnik) in 40 m (zgradba turbine). Tako lahko ugotovimo, da je višina dimnika 100 m in ima podobne značilnosti jedrske elektrarne Paks na osnovi učinkovite višine za izpuste 120 m, uporabljeni pa so podatki iz meteorološkega stolpa, ki ima tudi višino 120 m. Namesto dane višine izpustov 40 m, je ta višina nekoliko dvignjena, zato je upoštevana učinkovita višina 50 m, prilagojena podatkom iz meteorološkega stolpa za višino 50 m.

Za izpuste nuklidov so bili kot osnova vzeti podatki za normalno delovanje, ki jih je dostavil MVM Paks II Zrt (podatki ruske strani) [40].

Radionuklidi	Izpust skozi dimnik Izpust I	Izpust skozi streho turbine Izpust II
	Bq/leto	Bq/leto
³ H	7,80E+12	2,40E+09
¹⁴ C (CO ₂)	3,00E+10	-
¹⁴ C (organsko)	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 (elementarno)	4,85E+07	2,48E+06
¹³² I (elementarno)	6,46E+07	8,00E+06
¹³³ I (elementarno)	9,20E+07	7,44E+06
¹³⁴ I (elementarno)	4,40E+07	2,24E+06
¹³⁵ I (elementarno)	7,53E+07	5,68E+06
¹³¹ I (organsko)	4,85E+07	3,47E+06
¹³² I (organsko)	6,46E+07	1,12E+07
¹³³ I (organsko)	9,20E+07	1,04E+07
¹³⁴ I (organsko)	4,40E+07	3,14E+06
¹³⁵ I (organsko)	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

Vir: MIR.1200 predhodni podatki o varnosti in okoljskem licenciranju, dodatek 3.

Tabela 64: Izpusti med normalnim delovanjem za dve enoti(Bq/yr).

Naslednje dodatne raziskave so bile narejene za izpuste radionuklidov:

- tritij je bil upoštevan kot 100 % para,
- radioaktivni ogljik je bil upoštevan kot 5 % CO₂ in 95 % organska snov, skladno s podatki o večletnih izpustih jedrske elektrarne Paks,
- radioaktivni jodidi so bili upoštevani kot 4 % aerosol, 40 % v elementih in 56 % organska snov, skladno s podatki o izpustih jedrske elektrarne Paks za zadnjih nekaj let,
- žlahtni plini so bili prepoznani kot elementarni plin, ostali radionuklidi, ki niso določeni zgoraj, pa kot aerosol.

Za kalkulacije je bil spet uporabljen model s kodo "SS57" – iz pridobljenih koncentracij pa so bile izvedene naslednje doze:

- ❖ Eksterna izpostavljenost sevanju
 - Potopljena doza gama
 - Površinska doza gama
 - Doza gama zaradi resuspenzije
 - Potopljena beta doza (kožna doza)
- ❖ Interna izpostavljenost sevanju
 - Inhalacijska doza
 - Inhalacijska doza zaradi resuspenzije
 - Zaužita doza zaradi uživanja hrane

Na podlagi meteoroloških podatkov za leto 2009 so bile narejene kalkulacije za starostno skupino otrok 1-2 leti in za odrasle, kot je razdeljeno spodaj:

Sektor-skupina	Sektor	obroč	razdalja [km]
4-7	4,5,6,7	< 1 km	0,5
8-11	8,9,10,11	1-5 km	3
12-15	12,13,14,15	5-10 km	7,5
16-3	16,1,2,3	10-30 km	20
Csámpa	12	Csámpa	1,5

Tabela 65: Razdelitev na sektorje izvedenih kalkulacij

Iz naslednjih dveh tabel je jasno razvidno, da so rezultati v bistvu podobni vrednostim, izračunanim za prejšnje enote, medtem ko skupna količina doze za majhne otroke iz naselja Csámpa v zadnjih večletnih maksimumih nekoliko pade. To je zaradi tega, ker je kraj Csámpa lociran nekoliko stran in v rahlo drugačni smeri glede na nove dimnike in – očitno različni – povprečni izpust izhajajo v to smer.

V smeri s tokom v izpustih razmerje vsakega nuklida, ki izhaja iz primera prejšnjih enot, čeprav je eksterna doza zaradi žlahtnih plinov (^{88}Kr prevladuje) in uživanja zaradi radioaktivnih ogljikov prevladuje kot dominantno. Poleg tega tritij (v elementarnem stanju), ^{131}I in Cs veliko prispevajo k velikosti doz. Doza, ki učinkuje na 1-2 leti stare otroke se pojavlja nekoliko več kot pri odraslih, v obeh primerih pa eksterne doze prevladujejo.

Z upoštevanjem dejstva, da izračunane efektivne doze nikjer ne presegajo vrednosti $90\ \mu\text{Sv}$ v preučevanem območju, pravzaprav so celo najvišje izračunane doze (tudi $220\ \text{nSv}$ za majhne otroke v krogu 500 m) so za dva in pol reda magnitude manjše, kar pomeni, da lahko sklenemo, da normalno delovanje jedrske elektrarne ne bo proizvajalo nobenega dodatnega tveganja (poleg osnove $90\ \mu\text{Sv}$), izven varnostne cone.

Razdalja	<1 km				1-5 km				5-10 km				10-30 km				1,5 km
Smer/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
potopljeno 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
površinsko 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
potopljeno 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
Skupaj eksterno	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
Inhalacija	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. inhalacija	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
zaužitje	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
Skupaj interno	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
Skupaj	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

* vrednost 1% potopljene beta doze (kožna doza) je vključena v eksterne in skupne (učinkovite) doze.

Tabela 66: Doze, ustrezne za otroke v starosti 1-2 let na različnih področjih, na podlagi meteoroloških podatkov za leto 2009 po deradijski poti(I+II, Sv).

Razdalja	<1 km				1-5 km				5-10 km				10-30 km				1,5 km
Smer/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
potopljeno 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
površinsko 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
potopljeno 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
Skupaj eksterno	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
Inhalacija	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. inhalacija	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
zaužitje	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
Skupaj interno	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
Skupaj	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

* vrednost 1% potopljene beta doze (kožna doza) je vključena v eksterne in skupne (učinkovite) doze.

Tabela 67: Doze, ustrezne za odrasle na različnih področjih, na podlagi meteoroloških podatkov za leto 2009 po deradijski poti(I+II, Sv).

Izpostavljenost sevanju zaradi napake osnovnega načrtovanja

Za preučitev TA4 (osnovno načrtovanje 4) napak osnovnega načrtovanja so bili vključeni in uporabljeni podatki, ki so na voljo DBC4 (pogoji osnovnega načrtovanja, kategorija 4) v dobavo podatkov iz Rusije [41]. Glede na dogodek TA4/DBC4 so izpusti skozi 100 m visok dimnik prevedeni na učinkovito višino 120 m, medtem ko so za »površinske« izpuste bili uporabljeni za streho zgradbe na višini 35 m. Za namen kalkulacij je bil spet uporabljen model s kodo "SS57" Zgodnje (izpusti na podlagi 10 dni) in pozne (izpusti na podlagi 30 dni) doze so bile razdeljene v dva ločena primera, V obeh primerih so bile doze izračunane za vsak meteorološki status quo za skupino otrok, starih 1-2 let in za odrasle. Poletni izpusti so bili predvideni, ostali kazalci so bili enaki kot za normalne pogoje. Skupni meteorološki pogoji, nizka stopnja padavin:

Kategorija stabilnosti (Pasquill): D

Hitrost vetra: 5 m/s (18 km/h)

Padavine: 2,8E-7 m/s (1 mm/h)

Za določitev vplivnega območja je bila določena približna prva razdalja, kjer so doze maksimalne. V okviru predvidenih scenarijev so bile kalkulacije izvedene za naslednje razdalje: 300 m, 400 m (razdalja za maksimalno dozo), 600 m, 800 m, 3 km, 10 km, 20 km, 30 km.

Zgodnje doze: uporaba 10-dnevnih izpustov na »površini« in iz dimnika, prve doze pod tistimi, ki izvirajo iz oblaka, so izračunane za površino tal, potem je vidna vsota:

- Potopljena doza gama
- Potopljena doza beta (predstavljena v vsoti z 1%)
- Površinska doza gama
- Inhalacijska doza

Doze zaradi resuspenzije

Nuklidi	10-dnevni izpust iz dimnika	10-dnevni „površinski“ izpust
¹³¹ I (elementarno)	2,90E+08	2,10E+09
¹³² I (elementarno)	1,50E+07	1,00E+08
¹³³ I (elementarno)	5,80E+07	4,00E+08
¹³⁴ I (elementarno)	3,20E+06	2,30E+07
¹³⁵ I (elementarno)	1,00E+07	7,10E+07
¹³¹ I (organsko)	8,70E+09	6,10E+09
¹³² I (organsko)	1,70E+08	1,20E+08
¹³³ I (organsko)	1,40E+09	9,80E+08
¹³⁴ I (organsko)	2,00E+07	1,40E+07
¹³⁵ I (organsko)	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

Tabela 68: Zgodnje doze izpustov(Bq).

Pozne doze: uporaba 30-dnevnih izpustov na »površini« in iz dimnika, prve doze pod tistimi, ki izvirajo iz oblaka, so izračunane za površino tal, potem je vidna vsota:

- Potopljena doza gama
- Potopljena doza beta (predstavljena v vsoti z 1%)
- Površinska doza gama
- Inhalacijska doza
- Doze zaradi resuspenzije
- Doze zaradi zaužitja

Nuklidi	30-dnevni izpust iz dimnika	30-dnevni „površinski“ izpust
¹³¹ I (elementarno)	4,30E+08	3,00E+09
¹³² I (elementarno)	1,50E+07	1,00E+08
¹³³ I (elementarno)	5,80E+07	4,00E+08
¹³⁴ I (elementarno)	3,20E+06	2,30E+07
¹³⁵ I (elementarno)	1,00E+07	7,10E+07
¹³¹ I (organsko)	1,40E+10	9,80E+09
¹³² I (organsko)	1,70E+08	1,20E+08
¹³³ I (organsko)	1,40E+09	9,80E+08
¹³⁴ I (organsko)	2,00E+07	1,40E+07
¹³⁵ I (organsko)	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

Tabela 69: Pozne doze izpustov (Bq).

Kalkulacije so bile izvedene za obe starostni skupini, za odrasle in 1-2 leti stare otroke, s poznimi dozami v tleh integriranih za 50 in 70 let, upoštevno, medtem ko so za interne doze vedno bili uporabljeni predpisani faktorji za doze. Kot dodatna konzervativna omejitev je predvidena stalna prisotnost in ekskluzivna potrošnja lokalno pridelane hrane, nobene potencialne meritve pa niso bile upoštevane.

Iz spodnje tabele lahko jasno vidimo, izračunana doza nikoli ne preseže nevtralnega učinka (efektivna doza <90 µSv na leto) – najvišja vrednost: 21 µSv – pozna doza pri majhnih otrocih na 400 m), tako lahko sklenemo, da lahko izven varnostne cone (in pravzaprav tudi tam) pričakujemo samo nevtralne vplive.

Primer/razdalja	300m	400m	600m	800m	3km	10km	20km	30km
Majhen otrok zgodaj	9,00E-07	1,10E-06	9,02E-07	6,56E-07	1,17E-07	1,59E-08	4,78E-09	2,38E-09
Odrasli zgodaj	5,30E-07	6,53E-07	5,22E-07	3,95E-07	8,40E-08	1,20E-08	3,65E-09	1,85E-09
Majhen otrok pozno	1,70E-05	2,10E-05	1,61E-05	1,12E-05	8,30E-07	5,30E-08	1,07E-08	4,34E-09
Odrasli pozno	1,60E-05	2,00E-05	1,51E-05	1,01E-05	7,75E-07	4,60E-08	8,80E-09	3,46E-09

Tabela 70: Kumulativne skupne doze za napako osnovnega načrtovanja (Sv).

Z upoštevanjem zgodnjih doz lahko ugotovimo, da na bližjih razdaljah (npr. največ za 400 m) največji del doze pride iz "površinskega izpusta" ¹³¹I (večinoma z vdihavanjem), na večjih razdaljah pa z žlahtnimi plini, predvsem z poptopno dozo gama ¹³³Xe, ki izvira iz dimniških izpustov in postane vidna (seveda ostane na nižji vrednosti, kot so največji redi magnitude izračunanih doz). Pri tem scenariju so doze odraslih precej manjše (približno za polovico na manjši razdalji) kot doze majhnih otrok.

Na bližjih razdaljah večji del doz izvira iz »površinskega« izpusta dveh izotopov Cs (in v manjšem obsegu ¹³¹I), večinoma preko površinskega gama sevanja in zaužitja, medtem ko na večjih razdaljah tudi potopna doza ¹³³Xe zaradi dimniških izpustov postane prevladujoča. V tem primeru so doze odraslih spet nižje kot doze otrok, a le za malenkost na bližjih razdaljah (ker se večja površina doze gama pri otrocih kompenzira z zaužitjem večjih količin doze s hrano pri odraslih).

Izpostavljenost sevanju zaradi tekočih izpustov

Skupaj s potmi tekočih izpustov iz jedrske elektrarne Paks (kanal za toplo vodo) tekoči radioaktivni odpadki prehajajo v reko Donavo in preidejo fazo mešanja in usedanja, potem dosežejo zajetje vode in druge uporabne točke. Tako na nek način uporaba radioaktivne kontaminacije reke Donave prehaja v neposredni ali posredni (preko prehranjevalne verige vodnih bitij) v stik z ljudmi, kar se potencialno kaže v eksterni ali interni izpostavljenosti sevanju. Model, uporabljen za kalkulacijo izpostavljenosti radioaktivnosti, temelji na priporočilih IAEA. Načrtovani tekoči izpusti enote ruskega VVER tip 1200 MW se nanašajo na posamično enoto in temeljijo na podatkih, ki jih je priskrbel ruski dobavitelj:

Radionuklidi	³ H	¹⁴ C	¹³¹ I	¹³² I	¹³³ I	¹³⁴ I	¹³⁵ I	⁸⁹ Sr
Izpust/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	
Izpust/blok	2,3E+03	8,0E+07	1,2E+08	5,5E+05	6,1E+05	2,5E+06	5,6E+05	

* Vrednosti ocenjene po Isotoptech Zrt.

Tabela 71: Načrtovani tekoči izpusti enote ruskega VVER tip 1200 MW(Bq/leto). [30]

Letna izpostavljenost sevanju otrok v starosti 1-2 leti in odraslih na področju Gerjen – kiokrat predstavlja referenčno (kritično) populacijo za načrtovane nove enote glede na pričakovane izpuste tekočin – je navedeno na spodnji tabeli. Iz rezultatov lahko razberemo, da je doza odraslega prebivalstva – predmet letnih izpustov, predvidena na podlagi podatkov o porabi in značilnem življenjske slogu – višja kot pri otrocih v starostni skupini 1-2 leti. V praksi za obe skupini to pomeni, da je interna izpostavljenost sevanju 100% prevladujoča, predvsem v zvezi z elementoma ³H in ¹⁴C, kjer je to najbolj opazno za otroke, za odrasle pa lahko kot upoštevne označene tudi vrednosti ¹³⁴Cs in ¹³⁷Cs. Z upoštevanjem vseh dejavnikov in kalkulacij vendarle ta izpostavljenost sevanju, kljub večjim predvidevanjem, ni velika in se tudi ob delovanju novih dveh enot jedrske elektrarne ne bo pokazala večja kot 2-3 deli v eni tisočinki doze.

Radionuklid	1-2 stari otroci			odrasli		
	zunanj	notranj	zunanj	notranj	zunanj	notranj
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
Skupaj	2,5E-01	9,7E+01	9,7E+01	2,6E-01	1,3E+02	1,3E+02

Tabela 72: Doze za 1-2 leti stare otroke in odrasle pri prebivalstvu Gerjena od letnih tekočih izpustov ruske enote VVER tip 1200 MW (nSv/leto)

Študija prepoznavanja okoljskih aktivnih koncentracij in potencialnega akumuliranja zaradi tekočih izpustov in izpustov v zrak Paks II

Cilj je bil ugotoviti, ali se da izmeriti izpuste v zrak novih dveh enot ruskega tipa VVER-1200 v individualne okoljske elemente in potencialne akumulacije. Uporabljen je bil konzervativni pristop v smislu dejstva, da so najvišje aktivne koncentracije primerjane z zaznanimi mejnimi vrednostmi okoljskega nadzornega programa, ki ga je izvedla jedrska elektrarna.

Za aktivne koncentracije (zrak, površina, meso, žitarice, zelenjava, mleko), določene na danih razdaljah (<1; 1-5 km, 5-10 km, 10-30 km) so bili upoštevani različni maksimumi skupaj z vrednostmi, pridobljenimi za 1,5 km, ki so bili izraženi v razmerjih zaznanih mejnih vrednosti. Rezultati dokazujejo, da je v prvi skupini (povečanje možnih meritev) omogočena zaznava samo nekaj radionuklidov, večinoma glede tritija in radioaktivnih ogljikov. Poudariti je treba, da so to tudi globalni onesnaževalci istočasno, kar otežuje prepoznavanje dodanih obremenitev zaradi delovanja jedrske elektrarne. Za drugo skupino (povečanje meritev tako, da lahko pridobimo več koristnih informacij) z dodatnimi nekaj radionuklidi v koncentraciji zraka je bilo izmerjenih tudi nekaj elementov na površini tal, katerih aktivnost je teoretično lahko izmerjena; npr. elementarni jodid, radioaktivni cezij (ki je po drugi strani neupoštevno prisoten na področju jedrske elektrarne v koncentraciji, ki je višja od tukaj navedene stopnje), toda te elemente lahko opazimo samo v zelo majhni razdalji od jedrske elektrarne Paks. Kalkulacije kažejo, da vsi ostali radionuklidi spadajo v nemerljivo kategorijo.

Za tekoče izpuste so bile aktivne koncentracije izmerjene za vodno prehrabno verigo za vodo v reki Donavi, v sedimentih in ribah ter v prsti, listnati zelenjavi, krmi za živali, kravjem mleku in govedini (vse prizadeto preko namakanja), okoljski elementi z uporabo tehnike, opisane za izpuste v zraku za prvo skupino – to vključuje samo tritij in radioaktivne ogljike, ki jih vsebuje voda v reki Donavi, in aktivne koncentracije ¹³⁷Cs, pričakovano, da bodo najdene v ribah – ciljno opazovanje ni zajelo bistveno več virov kot bi rutinski program v teoriji, želeno je bilo ugotoviti vplive novih enot. V drugi skupini je merjenje vpliva bilo več kot učinkovito (veliko število vzorcev, zelo občutljivi merilni instrumenti, časovno zelo dolge meritve). (Vplivi ostankov kontaminacije ¹³⁷Cs iz katastrofe v Černobilu bi lahko tudi v tem primeru motili natančnost mejenja z instrumenti). Ugotovljeno je bilo, da bi najbrž tudi meritve tretje skupine pokazale, da ni realnih možnosti za odkritje okoljskih vplivov jedrske elektrarne Paks.

V celoti lahko strnemo, da ima v primeru normalnega delovanja radiološki vpliv atmosferskih in vodnih izpustov zelo nizko vrednost, več redov nižje od povečane doze (90 µSv/leto).

Vplivno območje delovanja Paks II

Radiološki vplivi so kategorizirani, kot sledi:

Kategorija	Radiološki vpliv (E=efektivna doza)
nevtralno	$E < 90 \mu\text{Sv/leto}$
tolerančno	$90 \mu\text{Sv/leto} < E < 1 \text{ mSv/leto}$
obremenjujoče	$1 \text{ mSv/leto} < E < 10 \text{ mSv/2 dni ali } 10 \text{ mSv/dogodek}^*$
škodljivo	$10 \text{ mSv/2 dni ali } 10 \text{ mSv/dogodek} < E < 1 \text{ Sv/dogodek}^{**}$
eliminirajoče	$1 \text{ Sv/v življenju} < E$

* brez učinka prehranjevalne verige

** za celotno življenje (50 let za odrasle, 70 let za otroke), brez učinka prehranjevalne verige

kjer je

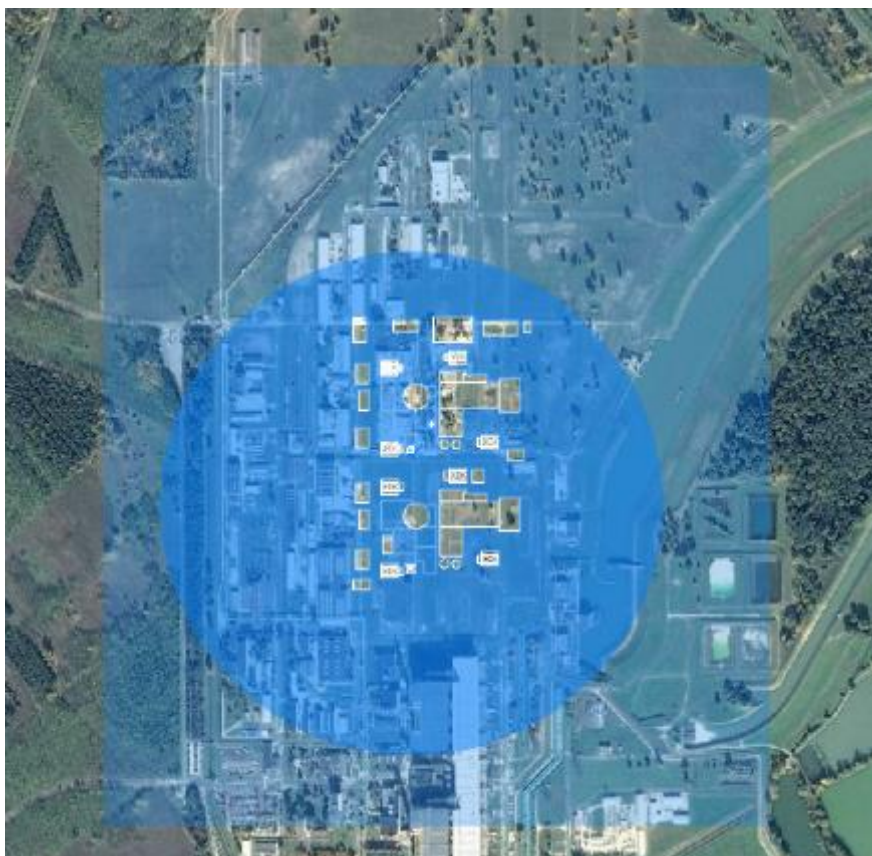
$90 \mu\text{Sv/leto}$ efektivna doza je povečana stopnja doze, kot jo predpisuje ÁNTSZ-OTH.

1 mSv/leto efektivna doza je mejna doza za prebivalstvo

10 mSv efektivna doza, v primerih, ko elektrarna ne deluje normalno

1 Sv/v življenju je stopnja za postopke v nujnih primerih, ki zahteva stalno preselitev

Skupni radiološki učinki (neposredni, posredni) ostanejo na razdalji 500 m pod povečanjem doze (nevtralni vpliv) v primeru normalnega delovanja, ker je ta zahteva zadovoljena tudi v mejah varnostne cone, torej **v primeru normalnega delovanja** je meja varnostne cone nekakšna meja vplivnega območja.



Slika 103: Vplivno območje normalnega delovanja Paks II; v krogu 500 m s 500 m varnostne cone

(Vplivno območje je določeno in prikazano na podlagi upoštevanih centralnih točk obeh dimnikov in vpliv je zaznan v krogu okrog teh osrednjih točk, krog 500 m, jasno pa je, da je to območje znotraj 500 m varnostne cone).

Kombinirani vpliv delovanja objektov Paks II, JE Paks in ISFS

Kumulirane maksimalne skupne doze vseh treh objektov (Paks II, jedrska elektrarna Paks in ISFS), ki delujejo na tem območju, je viden v spodnjih tabelah za dve časovni enoti in na individualnih razdaljah. Vidimo lahko, da je kumulativna doza dva reda nižja od nevtalne omejitve.

Elektrarna/območje	Csámpa	<5km	5-10km	10-30km
JE 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
ISFS (2011)	1,40E-09	4,00E-10	6,60E-11	1,00E-11
Skupaj	1,54E-07	7,94E-08	1,56E-08	2,51E-09

Tabela 73: Skupne doze Paks II, JE Paks in ISFS za ključno leto za otroke v starosti 1-2 leti, Sv

Elektrarna/območje	Csámpa	<5km	5-10km	10-30km
JE 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
ISFS (2011)	7,00E-10	2,10E-10	3,40E-11	6,60E-12
Skupaj	1,20E-07	6,22E-08	1,22E-08	2,04E-09

Tabela 74: Skupne doze Paks II, JE Paks in ISFS za ključno leto za odrasle, Sv

Otroci 1-2 leti (nSv/leto)	Odrasli (nSv/leto)
1,54E+02	2,04E+02

Tabela 75: Največji kombinirani vpliv tekočih izpustov na letni stopnji za Gerjen

V primeru izpostavljenosti sevanju med normalnim delovanjem je vplivno območje zunanje območje kombiniranih varnostnih con II, jedrske elektrarne Paks in objekta ISFS.

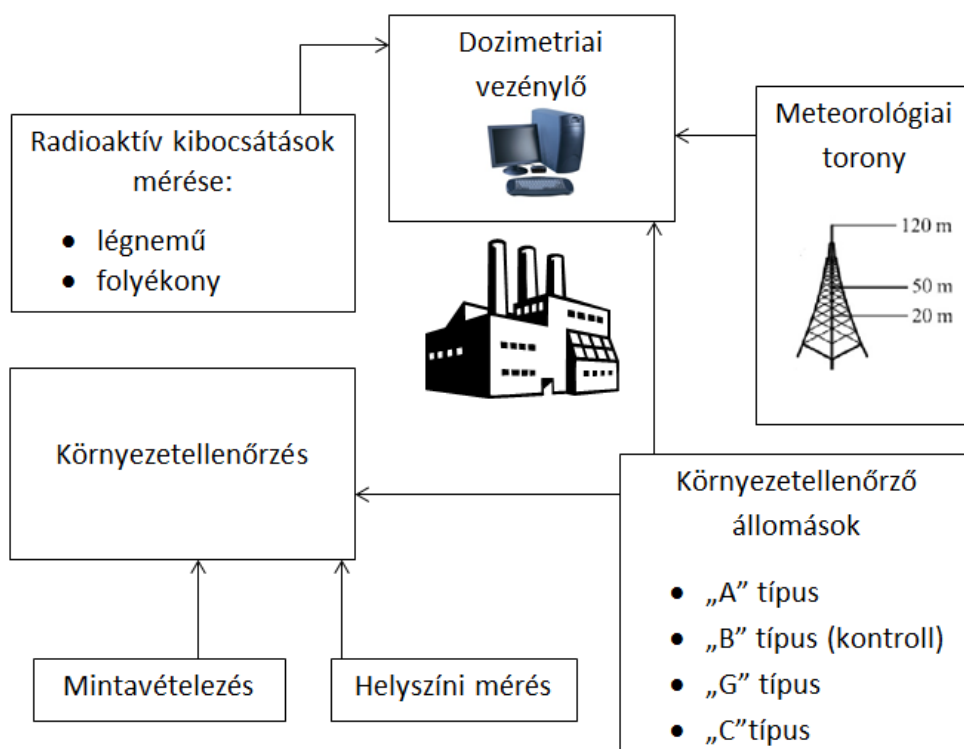
Predlagani sistem opazovanja sevanja

Trenutni delujoči sistem zaščite okolja pred sevanjem je ustrezen, saj ustreza vsem veljavnim mednarodnim standardom. Tekoči in zračni izpusti se merijo z dvotirnim nadzornim sistemom: kontinuirane meritve z oddaljenimi merilnimi sistemi in z vzorčenjem.

Oddaljeni merilni sistem vključuje oddaljene merilne postaje: tip A (9 postaj), G (11 postaj), C (15 postaj) in B (1 postaja, kontrolna). Enoti Paks II bosta globalno nameščeni v okviru trenutnega okoljskega nadzornega sistema z nekaj izjemami:

- Razširitev trenutno delujočega opazovalnega sistema zaščite okolja pred sevanjem jedrske elektrarne Paks je predlagana za okolico lokacije Paks II.
- Merilne postaje tipa "A" in "G" morajo biti okrepljene.
- Razširitev postaj tipa "V" mora biti potrjena, da lahko funkcioniira v uporabljeni tehnologiji.
- Predlagano je širjenje vzorčenja in merjenje laboratorija za opazovanje okolja na lokaciji novih enot Paks II za trenutne okoljske elemente, kar je pomembno tudi za zagotavljanje kontinuitete in primerjav (referenčna stopnja).
- Morajo biti zgrajeni novi opazovalni viri za podzemno vodo, kot je podrobneje opisano v poglavju Geološke formacije in podzemna voda v dolini Donave.
- Za vzpostavitev dvotirnega sistema nadzora zračnih in tekočih izpustov enot Paks II, v novih dimnikih in na točkah tekočih izpustov, morajo biti nameščeni kontinuirano delujoči detektorji radiacije, podobni tem, ki so že nameščeni.

Za laboratorijske meritve se priporoča prioriteta selektivnih meritev izotopov in naročilo instrumentov za zaznavanje nižjih mejnih vrednosti. Konceptualna struktura predlaganega sistema za opazovanje zaščite pred sevanjem novih enot Paks II je skicirana na spodnji sliki.



Dozimetriai vezénylő	Dozimetriai nadzor
Radioaktív kibocsátások mérése:	merjenje radioaktivnih izpustov:
• légnemű	• v zraku
• folyékony	• tekoči
Meteorológiai torony	Meteorološki stolp
Környezetellenőrzés	Okoljsko opazovanje
Mintavételezés	Vzorčenje
Helyszíni mérés	Merítve na območju
Környezetellenőrző állomások	Okoljske opazovalne postaje
• „A” típus	• tip „A”
• „B” típus	• tip „B”
• „C” típus	• tip „C”
• „D” típus	• tip „D”

Slika 104: Konceptualna struktura predlaganega zaščitnega sistema pred sevanjem Paks II

Vpliv razgradnje Paks II na izpostavljenost sevanju prebivalstva, ki živi v okolici lokacije

Glede na razgradnjo in demontažo lahko na podlagi mednarodnih izkušenj ugotovimo, da ni pričakovati povečanega vpliva v primerjavi z normalnim delovanjem, vpliv bo podoben tistemu, ki je že predstavljen, le točke izpustov in količina odpadkov lahko variira.

22 IZPOSTAVLJENOST SEVANJU ŽIVALI IN RASTLIN

To poglavje presoje vplivov na okolje ob izgradnji novih blokov nuklearke v Paksu obravnava vprašanje izpostavljenosti živih organizmov sevanju iz novih virov. Tovrstna analiza živih organizmov je sorazmerno novo področje zaščite pred sevanjem, saj pravnih predpisov, ki bi urejali to področje, pravzaprav še ni. Mednarodne znanstvene ustanove so pred nekaj leti predlagale, da se to področje uredi na ravni nosilcev odločanja. Na podlagi tega je pričakovati, da bodo slej ko prej sprejeti tudi pravni predpisi za zaščito vrst živih organizmov oziroma naših ekoloških sistemov pred ionizirajočim sevanjem, ki ga povzroča človek.

Ob gradnji novih blokov nuklearke je smiselno že zdaj razmišljati o tem. Po eni strani je treba določiti sedanje osnovno stanje, saj se bo nadaljnje potencialno povišanje izpostavljenosti sevanju dodalo osnovnemu stanju, po drugi strani pa je treba opraviti oceno, v kolikšni meri se bo v primerjavi s sedanjim, z načrtovanimi bloki povečala izpostavljenost kopenskih in vodnih živih organizmov sevanju. Glede na to, da ni določene konkretne številčno izražene mejne vrednosti vpliva sevanja na žive organizme vezanega na novo dejavnost, je pri ugotavljanju vpliva smiselno izhajati iz hitrosti doze zunanjega naravnega sevanja posameznih živih bitij. Če je hitrost doze, povezane s človekovo dejavnostjo, le delček zunanjega naravnega sevanja, ta prav gotovo na nikakršen način ne vpliva na delovanje ekoloških sistemov.

Glede na to, da imamo dokaj pomanjkljivo znanje o vplivu hitrosti doze zunanjega sevanja na žive organizme, smo morali v okolici Paksa oceniti izpostavljenost biotskemu sevanju naravnega izvora, ki je neodvisno od človeške dejavnosti. To sevanje v glavnem izvira iz radioaktivnih izotopov urana, torija in kalija z masnim številom 40, ki so od nastanka Zemlje prisotni v zemeljski skorji in živi organizmi (tudi ljudje) so bili vedno izpostavljeni temu vplivu. Podatki meritev, ki izvirajo iz opravljenih meritev zaščite proti sevanju in lastne analize, ki smo jih opravili sami za zato, da bi dobili oziroma dopolnili informacije, predstavljajo dovolj podrobno podobo o izpostavljenosti dozi sevanja kopenskih in vodnih živih organizmov. Na podlagi tega je mogoče o izpostavljenosti sevanju kopenskih živih organizmov, ki živijo v okolici nuklearke, povedati, da je višina izpostavljenosti za pretežni del vrst pod $0,5 \mu\text{Gy/h}$. Od tega je bistvena večja izpostavljenost bitij, ki v svojem organizmu kopičijo apno, ter mahu, ta vrednost lahko celo presega danes priporočeno vrednost za vrste živih organizmov. Po drugi strani pa se zdi, da je ocenjena izpostavljenost določenih vrst podcenjena tudi s faktorjem do dva/tri, če pri izračunu notranje izpostavljenosti sevanju ne uporabimo lokalnospecifičnih dejavnikov prenosa. Pri vodnih organizmih je naravna osnovna raven širšega spektra: za tiste, ki živijo samo v vodnih telesih ali na površini in v zraku, je značilna približno podobna doza hitrosti kot za kopenske rastline in živali, za organizme, ki živijo na dnu struge, nadalje za tiste, ki živijo v značilni trdi zaščiti (školjke, polži) pa je značilna od tega cca. za desetkrat višja doza sevanja.

Za določen habitat priporočena referenčna raven $10 \mu\text{Gy/h}$ izpostavljenosti sevanju, ki jo povzroči človeška dejavnost, velja za vse vire človeškega izvora, torej vplive načrtovanega novega vira je treba oceniti skupaj z že obstoječimi. Prav zaradi tega je treba po eni strani oceniti raven radioaktivne onesnaženosti, ki izvira iz ostankov preizkusov nuklearnega orožja (globalne padavine) v okolici Paksa in sedanje vplive černobilskih padavin v okolju Paksa. K izpostavljenosti sevanju živih organizmov človeškega izvora prispevajo tudi ~ 30 let aktivni 4 bloki nuklearke s svojimi izpusti v ozračje in vodo. Ti trije viri skupaj predstavljajo sedanjo umetno izpostavljenost sevanju.

O zgoraj navedenih komponentah je mogoče na podlagi rezultatov modelnih izračunov ugotoviti, da je ob globalnem sevanju in sevanju črnobilskega izvora ($\sim 10^{-3}$ $\mu\text{Gy/h}$) prispevek nuklearke (maks. $\sim 10^{-4}$ $\mu\text{Gy/h}$) skoraj zanemarljiv.

Globalni prispevek k odločilnemu deležu umetne izpostavljenosti sevanju pa časovno kaže tendence zmanjševanja, ker je čas razpadanja izotopov ^{137}Cs in ^{90}Sr , ki bistveno določajo njegovo vrednost, primerljiv z življenjsko dobo blokov reaktorja. V času načrtovanega zagona prvega novega bloka leta 2015 se bodo ocenjene hitrosti doze zmanjšale za 25 %, torej bo osnovna merodajna raven za skupine vrst 3/4 sedanje.

Skupek zunanje in notranje hitrosti doze, modelirane za novo nuklearko, bo pomenil celotno izpostavljenost posameznih referenčnih kopenskih živih organizmov, kot rezultat dolgoletnega delovanja dveh blokov Paks II. Obseg sevanja je seveda odvisen od oddaljenosti od prezračevalnih dimnikov, ki radioaktivno snov izpuščajo v ozračje. Pričakovana maksimalna vrednost bo znotraj nuklearke, višina pa se bo za večino vrst oblikovala okrog 0,5 nGy/h. V najbližji okolici nuklearke (cca, 1,5 km od točke izpusta) so vrednosti zelo nizke in se niti ne približajo sedanji osnovni ravni sevanja in to praktično velja za vse referenčne žive organizme. Ocenjeno izpostavljenost sevanju je smiselno primerjati s prispevki k osnovni ravni prispevka nuklearke, ki deluje že 30 let. Slednje so hitrosti doze v okolici baze A4, torej za točko analize, ki bo najbližja vplivom bodočega Paks II. Ugotoviti je mogoče, da vpliv načrtovane nuklearke ne kaže bistvenega odstopanja od že delujoče. Nuklearki bosta tudi ob načrtovanem zagonu leta 2025 prispevali le manjše, 1-2 % sevanje k takratnemu globalnemu sevanju.

K osnovni ravni, ki velja za umetne vire, je treba pripomniti, da ta velja za celotno območje nuklearke, za območje med magistralno cesto št. 6 in Donavo, ker rezultati meritev koncentracij aktivnosti v tleh, ki so izhodišče za oceno, ne kažejo bistvene razlike. Pripomniti je treba tudi, da vrednosti izpostavljenosti sevanju, ki pomenijo le cca 1 % v primerjavi z naravnim ozadjem, in so izračunane za posamezne vrste, ne kažejo bistvenih razlik, kar pomeni, da med vrstami ni niti ene, ki bi ji morali zaradi izpostavljenosti nameniti posebno pozornost.

V okolici Nuklearke v Paksu so lahko zaradi izpustov iz nuklearke prizadeti trije vodni habitati. Predvsem Donava, ki sprejema tekoče izpuste, še zlasti 100-metrski odsek pod kanalom tople vode. Sam kanal je sicer industrijski objekt, živi organizmi – četudi v omejeni diverziteti – so ga že zdavnaj zasedli vsaj njegovo brežino. Kot poseben habitat šteje jezero Kondor, ki je prastara mrtvica, s stikom z umetnim ribniki pa občasno pride v stik s kanalom tople vode. Od teh treh habitatov koncentriramo predvsem na Donavo, saj reka sprejema tekoče radioaktivne izpuste sedanje in načrtovane nuklearke.

Rezultati modelnih izračunov z določenimi podatki izpustov kažejo, da bo vpliv hladilne vode na vodne organizme na kraju vstopa v Donavo le desetinka odstotka naravnega sevanja. Seveda je po reki navzdol zaradi redčenja pričakovati še manjšo obremenitev. V območju 20 pGy/h in 1 nGy/h prognoziranje normalne obratovalne izpostavljenosti sevanju je odločilna notranja izpostavljenost.

organizem	skupna hitrost doze, $\mu\text{Gy/h}$				Prispevek Paks II k umernemu %	Prispevek Paks II k umetnemu %
	Paks II	Nuklearna v Paksu	globalna	totalna		
dvoživke	$9,96 \cdot 10^{-5}$	$5,18 \cdot 10^{-4}$	$5,65 \cdot 10^{-4}$	$1,18 \cdot 10^{-3}$	16,1	8,4
bentoški ribe	$5,13 \cdot 10^{-4}$	$1,89 \cdot 10^{-3}$	$2,59 \cdot 10^{-3}$	$5,00 \cdot 10^{-3}$	21,3	10,3
ptice	$6,10 \cdot 10^{-5}$	$5,49 \cdot 10^{-4}$	$2,36 \cdot 10^{-4}$	$8,45 \cdot 10^{-4}$	10,0	7,2
školjke	$4,90 \cdot 10^{-4}$	$1,61 \cdot 10^{-3}$	$2,48 \cdot 10^{-3}$	$4,57 \cdot 10^{-3}$	23,4	10,7
raki	$5,89 \cdot 10^{-4}$	$2,04 \cdot 10^{-3}$	$3,27 \cdot 10^{-3}$	$5,90 \cdot 10^{-3}$	22,4	10,0
polži	$5,26 \cdot 10^{-4}$	$2,32 \cdot 10^{-3}$	$2,75 \cdot 10^{-3}$	$5,60 \cdot 10^{-3}$	18,5	9,4
ličinke žuželjkr-	$1,10 \cdot 10^{-3}$	$4,87 \cdot 10^{-3}$	$6,12 \cdot 10^{-3}$	$1,21 \cdot 10^{-2}$	18,5	9,1
sesalci	$1,49 \cdot 10^{-4}$	$1,09 \cdot 10^{-3}$	$7,89 \cdot 10^{-4}$	$2,02 \cdot 10^{-3}$	12,1	7,4
pelagičen hal	$1,00 \cdot 10^{-4}$	$7,05 \cdot 10^{-4}$	$5,19 \cdot 10^{-4}$	$1,32 \cdot 10^{-3}$	12,4	7,6
fitoplankton	$8,58 \cdot 10^{-5}$	$4,91 \cdot 10^{-4}$	$2,37 \cdot 10^{-4}$	$8,13 \cdot 10^{-4}$	14,9	10,6
praprotnica	$3,89 \cdot 10^{-4}$	$1,61 \cdot 10^{-3}$	$2,08 \cdot 10^{-3}$	$4,07 \cdot 10^{-3}$	19,5	9,6
zooplankton	$3,16 \cdot 10^{-5}$	$1,72 \cdot 10^{-4}$	$5,38 \cdot 10^{-5}$	$2,58 \cdot 10^{-4}$	15,5	12,3

Tabela 76: Prispevki iz Paks II in obstoječih umetnih virov k izpostavljenosti sevanju vodnih živali in rastlin v Donavi leta 2025.

Za projektiranje, gradnjo in obratovanje visoko zmogljivih nukleark namenjenih za proizvodnjo energije je značilna posebna varnost, toda ni mogoče izključiti situacije, do katere pride zaradi napake materiala, naravne nesreče, zmote, napake človeka, ko odvajanje ogromne energije, ki se sprošča v reaktorski posodi, ni možno na tak način kot ob normalnem obratovanju. Verjetnost takih dogodkov je zelo majhna, večino možnih napak in posledic upoštevajo že pri projektiranju, tako že v času naložbe vgradijo za njihovo obvladovanje potrebno tehnologijo.

Danes je treba nujno opraviti analizo tveganj, in sicer po sprejetem mednarodnem protokolu. Ruski projektant je to analizo opravil po priporočilih EU, tako je za vse možne pomembnejše poškodbe znana verjetnost, izdelan pa je tudi pripadajoči inventar radioaktivnega izpusta. Ruska stran je podrobno predstavila več takih primerov, na podlagi teh smo opravili oceno vplivov na žive organizme, in sicer po scenariju pripravljenem za ti. TA4 stopnjo projektantske motnje v obratovanju (pogostnost: 10^{-4} - 10^{-6} /leto). Značilnost analizirane *projektantske motnje v obratovanju, ki je zelo redka*, je, da jo spremlja le izpust v ozračje in tudi ta je kontroliran. Do izpusta lahko pride na dveh mestih: v 100 m visokem dimniku, ki se uporablja tudi za izpuste normalnega obratovanja in na 4 varnostnih izpustih pare sekundarnega kroga, kar pomeni izpust v višini 35 m.

Primerjali smo določene hitrosti izpustov v posameznem časovnem obdobju analiziranega dogodka v obratu, in smo ugotovili, da izotopi s kratkim časom razpadanja ($t_{1/2}$ ~nekaj ur) praktično v okolje pridejo le prvi dan. Po drugi strani se je pokazalo, da vgrajena tehnologija za obvladovanje nesreč ali incidentov, ki se bo predvidoma avtomatsko sprostila, učinkovito zadržuje izotope joda v elementarnem stanju, toda z daljšim časom razpadanja in npr. tudi izotope Cs. 99,5 % izpusta v ozračje tvori plemeniti plin ^{133}Xe , pretežni del v okolje pride v višini 100 m. 99 % izpusta izotopov cezija z bistveno daljšim časom razpadanja poteka v višini 35 m in na podlagi podatkov je izpust omejen na prvi dan dogodka. Aktivnost izpusta je deset milijonti del ksenona in skoraj enaka z aktivnostjo cezija izpuščenega eno leto ob normalnem obratovanju. To je zato pomembno, ker zaradi značilne smeri vetra za pol/en da, se tla zaradi padavin onesnažijo v dokaj ozkem pasu (primerno prevladujoči smeri vetra). V okolici Paksa je najpogostejši veter, ki piha iz SZ, tako je lahko ob dejanskem dogodku prizadeto predvsem kmetijsko območje, ki leži JV od nuklearke.

Pri oceni vpliva na kopenske žive organizme v okolici Paksa smo modelirali pot oblaka, ki se sprošča na mestu izpusta, njegovo razprostiranje oziroma padavine, in sicer za vremensko situacijo, ki se uporablja za podobne analize tudi za sedanjo nuklearno v obratovanju. To je stanje kategorije Pasquill D (višinsko mesto inverzijske plasti: 560 m), v višini 120 metrov piha veter 5 m/s in v času dogodka vseskozi dežuje. Slednji pogoj vnaša v model pomembno konzervativnost, saj so suhe padavine (suspenzija) bistveno presežene z vplivom izpiranja padavin, tako bo dodatna hitrost doze zaradi sveže radioaktivnosti tal precejšena.

Zaradi ugotovitve zgodnjih vplivov smo posebej obravnavali radioaktivno snov, ki je bila izpuščena v prvih desetih dneh in smo kalkulirali z vetrom, ki vseskozi piha iz iste smeri. Radioaktivne koncentracije, ki so nastale okrog točke izpusta (zrak, tla), hitrost doze iz radioaktivnega oblaka smo simulirali med krajem izpusta in v razdalji 20 km, na 20 različnih razdaljah, in sicer s programom, primernim za simuliranje širitve v zraku. Rezultati so pokazali, da je maksimalna koncentracija snovi, ki se sprosti iz 35 m visokega dimnika znotraj območja nuklearke, v primeru 100 m visokega dimnika pa znotraj 1000 m, kar bo tudi v primeru najbolj verjetne smeri vetra ostalo na območju nuklearke.

koncentracije aktivnosti na površini in blizu površine odvisno od razdalje iz 10-dnevnega izpusta.

Na podlagi radioaktivnih koncentracij ocenjena hitrost doze na posamezne žive organizme je neposredno zunaj nuklearke tipično nekaj nGy/h, komaj 1 % vrednosti značilne za naravno izpostavljenost sevanju. Če pri modelnem izračunu upoštevamo tudi dinamiko izpusta v zgodnji etapi (izotopi s kratkim časom razpadanja pridejo v okolje le prvi dan), potem 1. dan doseže večja hitrost doze vse žive organizme (5-10 % naravnega sevanja v ozadju), v naslednjih 9. dneh pa pri hitrosti doze dominira zunanja izpostavljenost sevanju zaradi radioaktivne snovi, ki je pred tem padla na tla (izotopi cezija in joda). Na podlagi številčnih rezultatov je mogoče ugotoviti, daje obravnavan dogodek v obratu uvrščen v TA4 – tudi ob neugodnih meteoroloških pogojih – nevtralen za žive organizme v okolju. To hkrati tudi pomeni, da ne moremo govoriti o vplivnem območju, kot zgodnji posledici izpusta ob motnji v obratovanju.

Kasnejše vplive analizirane motnje v delovanju smo ocenili na podlagi podatkov izpusta za 30 dni, in sicer ob že prej določenih meteoroloških pogojih. Veter piha iz iste smeri kot ob zaznavi motnje v obratovanju in še naprej dežuje. Rezultat takih pogojev je dokaj konzervativna ocena, saj se radioaktivna snov v celotnem izpustu premika v določeno smer, učinke je pričakovati le v ozkem pasu.

izotop	Povprečna aktivna koncentracija od 100 m od točke izpusta			Povprečna aktivna koncentracija od 35 m od točke izpusta		
	100 m	500 m	1500 m	100 m	500 m	1500 m
zrak, Bq/m³						
^{85m} Kr	3,74·10 ⁻⁴⁰	3,50·10 ⁻⁰³	1,46·10 ⁻⁰¹	3,30·10 ⁻⁰³	2,66·10 ⁻⁰²	5,62·10 ⁻⁰³
⁸⁷ Kr	1,72·10 ⁻⁴⁰	1,60·10 ⁻⁰³	6,62·10 ⁻⁰²	1,52·10 ⁻⁰³	1,21·10 ⁻⁰²	2,49·10 ⁻⁰³
⁸⁸ Kr	7,06·10 ⁻⁴⁰	6,79·10 ⁻⁰³	3,02·10 ⁻⁰¹	5,98·10 ⁻⁰³	5,10·10 ⁻⁰²	1,21·10 ⁻⁰²
¹³¹ I	3,50·10 ⁻⁴¹	3,29·10 ⁻⁰⁴	1,37·10 ⁻⁰²	4,03·10 ⁻⁰²	3,24·10 ⁻⁰¹	6,79·10 ⁻⁰²
¹³² I	7,20·10 ⁻⁴³	6,73·10 ⁻⁰⁶	2,79·10 ⁻⁰⁴	1,08·10 ⁻⁰³	8,58·10 ⁻⁰³	1,75·10 ⁻⁰³
¹³³ I	5,69·10 ⁻⁴²	5,31·10 ⁻⁰⁵	2,22·10 ⁻⁰³	6,78·10 ⁻⁰³	5,45·10 ⁻⁰²	1,14·10 ⁻⁰²
¹³³ Xe	3,78·10 ⁻³⁷	3,55·10 ⁰⁰	1,49·10 ⁰²	3,34·10 ⁰⁰	2,71·10 ⁰¹	5,77·10 ⁰⁰
¹³⁴ Cs	2,41·10 ⁻⁴⁵	2,26·10 ⁻⁰⁸	9,44·10 ⁻⁰⁷	2,11·10 ⁻⁰⁴	1,70·10 ⁻⁰³	3,58·10 ⁻⁰⁴
¹³⁴ I	9,02·10 ⁻⁴⁴	8,35·10 ⁻⁰⁷	3,41·10 ⁻⁰⁵	1,80·10 ⁻⁰⁴	1,42·10 ⁻⁰³	2,79·10 ⁻⁰⁴
¹³⁵ I	7,80·10 ⁻⁴³	7,28·10 ⁻⁰⁶	3,03·10 ⁻⁰⁴	9,87·10 ⁻⁰⁴	7,90·10 ⁻⁰³	1,64·10 ⁻⁰³
¹³⁵ Xe	1,28·10 ⁻³⁹	1,20·10 ⁻⁰²	5,04·10 ⁻⁰¹	1,13·10 ⁻⁰²	9,17·10 ⁻⁰²	1,95·10 ⁻⁰²

izotop	Povprečna aktivna koncentracija od 100 m od točke izpusta			Povprečna aktivna koncentracija od 35 m od točke izpusta		
	100 m	500 m	1500 m	100 m	500 m	1500 m
^{137}Cs	$8,99 \cdot 10^{-46}$	$9,80 \cdot 10^{-09}$	$5,13 \cdot 10^{-07}$	$8,69 \cdot 10^{-05}$	$9,03 \cdot 10^{-04}$	$2,41 \cdot 10^{-04}$
^{138}Xe	$2,82 \cdot 10^{-41}$	$2,59 \cdot 10^{-04}$	$1,03 \cdot 10^{-02}$	$2,38 \cdot 10^{-04}$	$1,85 \cdot 10^{-03}$	$3,53 \cdot 10^{-04}$
	prst, Bq/kg					
^{131}I	$3,41 \cdot 10^{01}$	$6,80 \cdot 10^{00}$	$2,29 \cdot 10^{00}$	$6,98 \cdot 10^{01}$	$2,31 \cdot 10^{01}$	$6,33 \cdot 10^{00}$
^{132}I	$1,45 \cdot 10^{-02}$	$2,87 \cdot 10^{-03}$	$9,89 \cdot 10^{-04}$	$3,90 \cdot 10^{-02}$	$1,67 \cdot 10^{-02}$	$4,19 \cdot 10^{-03}$
^{133}I	$1,03 \cdot 10^{00}$	$2,05 \cdot 10^{-01}$	$6,92 \cdot 10^{-02}$	$2,19 \cdot 10^{00}$	$7,62 \cdot 10^{-01}$	$2,06 \cdot 10^{-01}$
^{134}Cs	$3,49 \cdot 10^{-03}$	$6,95 \cdot 10^{-04}$	$2,43 \cdot 10^{-04}$	$5,37 \cdot 10^{-01}$	$1,29 \cdot 10^{-01}$	$3,92 \cdot 10^{-02}$
^{134}I	$6,89 \cdot 10^{-04}$	$1,36 \cdot 10^{-04}$	$4,78 \cdot 10^{-05}$	$2,51 \cdot 10^{-03}$	$1,27 \cdot 10^{-03}$	$2,96 \cdot 10^{-04}$
^{135}I	$4,51 \cdot 10^{-02}$	$8,94 \cdot 10^{-03}$	$3,03 \cdot 10^{-03}$	$1,02 \cdot 10^{-01}$	$3,87 \cdot 10^{-02}$	$1,02 \cdot 10^{-02}$
^{137}Cs	$1,30 \cdot 10^{-03}$	$3,02 \cdot 10^{-04}$	$1,32 \cdot 10^{-04}$	$2,21 \cdot 10^{-01}$	$6,88 \cdot 10^{-02}$	$2,66 \cdot 10^{-02}$

Tabela 77: Aktivne koncentracije na površini in blizu površine po 10-dnevnem izpustu, glede na razdaljo

izotop	Povprečna koncentracija aktivnosti, ki izvira iz 100-metrške točke izpusta			Povprečna koncentracija aktivnosti, ki izvira iz 35-metrške točke izpusta		
	100 m	500 m	1500 m	100 m	500 m	1500 m
	zrak, Bq/m ³					
$^{85\text{m}}\text{Kr}$	$1,25 \cdot 10^{-40}$	$1,17 \cdot 10^{-03}$	$4,89 \cdot 10^{-02}$	$1,10 \cdot 10^{-03}$	$8,85 \cdot 10^{-03}$	$1,87 \cdot 10^{-03}$
^{87}Kr	$5,70 \cdot 10^{-41}$	$5,31 \cdot 10^{-04}$	$2,20 \cdot 10^{-02}$	$5,06 \cdot 10^{-04}$	$4,04 \cdot 10^{-03}$	$8,30 \cdot 10^{-04}$
^{88}Kr	$2,36 \cdot 10^{-40}$	$2,27 \cdot 10^{-03}$	$1,01 \cdot 10^{-01}$	$1,99 \cdot 10^{-03}$	$1,70 \cdot 10^{-02}$	$4,03 \cdot 10^{-03}$
^{131}I	$1,87 \cdot 10^{-41}$	$1,75 \cdot 10^{-04}$	$7,32 \cdot 10^{-03}$	$2,09 \cdot 10^{-02}$	$1,68 \cdot 10^{-01}$	$3,52 \cdot 10^{-02}$
^{132}I	$2,41 \cdot 10^{-43}$	$2,24 \cdot 10^{-06}$	$9,28 \cdot 10^{-05}$	$3,60 \cdot 10^{-04}$	$2,87 \cdot 10^{-03}$	$5,85 \cdot 10^{-04}$
^{133}I	$1,89 \cdot 10^{-42}$	$1,77 \cdot 10^{-05}$	$7,38 \cdot 10^{-04}$	$2,26 \cdot 10^{-03}$	$1,81 \cdot 10^{-02}$	$3,78 \cdot 10^{-03}$
^{133}Xe	$1,69 \cdot 10^{-37}$	$1,58 \cdot 10^{+00}$	$6,65 \cdot 10^{01}$	$1,51 \cdot 10^{00}$	$1,22 \cdot 10^{01}$	$2,61 \cdot 10^{00}$
^{134}Cs	$8,05 \cdot 10^{-46}$	$7,53 \cdot 10^{-09}$	$3,15 \cdot 10^{-07}$	$7,04 \cdot 10^{-05}$	$5,67 \cdot 10^{-04}$	$1,19 \cdot 10^{-04}$
^{134}I	$3,00 \cdot 10^{-44}$	$2,78 \cdot 10^{-07}$	$1,14 \cdot 10^{-05}$	$6,03 \cdot 10^{-05}$	$4,73 \cdot 10^{-04}$	$9,28 \cdot 10^{-05}$
^{135}I	$2,60 \cdot 10^{-43}$	$2,42 \cdot 10^{-06}$	$1,01 \cdot 10^{-04}$	$3,28 \cdot 10^{-04}$	$2,64 \cdot 10^{-03}$	$5,46 \cdot 10^{-04}$
^{135}Xe	$4,29 \cdot 10^{-40}$	$4,02 \cdot 10^{-03}$	$1,69 \cdot 10^{-01}$	$3,77 \cdot 10^{-03}$	$3,06 \cdot 10^{-02}$	$6,52 \cdot 10^{-03}$
^{137}Cs	$3,00 \cdot 10^{-46}$	$3,28 \cdot 10^{-09}$	$1,71 \cdot 10^{-07}$	$2,90 \cdot 10^{-05}$	$3,01 \cdot 10^{-04}$	$8,06 \cdot 10^{-05}$
^{138}Xe	$9,06 \cdot 10^{-42}$	$8,33 \cdot 10^{-05}$	$3,32 \cdot 10^{-03}$	$7,94 \cdot 10^{-05}$	$6,16 \cdot 10^{-04}$	$1,18 \cdot 10^{-04}$
	tla, Bq/kg					
^{131}I	$2,90 \cdot 10^{01}$	$5,81 \cdot 10^{00}$	$1,95 \cdot 10^{00}$	$5,78 \cdot 10^{01}$	$1,85 \cdot 10^{01}$	$5,13 \cdot 10^{00}$
^{132}I	$4,81 \cdot 10^{-03}$	$9,57 \cdot 10^{-04}$	$3,30 \cdot 10^{-04}$	$1,30 \cdot 10^{-02}$	$5,58 \cdot 10^{-03}$	$1,40 \cdot 10^{-03}$
^{133}I	$3,42 \cdot 10^{-01}$	$6,82 \cdot 10^{-02}$	$2,31 \cdot 10^{-02}$	$7,30 \cdot 10^{-01}$	$2,54 \cdot 10^{-01}$	$6,87 \cdot 10^{-02}$
^{134}Cs	$3,46 \cdot 10^{-03}$	$6,90 \cdot 10^{-04}$	$2,40 \cdot 10^{-04}$	$5,32 \cdot 10^{-01}$	$1,28 \cdot 10^{-01}$	$3,88 \cdot 10^{-02}$
^{134}I	$2,29 \cdot 10^{-04}$	$4,52 \cdot 10^{-05}$	$1,60 \cdot 10^{-05}$	$8,38 \cdot 10^{-04}$	$4,21 \cdot 10^{-04}$	$9,87 \cdot 10^{-05}$
^{135}I	$1,50 \cdot 10^{-02}$	$2,98 \cdot 10^{-03}$	$1,01 \cdot 10^{-03}$	$3,40 \cdot 10^{-02}$	$1,29 \cdot 10^{-02}$	$3,38 \cdot 10^{-03}$
^{137}Cs	$1,31 \cdot 10^{-03}$	$3,03 \cdot 10^{-04}$	$1,32 \cdot 10^{-04}$	$2,22 \cdot 10^{-01}$	$6,89 \cdot 10^{-02}$	$2,66 \cdot 10^{-02}$

Tabela 78: Aktivne koncentracije na površini in blizu površine po 30-dnevnem izpustu, glede na razdaljo

Na podlagi rezultatov modelskega izračuna, je zunaj nuklearke odločilna hitrost doze, ki izvira iz radioaktivne snovi, ki je prišla v tla, bistveni del prispevajo padavine iz višine 35 m. Vrednosti ocenjene hitrosti doze so tudi

v tem primeru značilno nizke, v bližini nuklearke pri nobenem živem organizmu ne dosežejo 10 % naravne izpostavljenosti sevanju.

Torej glede kasnejšega vpliva je mogoče ugotoviti, da je dogodek v obratu uvrščen v TA4, glede vpliva nevtralen za žive organizme v okolju. Tukaj je treba posebej poudariti, da so med dogodkom nespremenjene vremenske okoliščine povzročile bistveno večji vpliv izpusta, saj se je celotna izpuščena radioaktivnost koncentrirala na dokaj ozek pas. Če ta konservativizem še povečamo s tem, da štejemo za obremenitev živih organizmov kot skupek ocenjene hitrost doze kot vpliv dveh točk izpusta, potem se pričakovani vpliv podvoji le v primeru določenih bitij, vendar tudi ta vpliv ostane krepko znotraj 10% naravne ravni. To pomeni, da ne moremo govoriti o vplivu kot posledici izpusta v motnji delovanja in tako ne moremo govoriti niti o vplivnem območju.

23 DEJAVNOSTI ZA PREPREČEVANJE NESREČ Z VPLIVOM NA OKOLJE IN V PRIMERU TAKIH NESREČ BLAŽITEV OKOLJSKIH POSLEDIC

Vseobsegajoči načrt za delovanje in ravnanje v nujnih primerih je načrt, ki mora biti narejen v fazi licenciranja in mora biti skladen s trenutnimi praksami v jedrski elektrarni Paks, bo predvidel dejanja, ki preprečujejo splošne situacije nujnih primerov in nesreč z vplivom na okolje ter bo, če se to zgodi, predvidel dejanja za omejitev okoljskih posledic Dejavnosti, ki so relevantne za ravnanje v nujnih primerih vplivajo ali potencialno vplivajo na nove enote (nujni primeri v jedrskem objektu, radiološke situacije nujnih primerov, naravne in industrijske katastrofe, požar in druge nenormalne situacije) bodo podrobno opisane v tem načrtu, ki bo osebju ponujal kompleksni načrt za vse vpletene v odpravljanje posledic in za sodelujoče partnerje, ki delujejo v nacionalnem sistemu, da bi preprečili pojavitev nesreč, odpravljanje posledic takega dogodka in omejevanje vplivov.

Skladno s trenutno prakso v jedrski elektrarni Paks bo licenca velja za načrt preprečevanja jedrskih nesreč in ravnanja ob nesrečah (NAPAP) med delovanjem novih enot, da bi lahko odstranili vplive na okolje zaradi nesreč, pri katerih pride do izpustov radioaktivnih materialov, za upravljanje in likvidacijo aktualnih nesreč in omejitev vplivov nesreč na okolje. NAPAP bo ponudil vodenje in določil ukrepe za ravnanje, odpravljanje in likvidacijo incidentov in situacij v nujnih primerih na objektih na jedrski osnovi in radiološko nenavadnih dogodkov, ki vplivajo na območje novih enot z zagotavljanjem razpoložljivosti učinkovitega načrta za osebje, ki odpravlja posledice, in tem osebam omogočil nadzorovanje aktualne situacije v vseh aspektih. V primeru izrednega dogodka v objektu na jedrski osnovi in nujnem primeru bo načrt predvidel vse nesreče in incidente za interne in eksterne razloge. Zaščita pred sevanjem in tehnološki postopki, ki jih predvideva NAPAP pomagajo preprečevati okoljsko širitev radioloških vplivov kot takih in imajo najbolj učinkovita sredstva za omejitve vpliv na zdravje, ekonomskih in drugih. Ti ukrepi se izvajajo s sistemom, ki je trenutno v uporabi v jedrski elektrarni Paks in jih redno pregledujejo pristojni organi za jedrsko varnost, zato bo licenciranje v osnovi preučeno kot enotni in posamični sistem med konstrukcijo in delovanjem novih enot. Skladno s svojo vlogo preprečevanja nesreč, ravnanja v aktualnih okoljskih situacijah in omejevanjem vplivov bo potencialni sistem izvajal funkcije zaščite in odpravljanja posledic, skladno z nacionalnim načrtom preprečevanja jedrskih nesreč in ravnanja ob nesrečah.

24 POVZETEK

14. januarja 2014 se je Vlada Madžarske strinjala z Vlado Ruske federacije o obnovitvi sporazuma o jedrskem sodelovanju, ki je bil med obema vladama sklenjen pred nekaj desetletji. Sporazum med obema vladama je ratificirala narodna skupščina Madžarske z aktom št. II iz leta 2014 o promulgaciji konvencije o sodelovanju med Vlado madžarske in Vlado Ruske federacije o varni uporabi jedrske energije. Na podlagi sporazuma bosta zgrajeni dodatni dve enoti z močjo 1200 MW na območju jedrske elektrarne Paks z vključevanjem ustreznih ruskih organov kot generalnim pogodbenikom.

Namen investicije je pravočasno zgraditi tretjo generacijo enot tlačnovodnih generatorjev jedrske elektrarne za namen pridobivanja električne energije z življenjsko dobo obratovanja šestdeset let, skladno s časovnim načrtom, ki je predstavljen v nacionalni energetske strategiji z zagonom za začetek delovanja med letoma 2025 in 2030.

Konsolidirana študija ocene vplivov na okolje (KHT), ki je bila pripravljena za vodenje kompleksne ocene vplivov na okolje jedrske elektrarne Paks II je preučila rusko jedrsko tehnologijo, izbrano iz možnih rešitev, predloženih v preliminarni posvetovalni dokumentaciji (EKD), vključno z glavnimi povezavami, kot je zajetje vode za hlajenje in izpust tople vode v reko Donavo, kot tudi prenosne kable, ki bodo uporabljeni za prenos električne energije, proizvedene v elektrarni z upoštevanjem vplivov na okolje.

Ocena ima študije na podlagi obremenitve okoljskih elementov in sistemov trenutnega stanja v okolju, ki mu sledi ocena osnovnih pogojev za evalvacijske namene. Študija pokriva področja implementacije novih enot jedrske elektrarne in celotno predhodno ocenjeno vplivno območje, na podlagi preučevanja in analiz, izvedenih po 1. marcu 2012, večinoma v času istega leta, v nekaj primerih pa leta 2013.

Analiza vplivov na okolje jedrske elektrarne Paks II je trajala nekaj mesecev. Študija je temeljila na tehničnih pogojih in lokaciji vzpostavitve in je bila pripravljena marca 2014.

Moramo poudariti, da je določitev vplivnih faktorjev, kalkulacija in modeliranje njihovih vplivov narejeno z upoštevanjem faktorjev, ki izhajajo iz največjega okoljskega vpliva in glede na princip konzervativnega pristopa NBSZ kot tudi z upoštevanjem vidikov zaščite okolja.

Študija ocene vplivov na okolje Paks II. pokriva naslednje vidike:

- ❖ Podrobno predstavitev načrtovane investicije jedrske elektrarne, predstavitev osnovnih podatkov,
 - obseg projekta, časovni okvir implementacije in zagon delovanja,
 - opis implementacije in načrtovane tehnologije,
 - seznam in lokacija objektov, zahtevanih za začetek projekta,
 - zagotavljanje oskrbe z vodo,
 - obdelava odpadnega materiala in odpadnih voda, pridelanih v času implementacije projekta,
 - glavni podatki o uporabi materialov,
 - obseg avtomobilskega in tovornega prometa v zvezi s projektom,
- ❖ predstavitev izbrane lokacije za gradnjo, vključno z ožjim in širšim okoljem, kraj projekta in območne zahteve, ki jim sledi predstavitev lokacijskega načrta projekta
- ❖ definicija in kalkulacije okoljskih učinkov jedrske tehnologije na določene elemente v okolju in podsisteme v okolju,
- ❖ razvrstitev vplivnega območja načrtovane investicije,
- ❖ čezmejni učinki.

Ocenili smo vplive, ki sledijo logičnim procesom vplivnih faktorjev → vplivni procesi → tisti, ki so vplivni (prizadetost zaradi vplivov), glede na trenutno osnovno obremenitev okoljskih elementov/sistemov, in spremembe, ki bi se pričako-

vano lahko pojavile v trenutnih okoljskih in naravnih pogojih v celotni življenjski dobi projekta Paks II (npr. klimatske spremembe).

Preučili smo vplivne faktorje novih enot jedrske elektrarne in povezane objekte v kronološkem vrstnem redu (vzpostavitve-konstruktivski podatki, delovanje in opustitev) glede na področja, ki bodo uporabljena:

Preučili smo individualne faze s klasificiranjem na podlagi najbolj tipičnih skupin vplivnih faktorjev. Med različnimi vplivnimi faktorji smo razlikovali med tradicionalnimi, neradioaktivnimi in radioaktivnimi odpadki in izpusti z upoštevanjem narave objekta.

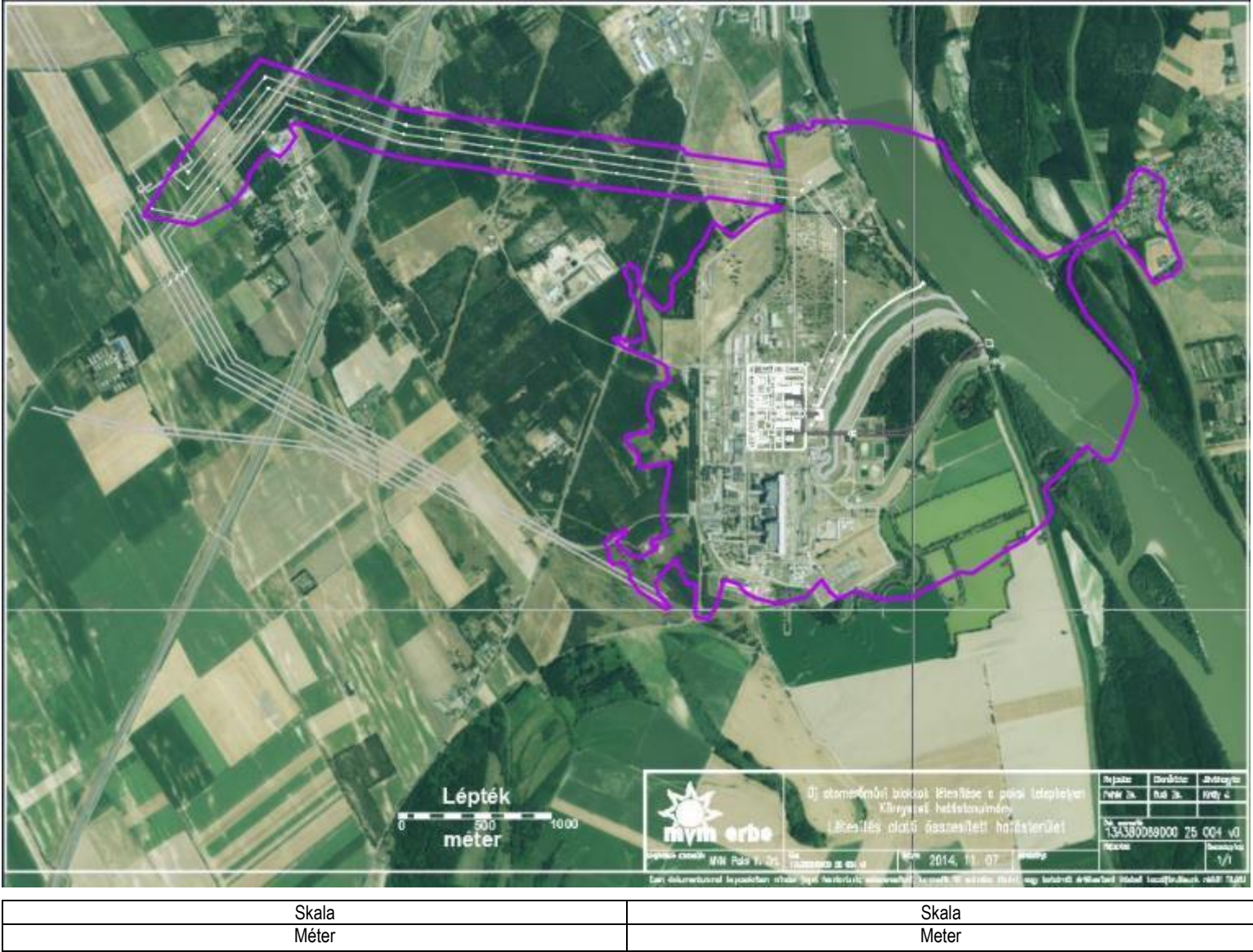
- ❖ Uporaba okoljskih elementov
- ❖ Izpusti in odpadki
 - *Proizvajanje in ravnanje s tradicionalnimi, neradioaktivnimi izpusti in odpadki*
 - *Proizvajanje in ravnanje z radioaktivnimi izpusti in odpadki*
- ❖ Porabljene gorivne kasete
 - *Ravnanje in shranjevanje gorivnih kaset, odstranjenih iz cone reaktorja*

Izvedli smo raziskave glede na pogoje za normalno delovanje in nenormalno delovanje (težave pri delovanju, nujni primeri in dogodki, predvideni pri osnovnem načrtovanju).

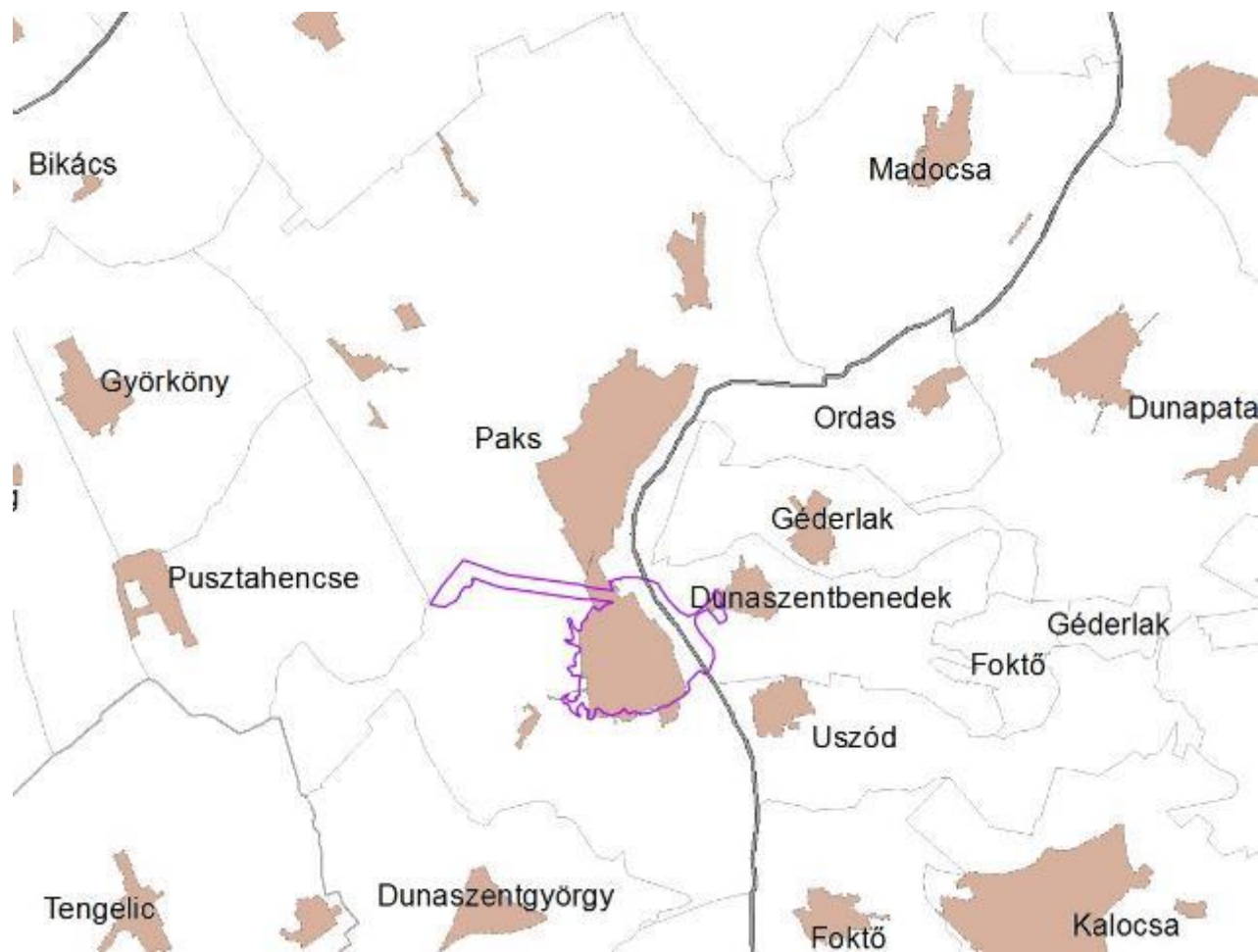
Osnovni okoljski pogoji so bili določeni na podlagi študije vplivov na okolje z natančnimi meritvami in kalkulacijami, opisom in konstitutivnim delom vplivov na okolje delovanja že delujoče jedrske elektrarne Paks.

V povzetku smo izpostavili kumulirano vplivno področje neposrednih vplivov na zemljevidu, ki izhaja iz kumuliranih vplivnih območij in individualnih posebnih območij ter izpostavili najpomembnejše linije individualnih vplivnih območij.

Skladno s podrobno analizo študije vplivov na okolje implementacija jedrske elektrarne Paks II. vpliva na naselja Dunaszentbenedek in Paks települések, medtem ko bo delovanje Paks II. vplivalo na naselja Dunaszentbenedek, Paks in Úszód.

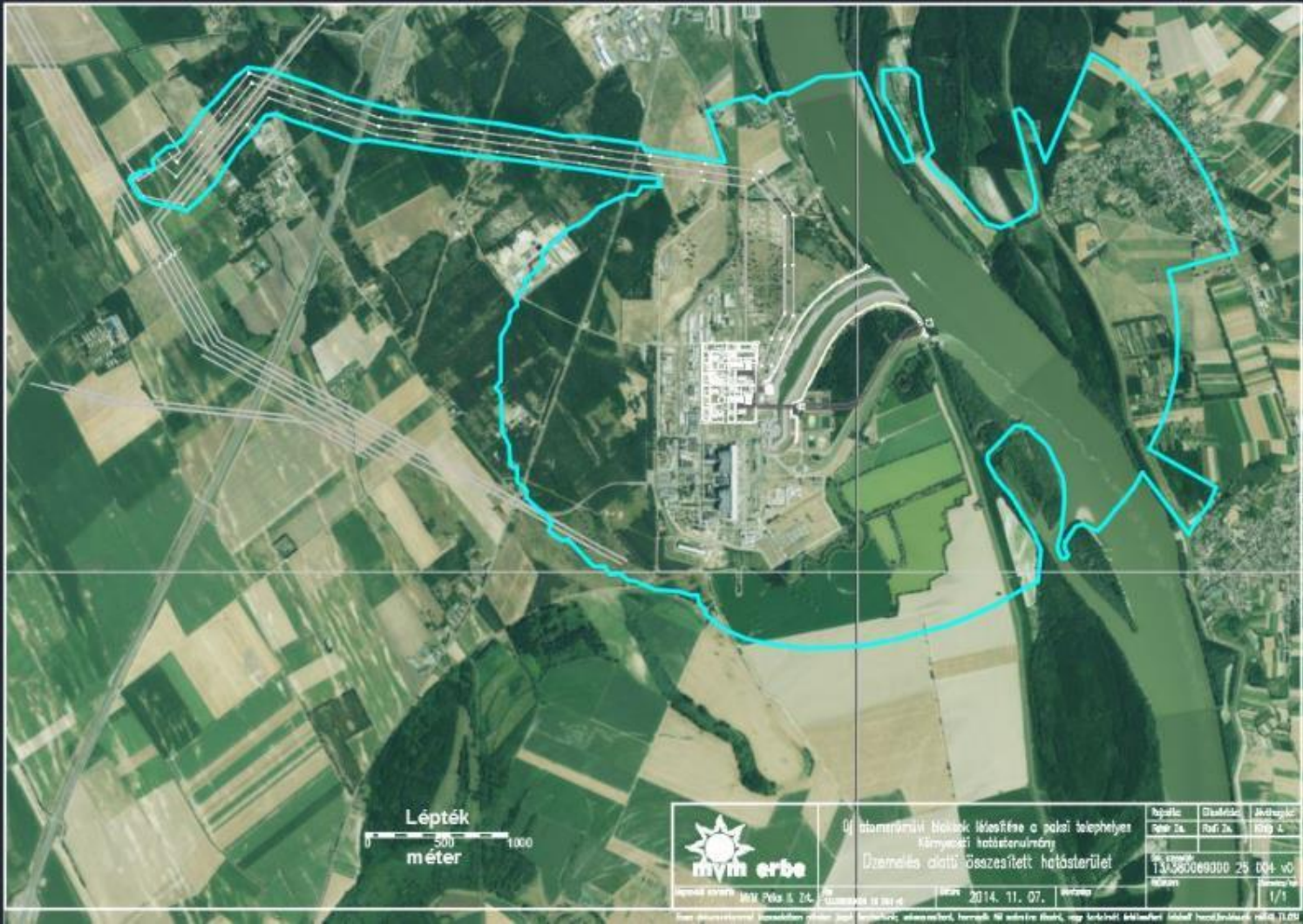


Slika 105: Konsolidirano vplivno območje izgradnje Paks II



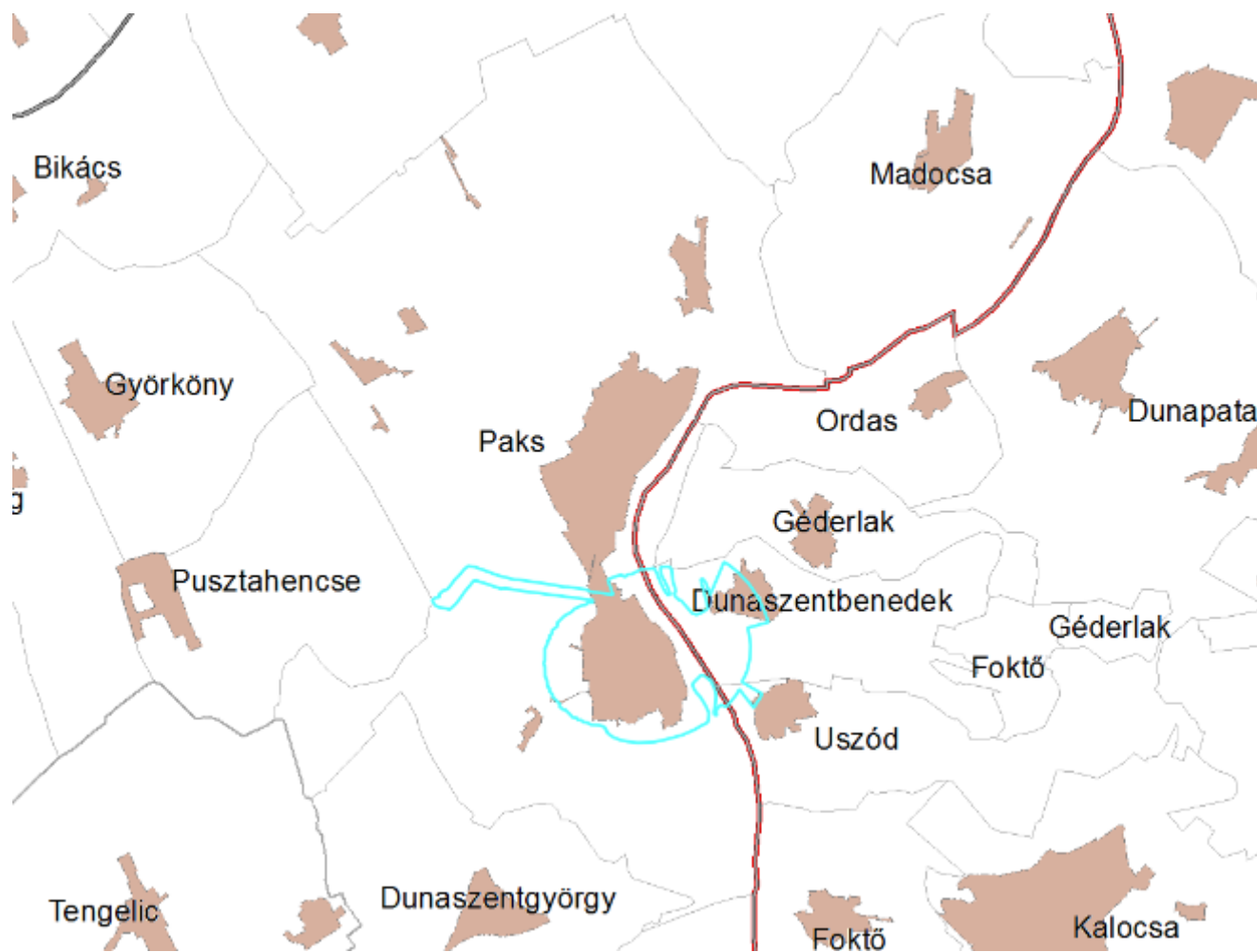
Forrás: http://gis.teir.hu/arcgis/services/TeIR_GIS/teirgis_kozigazgatas/MapServer/WMSServer

Slika 106: Konsolidirano vplivno območje izgradnje Paks II z administrativnimi mejami



Lépték	Skala
Méter	Meter

Slika 107: Konsolidirano vplivno območje izgradnje Paks II



Vir: http://gis.teir.hu/arcgis/services/TeIR_GIS/teiris_kozigazgas/MapServer/WMSServer

Slika 108: Konsolidirano vplivno območje izgradnje Paks II z administrativnimi mejami

Delovanje Paks II vpliva na območja naselij Dunaszentbenedek, Paks in Uszód.

REFERENCE

- [1] MVM Magyar Villamos Művek Zrt. Implementation of new nuclear power plant units (Új atomerőművi blokkok létesítése) – Preliminary Consultative Documentation (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 Atomforum 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. Implementation of new nuclear power plant units (Új atomerőművi blokkok létesítése) – Preliminary Consultative Documentation (Előzetes Konzultációs Dokumentáció), PÖYRY ERŐTERV Zrt, 2011.01.31.
- [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 Atomforum Egyesület, Budapest, 2004. június
- [17] Kibocsátás- és környezetellenőrzés a Paksi 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 Paksi Atomerőmű Zrt. területén létesítendő új blokkok hűtési lehetőségeinek vizsgálata, Döntés előkészítő tanulmány, III. kötet, PÖYRY ERŐTERV Zrt, Budapest, 2011.05.04.
- [28] A paksi telephelyen létesítendő új atomerőműi blokkokhoz kapcsolódó, tájképbe illeszthető hűtőtornyos hűtési alternatívák részletes vizsgálata, MVM ERBE Zrt, 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. A.H.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 szennyvízelvezetése 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; Tanács 2011/70/Euratom Irányelve, EU, 2011.07.19.
- [40] EPC-Contract, Construction of Jedrska elektrarna Paks units 5 and 6, Hungary, Appendix 1.2, Part 1.2.1 Nuclear Island, 02-05-02 Radioactive Waste Treatment and Storage Sistemi (Gaseous, Liquide and Solid Waste) rev 0.0, 2014. 09. 15. [19.14]
- [41] Data for NPP environmental impact analysis (AES-2006 with VVER-1200)
- [42] Palo Verde, Arizona, Griselda Nevarez
- [43] Millstone Power Station Waterford, Connecticut, (AP Photo / Dominion Resources)
- [44] Haddam Neck atomerőmű, East Hampton, Connecticut állam