



MVM PAKS II. ZRT.

**IZGRADNJA NOVIH BLOKOVA NUKLEARNE
ELEKTRANE U PAKSU**

STUDIJA UTJECAJA NA OKOLIŠ

SAŽETAK ZA JAVNOST

Broj ugovora MVM Paks II. Zrt: 4000018343
Broj ugovora MVM ERBE Zrt: 13A380069000

PODACI O PODNOSITELJU ZAHTEVA ZA ODOBRENJE

Naziv podnositelja zahtjeva za odobrenje:	MVM Paks II. Atomerőmű Fejlesztő Zártkörűen Működő Részvénytársaság (MVM Paks II zatvoreno dioničko društvo za proširenje nuklearne elektrane)
Službeni skraćeni naziv podnositelja zahtjeva:	MVM Paks II. Zrt.
Sjedište podnositelja zahtjeva za odobrenje:	7030 Paks, Gagarin u. 1-3. 302/B
Matični broj podnositelja zahtjeva za odobrenje:	17-10-001282
Porezni broj podnositelja zahtjeva za odobrenje:	24086954-2-17
Statistički broj podnositelja zahtjeva za odobrenje:	24086954-4222-114-17
Voditelj podnositelja zahtjeva za odobrenje:	Sándor Nagy – generalni direktor
Kontakt osoba podnositelja zahtjeva za odobrenje:	László Puskás – načelnik odjela za ishođenje dozvola i nuklearnu sigurnost
Dostupnost kontakt osobe podnositelja zahtjeva za odobrenje:	+36 75 503 730

PODACI O PLANIRANIM DJELATNOSTIMA

Naziv planirane nuklearne elektrane:	Nuklearna elektrana Paks II
Skraćeni naziv planirane nuklearne elektrane:	<i>Paks II.</i>
Planirana djelatnost:	izgradnja i upravljanje radom dvaju nuklearnih blokova s vodom pod tlakom III ⁺ generacije
Cilj planirane djelatnosti:	proizvodnja električne energije za javnu potrošnju
Bruto snaga planirane nuklearne elektrane:	najviše 1.200 MW _e po bloku
Bruto termička snaga planirane nuklearne elektrane:	najviše 3.200 MW _{th} po bloku
Planirano mjesto izgradnje nuklearne elektrane:	na lokaciji Nuklearne elektrane u Paksu
Planirani početak rada novih blokova u komercijalne svrhe:	2025 – Bloka broj 1. Nuklearne elektrane Paks II 2030 – Bloka broj 2. Nuklearne elektrane Paks II
Planirani životni vijek elektrane:	najmanje 60 godina

PODACI O PLANIRANOJ LOKACIJI IZGRADNJE

Broj katastarske čestice planirane lokacije:	Paks 8803/15
Vlasnik lokacije planirane izgradnje:	MVM Paks Atomerőmű Zrt.

PODACI O IZRAĐIVAČIMA (PROJEKTANTI) STUDIJE UTJECAJA NA OKOLIŠ:

Studiju utjecaja na okoliš planiranih nuklearnih blokova izradila je tvrtka MVM ERBE Zrt.

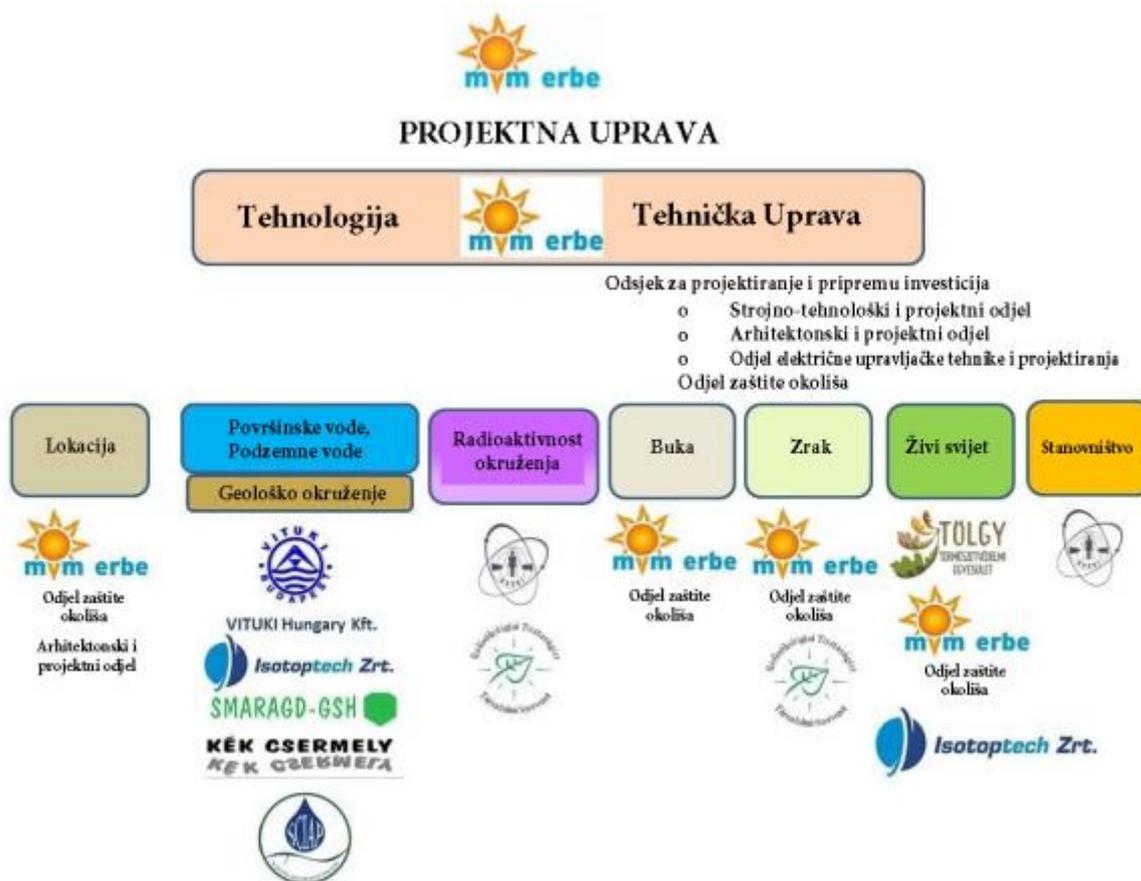
Naziv projektnog ureda: MVM E RBE ENERGETIKA Mémőiroda Zártkörűen Működő Részvénytársaság (MVM ERBE ENERGETIKA Inženjerski ured d.d.)
Službeni skraćeni naziv projektnog ureda: MVM ERBE Zrt.
Sjedište projektnog ureda: 1117 Budapest Budafoki út 95.
Matični broj projektnog ureda: 01-10-045821
Voditelj projektnog ureda: Farkas Dohán – generalni direktor

Osnove za izradu ispitivanja utjecaja na okoliš i sustava tehničkih uvjeta za odobrenje planiranih nuklearnih blokova čine osnovni tehnički podaci i razrađena tehnička rješenja dobivena temeljem najvećih vrijednosti emisija koje opterećuju okoliš, kao što su prethodno dobiveni podaci od dobavljača blokova, publicirani podaci atomskih elektrana u izgradnji, odnosno javne baze podataka i prezentacije, te referentni podaci već izgrađenih sličnih blokova. Smještaj zgrada i objekata na situacijskom planu temelji se na tehnološkoj promišljenosti, uzimajući u obzir tehnološke jedinice koje zahtijevaju najviše prostora. Osnovne tehničke podatke izradio je MVM ERBE Zrt. (u daljnjem tekstu: ERBE).

Procjena utjecaja na okoliš nuklearne elektrane obuhvaća mnoge oblasti, vrlo je složena zadaća koja iziskuje strukovnu suradnju širokog spektra.

U tom cilju, u osnovnu procjenu postojećeg stanja u Paksu, zatim u izradu programa procjene utjecaja na okoliš i sastavljanje studije o utjecaju na okoliš ERBE je uključilo strukovno priznate i kvalificirane strukovne kooperante koji raspolažu potrebitim referencama.

Prikaz sustava međusobne suradnje strukovnih organizacija po strukovnim područjima:



Sadržaj

1	OSNOVNE INFORMACIJE O PLANIRANOM PROŠIRENJU	14
1.1	Pripremni radovi planirane investicije	14
1.1.1	Projekt Teller	14
1.1.2	Projekt Lévai	14
1.1.3	Projektno društvo MVM PAKS II. Atomerőmű Fejlesztő Zrt. (MVM Paks II zatvoreno dioničko društvo za proširenje nuklearne elektrane).....	15
1.1.4	Regulativne potpore.....	15
1.1.5	Odabir vrste blokova.....	15
1.2	Općeniti prikaz ishoda dozvola za nove nuklearne blokove	16
1.3	Stanje postupka ishoda dozvole planiranih novih blokova	18
1.3.1	Dokumentacija za prethodnu konzultaciju (DPK) glede 5 mogućih tipova blokova	18
1.3.2	Studija utjecaja na okoliš (SUO) Nuklearne elektrane Paks II	21
1.3.3	Obavještajne djelatnosti društva MVM Paks II Zrt.	25
2	PROGNOZA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE U MAĐARSKOJ.....	26
2.1	Prognoza domaće potrebe za električnom energijom do 2030. Godine	26
3	OPĆI PRIKAZ NUKLEARNE ENERGETIKE	27
3.1	Proizvodnja električne energije u nuklearnim elektranama u svijetu	27
3.2	Opći prikaz reaktora s vodom pod tlakom (PWR).....	28
3.2.1	Proces proizvodnje električne energije u blokovima s PWR reaktorima	28
3.2.2	Tipični objekti blokova tipa PWR	29
4	NUKLEARNA SIGURNOST	30
4.1	Osnovna načela nuklearne sigurnosti	30
4.2	Zahtjevi nuklearne sigurnosti.....	35
4.3	Međunarodna skala nuklearnih događaja	38
5	KARAKTERIZIRANJE PLANIRANE LOKACIJE ZA IZGRADNJU.....	41
5.1	Mjesto izgradnje Paks II unutar lokacije Nuklearne elektrane Paks.....	42
5.2	Infrastrukturalna povezanost gradilišta.....	43
5.3	Nuklearna elektrana Paks i njeni prateći objekti.....	44
5.3.1	Nuklearna elektrana Paks.....	44
5.3.2	Podstanica napona 400 kV	46
5.3.3	Privremeno skladište istrošenih gorivih elemenata (KKÁT)	46
5.4	Sustavi monitoringa u okolici Nuklearne elektrane Paks	48
5.4.1	Kontrola konvencionalnih pokazatelja stanja okoliša.....	48
5.5	Pogonski sustav praćenja radioaktivnosti u okolišu (PSPRO – mađarski: ÜKSER).....	49
5.6	Službeni sustav praćenja radioaktivnosti u okolišu (SSPRO – mađarski: HAKSER).....	53
5.7	Državni sustav praćenja radioaktivnosti u okolišu (DSPRO – mađarski: OKSER).....	55
5.8	Sažetak karakteristika, odnosno pogodnosti lokacije u Paksu.....	57
6	MOGUĆI NAČINI HLAĐENJA KONDENZATORA NOVIH BLOKOVA ELEKTRANE	58
6.1	Potrebe i mogućnosti hlađenja kondenzacijskih elektrana za proizvodnju električne energije.....	58
6.2	Pravni okvir, granične vrijednosti toplinskog opterećenja vodnog okoliša.....	58
6.2.1	Opća regulativa toplinskog opterećenja vodnog okoliša	59
6.2.2	Regulativa za toplinsko opterećenje od nuklearnih elektrana	59

6.3	Mogući načini hlađenja na lokaciji u Paksu	60
6.3.1	Hlađenje svježom vodom.....	60
6.3.2	Hlađenje pomoću rashladnih tornjeva	63
6.3.3	Analiza profitabilnosti načina hlađenja svježom vodom i rashladnim tornjem.....	65
7	OSNOVNI PODACI I KARAKTERISTIKE NUKLEARNE ELEKTRANE PAKS II PLANIRANE NA LOKACIJI U PAKSU.....	66
7.1	Razvoj ruskih VVER blokova	66
7.2	Karakteristike ruskih blokova planiranih na lokaciji u Paksu.....	67
7.2.1	Glavni tehnički parametri	67
7.2.2	Sigurnosni ciljevi i projektna rješenja	68
7.3	Gorivo	68
7.4	Primarni krug	69
7.5	Sekundarni krug	69
7.6	Rashladni sustavi	69
7.6.1	Crpljenje dunavske vode	70
7.6.2	Sustav rashladne vode kondenzatora	70
7.6.3	Sustav tehnološke rashladne vode (sekundarnog kruga).....	71
7.6.4	Sigurnosni sustav rashladne vode.....	71
7.6.5	Vodotehnički objekti sustava vodenog hlađenja	73
7.7	Pomoćni sustavi, pomoćni objekti.....	75
7.7.1	Desalinizirana voda	75
7.7.2	Tehnološka otpadna voda	76
7.7.3	Otpadna voda sigurnosnih rashladnih tornjeva.....	77
7.7.4	Pitka voda - komunalna otpadna voda	77
7.7.5	Padalinska voda	78
7.7.6	Voda za gašenje požara	78
7.7.7	Pretakanje i smještaj kemikalija	78
7.7.8	Dizel generatori.....	79
7.7.9	Pomoćni kotao.....	79
7.7.10	Instalacije.....	79
7.7.11	Sustav komprimiranog zraka	79
7.7.12	Sustav toplinske energije za grijanje	79
7.8	Upravljačka tehnika	80
7.9	Električni sustavi	80
7.10	Građevinarstvo	81
7.10.1	Razine temeljenjaplaniranih blokova	81
7.10.2	Situacijski plan Nuklearne elektrane Paks II	81
7.10.3	Karakteristike zgrada, objekata Paksall.....	83
7.10.4	Vizualizacija Paks II	84
7.11	Kriteriji za usvajanje pogonskih stanja.....	87
7.11.1	Normalni pogon	87
7.11.2	Događaji koji spadaju u projektnu osnovu	87
7.11.3	Važeći međunarodni i mađarski propisi za događaje koji nisu predviđeni projektom.....	87
7.11.4	Mjerodavna događaji	88
7.12	Karakteristike izgradnje Paksall.....	89
7.12.1	Područja gradnje Paks II i povezanih postrojenja	89
7.12.2	Planirane faze izgradnje Paksall	89
7.12.3	Dinamički plan izgradnje Paksall.....	90
7.12.4	Potreba za radnom snagom tijekom gradnje	90

7.13	Karakteristike rada Paksall	91
7.13.1	Planirani dinamički plan rada Paksall	91
7.13.2	Potreba za radnom snagom tijekom rada novih nuklearnih blokova	91
7.13.3	Karakteristike rukovođenja radom novih nuklearnih blokova	92
7.13.4	Godišnja bilanca materijala i energije novih nuklearnih blokova	92
7.14	Dekomisija novih nuklearnih blokova.....	94
7.14.1	Strategija za razgradnju novih nuklearnih blokova	94
7.14.2	Troškovi i financiranje radova dekomisije	94
8	PRIKLJUČENJE (UMREŽAVANJE) NA ELEKTROENERGETSKI SUSTAV MAĐARSKE.....	94
8.1	Mogućnost priključenja novih blokova na elektroenergetski sustav Mađarske.....	94
8.2	Lokacije nove podstanice 400 / 120 kV za Paks II.....	95
8.3	Vodovi blokova 400 kV i dalekovod 120 kV	95
8.3.1	Vodovi blokova 400 kV	96
8.3.2	120 kV dalekovod	98
8.3.3	Zajednički sigurnosni pojas.....	99
8.3.4	Gradnja dalekovoda.....	99
9	POTENCIJALNI UTJECAJNI FAKTORI I RECEPTORI (PODRUČJA UTJECAJA) NUKLEARNE ELEKTRANE PAKS II.....	100
9.1	Potencijalni utjecajni faktori	100
9.2	Receptori	101
9.3	Matrice potencijalnih utjecaja.....	101
10	DRUŠTVENO-EKONOMSKI UTJECAJI PROŠIRENJA U PAKSU.....	104
10.1	Ekonomski utjecaji, uvjeti.....	104
10.2	Društveni međuodnosi, sustav uvjeta	105
11	SADAŠNJI I OČEKIVANI VREMENSKI UVJETI U KRUGU OD 30 KM OKO PAKSA	107
11.1	Karakterizacija klime područja oko Paksa u krugu od 30 km.....	107
11.2	Klimatske promjene u XXI. stoljeću u regiji Paksa temeljem klimatskih modela.....	108
11.2.1	Raspoloživi modeli.....	108
11.2.2	Obrada raspoloživih rezultata modela glede prosječnih vremenskih uvjeta za okolicu Paksa u krugu od 30 km.....	110
12	OČEKIVANI UTJECAJI PLANIRANOG PROŠIRENJA I OKOLIŠNIH UVJETA NA TEMPERATURU VODE DUNAVA, IZLOŽENOST POPLAVAMA, SIGURNOST CRPLJENJA RASHLADNE VODE I PROMJENE KORITA	112
12.1	Utjecaj izgradnje Paksa II na Dunav	112
12.1.1	Utjecaj izgradnje Paksa II na prostor toka Dunava i na procese promjene korita	113
12.1.2	Ispuštanje pročišćenih komunalnih otpadnih voda tijekom izgradnje.....	114
12.2	Utjecaj pogona Paksa II na Dunav.....	116
12.2.1	Mjerodavna pogonska stanja.....	116
12.2.2	Opis očekivanih promjena na temelju analize brzinskog polja protoka.....	116
12.2.3	Ispitivanje očekivanih utjecaja planiranog proširenja na promjene u koritu Dunava	123
12.2.4	Povrat zagrijane rashladne vode u Dunav	129
12.2.5	Ispuštanje pročišćene komunalne otpadne vode za vrijeme pogona	134
12.2.6	Ispitivanje utjecaja ekstremnih dunavskih prirodnih i umjetnih okolnosti na izloženost lokacije poplavama i na sigurnost crpljenja rashladne vode	135

12.3	Očekivani utjecaji na Dunav pri razgradnji Paksa II	139
13	ISPITIVANJE KVALITETE VODE DUNAVA I DRUGIH POVRŠINSKIH VODA PREMA OKVIRNOJ DIREKTIVI O VODAMA (ODV).....	139
13.1	Ispitivanja osnovnog stanja.....	141
13.1.1	Vrednovanje podataka iz državne arhive o ispitanoj dionici Dunava	143
13.1.2	Osnovno stanje ispitane dionice Dunava (od rkm 1560.6 do rkm 1481.5).....	147
13.2	Utjecaji investicije Paks ii na živi svijet Dunava	154
13.3	Vrednovanje investicije paks ii s gledišta Plana upravljanja riječnim slivovima (PURS)	159
14	GEOLOŠKA SREDINA I PODZEMNE VODE NA LOKACIJI I NJENOM NEPOSREDNOM OKRUŽENJU	160
14.1	Glavni procesi protjecanja podzemnih voda u okolici lokacije	161
14.2	Utjecaj gradnje i pogona Paksa II na geološku sredinu, odnosno na podzemne vode.....	162
14.3	Pogonske smetnje, havarije	164
15	GEOLOŠKA STRUKTURA, PODZEMNE VODE U DOLINI DUNAVA.....	165
16	BUKA I VIBRACIJE.....	168
16.1	Mjerenja stanja izloženosti buci i vibracijama	168
16.2	Utjecaj i područje utjecajagradnje Paksa II	168
16.3	Utjecaj i područje utjecaja tijekom pogona Paksa II.....	170
16.4	Cjelokupno područje utjecaja tijekom pogona Paksa II.....	172
16.4.1	Utjecaj i područje utjecaja istodobnog rada Paksa II i Nuklearne elektrane Paks	172
16.4.2	Utjecaj i područje utjecaja havarija	173
16.5	Utjecaj i područje utjecaja dekomisije (razgradnje)	174
17	ZRAK.....	174
17.1	Ispitivanja stanja.....	174
17.2	Izravni utjecaji i područje utjecaja izgradnje i rada Paksa II.....	176
17.3	Izravni utjecaji i područje utjecaja gradnje.....	176
17.4	Sažetak	178
18	ŽIVI SVIJET-EKOSUSTAV	178
18.1	Vegetacija i floristička svojstva okruženja elektrane	178
18.2	Područja Natura 2000u krugu od 10 kmod elektrane	182
18.3	Utjecaj Paksall na biljni svijet.....	183
18.3.1	Utjecaj i područje utjecaja gradnje	183
18.3.2	Utjecaj i područje utjecaja rada elektrane.....	184
18.3.3	Utjecaj i područje utjecaja dekomisije (razgradnje).....	185
18.4	Utjecaj Paksa II na životinjski svijet.....	185
18.4.1	Utjecaj i područje utjecaja gradnje	185
18.4.2	Utjecaj i područje utjecaja tijekom pogona.....	189
18.4.3	Utjecaj i područje utjecaja dekomisije.....	191
19	NERADIOAKTIVNI OTPAD	191
19.1	Vrste i količine otpada.....	191
19.2	Prikupljanje, odlaganje, reciklaža i neutraliziranje otpada.....	192
19.3	Utjecaji i područja utjecaja	193
19.3.1	Izravni utjecaji.....	193

19.3.2	Posredni utjecaji	193
19.3.3	Prekogranični utjecaji na okoliš	193
20	RUKOVANJE I ODLAGANJE RADIOAKTIVNOG OTPADA I ISTROŠENIH GORIVNIH ELEMENATA.....	193
20.1	Definicija radioaktivnog otpada	193
20.2	Svojstva istrošenih gorivnih elemenata	194
20.3	Opći propisi o radioaktivnom otpadu	195
20.3.1	Kruti radioaktivni otpad niske i srednje aktivnosti	195
20.3.2	Kruti otpad visokog aktiviteta	195
20.3.3	Tekući radioaktivni otpad	196
20.4	Opći propisi za gorivne elemente.....	196
20.5	Očekivani utjecaji gradnje	196
20.6	Očekivani utjecaji rada elektrane	197
20.6.1	Radioaktivni otpad	197
20.6.2	Istrošeni gorivni elementi	197
20.6.3	Očekivani utjecaji i područje utjecaja rada reaktora	199
20.6.4	Utjecaj i područje utjecaja istodobnog rada Paksa II i Nuklearne elektrane paks	200
20.6.5	Utjecaji događaja koji spadaju u projektnu osnovu	200
20.7	Očekivani utjecaji razgradnje	200
21	RADIOAKTIVNOST OKOLIŠA – IZLOŽENOST ZRAČENJU STANOVNIŠTVA U OKRUŽENJU LOKACIJE... 201	201
21.1	Radioaktivnost okoliša u krugu od 30 km oko nuklearne elektrane	201
21.2	Zdravstveno stanje stanovništva u ispitivanom okruženju polumjera 30 km	206
21.3	Trenutačna izloženost zračenju stanovništva u krugu od 30 km od elektrane	208
21.4	Utjecaj građenja Paksa II na opterećenje stanovništva zračenjem u okruženju lokacije	211
21.5	Utjecaj rada Paksa II na opterećenje stanovništva zračenjem u okruženju lokacije	211
22	IZLOŽENOST ŽIVOG SVIJETA ZRAČENJU	221
23	MJERE USMJERENE NA SPRJEČAVANJE NESREĆA S POSLJEDICAMA PO OKOLIŠ, ODNOSNO NA UBLAŽAVANJE POSLJEDICA PO OKOLIŠ U SLUČAJU NASTUPANJA TAKVIH NESREĆA	225
24	SAŽETAK	226
	POPIS LITERATURE	232

Popis slika

Slika 1. Postupak ishoda dozvola nuklearne elektrane	17
Slika 2. Ispitivana područja navedena u DPK (10 km, 30 km) [1]	18
Slika 3. Različita područja ispitivana postupkom PUO [2], [3]	25
Slika 4. Očekivane promjene u neto potrošnji električne energije do 2030. [2-1]	26
Slika 5. Prostorni raspored nuklearnih elektrana u svijetu [4]	27
Slika 6. Prostorni raspored nuklearnih elektrana u Europi [5]	27
Slika 7. Opća shematska struktura PWR reaktora (6)	28
Slika 8. Inženjerske barijere blokova nuklearnih elektrana [7]	32
Slika 9. Presjek dvostijenskog kontejnmenta	32
Slika 10. Vanjski kontejnment pruža zaštitu od vanjskih utjecaja [7]	33
Slika 11. Hijerarhija zaštitnih barijera, razina dubinske zaštite i intervencija [8]	34
Slika 12. Međunarodna skala za nuklearne i radiološke događaje (INES)	38
Slika 13. Pregledna karta lokacije u Paksu [13]	41
Slika 14. Lokacija u Paksu s označenim mjestom planirane nove elektrane	42

Slika 15. Mjesto planiranih blokova [14]	43
Slika 16. Pogled na Nuklearnu elektranu Paks i njezinih blokova blizanaca (13)	44
Slika 17. Nuklearna elektrana i prateći objekti na lokaciji u Paksu [15].....	44
Slika 18. Presjek istok-zapad kroz Nuklearnu elektranu Paks [16].....	45
Slika 19. Sigurnosni pojas oko Nuklearne elektrane Paks [15]	46
Slika 20. presjek kroz KKÁT [15]	47
Slika 21. Sigurnosni pojas oko KKÁT [15]	48
Slika 22. Prostorni raspored sustava monitoringa radioaktivne emisije i okoliša Nuklearne elektrane Paks [17]	49
Slika 23. Struktura sustava monitoringa radioaktivne emisije i okoliša Nuklearne elektrane Paks [18]	50
Slika 24. Raspored postaja za daljinska mjerenja stanja okoliša tipa „A” i „G” oko Nuklearne elektrane Paks [19].....	52
Slika 25. Službene mjerne točke u krugu od 30 km oko Nuklearne elektrane Paks [20].....	54
Slika 26. Promjene maksimalnih i minimalnih vrijednosti prosječne dnevne brzine doze gama zračenja na razini države u 2012. godini [22]	56
Slika 27. Dnevne brzine doze izmjerene u postajama za kontrolu okoliša oko Nuklearne elektrane Paks u 2012. godini.	57
Slika 28. Mokri rashladni toranj s prirodnim strujanjem, najveće dozvoljene visine od 100 m - vizualizacija (ptičja perspektiva i bočni izgled).....	65
Slika 29. Mokri rashladni tornjevi s prirodnim strujanjem i dodatnom ventilacijom – vizuelni plan (ptičja perspektiva i bočni izgled)	65
Slika 30. Hibridni rashladni tornjevi, varijanta s dodatnom ventilacijom – vizuelni plan (ptičja perspektiva i bočni izgled).....	65
Slika 31. Ruski VVER blokovi koji su u izgradnji ili su uplanu [7]	67
Prikaz 32. Situacijski plan postojećeg objekta za disipaciju enrgije i druge, nove točke ulijevanja	74
Slika 33. Raspored vodotehničkih objekata u Csámpi [33].....	78
Slika 34. Situacijski plan Paks II –pregledna karta	82
Slika 35. Raspored zgrada i objekata Paksa II na situacijskom planu.....	83
Slika 36. Planirani blokovi i 400 kV dalekovod iz ptičje perspektive – s jugozapada	85
Slika 37. Planirani blokovi i 400 kV dalekovod,u visini očiju– s jugozapada.....	85
Slika 38. Planirani blokovi i 400 kV dalekovod iz ptičje perspektive – sa sjeverozapada.....	86
Slika 39. Planirani blokovi i 400 kV dalekovod u visini očiju– sa sjeverozapada.....	86
Slika 40. Dijagram rasporedaradne snage nalokaciji, primijenjen u proračunima [33], [37], [38]	91
Slika 41. Trasa vodova blokova između Nuklearne elektrane Paks II i Podstanice Paks II (2. lokacija)	96
Slika 42. Martonvásár-Győr 400 kV zračni vod sa stupovima tipa „FENYŐ”.....	97
Slika 43. Pécs-Državna granica, 400 kV zračni vod sa stupovima tipa „FENYŐ”, dalekovodni koridor	97
Slika 44. 400 kV zračni vod Martonvásár-Győr, montaža stupa.....	100
Slika 45. Model ALADIN-Climate s rezolucijom 25 km (cijela slika) i 10 km (uokvireno polje)	109
Slika 46. REMO model s rezolucijom 25 km.....	109
Slika 47. Točke mreže modela ALADIN-Climate (crne) i REMO (crvene) u okolici Nuklearne elektrane Paks (zeleno).....	110
Slika 48. Godišnji hod srednjih mjesečnih temperatura (°C) prema mjerenjima iz perioda 1961-1990. (siva linija), odnosno očekivani godišnji hod na temelju dva modela (°C; obojeni pojasevi predstavljaju interval nesigurnosti) u području Paksa	111
Slika 49: Godišnji hod padalina (mm) prema mjerenjima iz perioda 1961-1990. godine (siva linija), odnosno očekivani godišnji hod na temelju dva modela (mm; obojeni pojasevi predstavljaju interval nesigurnosti) u području Paksa.	112
Slika 50. Računato brzinsko polje u okolici ušća toplovodnog i hladnovodnog kanala, u slučaju dugogodišnjeg srednjeg protoka Dunava od 2.300 m ³ /s i crpljenja rashladne vode 100 m ³ /s – Nuklearna elektrana Paks samostalno	113
Slika 51. Računato brzinsko polje u okolici ušća toplovodnog i hladnovodnog kanala, u slučaju dugogodišnjeg srednjeg protoka Dunava od 2.300 m ³ /s i crpljenja rashladne vode 100 m ³ /s (Nuklearna elektrana Paks – stanje tijekom izgradnje Paksa II).....	114
Slika 52. Raspored apsolutnih brzina strujanja [m/s] na potezu Dunava od rkm 1519 do rkm 1530 – Nuklearna elektrana Paks, ekstremno visoki vodostaj ($Q_{20.000godina} = 14.799$ m ³ /s, crpljenje vode 100 m ³ /s) – Nuklearna elektrana Paks samostalno – s koordinatama EOV (Jedinstveni državni projekcijski sustav Mađarske)	118
Slika 53. Raspored apsolutne brzine strujanja [m/s] na potezu Dunava od rkm 1519 do rkm 1530 – mjerodavni normalni pogon, ekstremni protok vode ($Q_{20.000godina} = 14.799$ m ³ /s, crpljenje vode 100 m ³ /s) – Nuklearna elektrana Paks zajedno s Paksom II – s koordinatama EOV.....	119
Slika 54. Prikaz statičke poplave u slučaju vodostaja Dunava na 96,90 n.v.B.	120
Slika 55. Prikaz statičke poplave uslijed vodostaja Dunava na 96,30 m n.v.B.	120
Slika 56. Raspored apsolutnih brzina strujanja [m/s] na potezu Dunava od rkm 1519 do rkm 1530 – Nuklearna elektrana Paks samostalno, ekstremno nizak vodostaj ($Q_{20.000godina} = 579$ m ³ /s, crpljenje vode 100 m ³ /s) s koordinatama EOV	121

Slika 101. Hod godišnjih doza djece u Čampi (kritična skupina) uslijed emisije iz dimnjaka elektrane	209
Slika 102. Opterećenje zračenjem uslijed tekuće emisije Nuklearne elektrane Paks glede dječjeg (1-2 godine) i odraslog uzrasta u Gerjenu	210
Slika 103. Područje utjecaja normalnog pogona Paks II: krug polumjera od 500 m u sigurnosnoj zoni od 500 m.....	219
Slika 104. Načelna struktura preporučenog sustava monitoringa radioaktivnosti u okolišu Paks II.	220
Slika 105. Zbirno područje utjecaja gradnje Paks II	228
Slika 106. Zbirno područje utjecaja gradnje Paks II s administrativnim granicama	229
Slika 107. Zbirno područje utjecaja tijekom pogona Paks II	230
Slika 108. Zbirno područje utjecaja rada Paks II s administrativnim granicama.....	231

Popis tablica

Tablica 1. Upravna tijela koja su dala primjedbe na DPK.....	19
Tablica 2. Zemlje upitane tijekom međunarodnog postupka	20
Tablica 3. Teme pitanja postavljenih u međunarodnom postupku.....	21
Tablica 4. Pet međusobno povezanih razina dubinske zaštite	31
Tablica 5. Naziv pojedinih pogonskih stanja i klasifikacija prema učestalosti, za nove blokove.....	37
Tablica 6. Opći kriteriji za klasifikaciju nuklearnih događaja. [12].....	39
Tablica 7. Primjeri za ilustraciju kriterija INES primijenjenih za klasifikaciju događaja u nuklearnim postrojenjima [12].....	40
Tablica 8. <i>Iskorištenost ograničenja doze koja vrijedi za lokaciju Nuklearne elektrane Paks – 2013 [19].</i>	53
Tablica 9. Granične vrijednosti zagađenosti voda za ribe	59
Tablica 10. Tehnički podaci sustava mokrih rashladnih tornjeva	64
Tablica 11. Glavni tehnički parametri blokova tipa VVER- 1200 [13], [30], [31]	68
Tablica 12. Projektna rješenja za postizanje cilja i postupci za smanjenje posljedica [13], [30].....	68
Tablica 13. Količine iscrpljene dunavske vode u slučaju rada sigurnosnog rashladnog sustava svježom vodom,	70
Tablica 14. Količine vode u rashladnom sustavu kondenzatora.....	70
Tablica 15. Količine tehnološke rashladne vode [32]	71
Tablica 16. Količine sigurnosne rashladne vode	71
Tablica 17. Količine dodatne vode sigurnosnog rashladnog sustava u slučaju primjene rashladnih tornjeva.....	72
Tablica 18. Količine sigurnosne rashladne vode u slučaju hlađenja svježom vodom	72
Tablica 19. Vodna bilanca pripreme rezervne vode u normalnom pogonu	76
Tablica 20. Količina tekućeg radioaktivnog otpada primarnog kruga [32]	76
Tablica 21. Količina tekućeg otpada turbinske zgrade	77
Tablica 22. Maksimalna količina otpadne vode zbog odmuljavanja sigurnosnih rashladnih tornjeva	77
Tablica 23. Skladištenje kemikalija u pogonskom periodu	79
Tablica 24. Kriterij za usvajanje – normalni pogon [30]	87
Tablica 25. Kriterij za usvajanje – događaji koji spadaju u projektnu osnovu [30].....	87
Tablica 26. Važeći međunarodni i mađarski propisi za događaje kojim nisu predviđeni projektom	88
Tablica 27. Dinamički plan izgradnje blokova Paks II.....	90
Tablica 28. Godišnji energetske podaci	92
Tablica 29. Materijalna i energetska bilanca rada Paks II	93
Tablica 30. Dozvoljene jakosti električnog polja i magnetne indukcije	98
Tablica 31. Izmjerene vrijednosti jakosti električnog polja i magnetne indukcije	98
Tablica 32. Sažeta matrica utjecaja, određivanje karakteristika utjecajnih faktora i receptora.....	102
Tablica 33. Sažeta matrica utjecaja, određivanje klasičnih i radioloških utjecaja	103
Tablica 34. Karakteristike obavljenih pokusa s regionalnim klimatskim modelima ALADIN-Climate i REMO	110
Tablica 35. Projektni pokus planiran modelima ALADIN-Climate i REMO	110
Tablica 36. Određivanje morfodinamičkog i protočnog područja utjecaja u odnosu na postojeće stanje	129
Tablica 37. Vrijednosti ispuštanja (Q m ³ /s) u slučaju ostvarenja planiranog proširenja, pri najvećoj očekivanoj godišnjoj temperaturi Dunava (T _{Dunav} , °C) u mjerodavnim pogonskim terminima.....	129
Tablica 38. Duljine razdoblja, trajnost prekoračenja granične vrijednosti (2032.) – Nuklearna elektrana Paks + Paks II.	133
Tablica 39. Duljine razdoblja, trajnost prekoračenja granične vrijednosti (2085.) – Paks II. samostalno	133
Tablica 40: Najveće promjene temperature Dunava na južnoj državnoj granici, T _{Topla voda} = 33 °C (mjerodavna stanja u 2014., 2032. i 2085. godini)	134
Tablica 41. <i>Najveće promjene temperature Dunava na južnoj državnoj granici, $\Delta T_{\text{Toplinska stepenica}} = 8 \text{ }^\circ\text{C}$ (mjerodavna stanja u 2014., 2032. i 2085. godini)</i>	134

Tablica 42. Očekivano trajanje prekoračenja nekih važnijih stupnjeva zaštite u slučaju najnepovoljnije poplave (96,30 m n.v.B.) u okruženju Nuklearne elektrane Paks	136
Tablica 43. Popis fizičkih i kemijskih elemenata koji se odnose na Dunav s grupama kvalitete vode prema ODV	141
Tablica 44. Ispitani profili Dunava i njihove ostale karakteristike	142
Tablica 45. Prosječne vrijednosti ispitivanja osmorne mreže u periodu 2007-2011. godine s ocjenjivanjem prema kriterijima ODV-a	145
Tablica 46. Ocjenjivanje stanja vodnog tijela HURWAEP444 Dunava između Szoba i Baje (tip 24.) prema ODV-u	145
Tablica 47. ODV kvalifikacija uzvodne dionice Dunava po fizičko-kemijskim parametrima (od rkm 1560.6 do rkm 1533.5)	149
Tablica 48: Kvalificiranje neposrednog nizvodnog dijela Dunava (od rkm 1526 do rkm 1516) fizičko-kemijskim parametrima po ODV	151
Tablica 49. Kvalificiranje udaljene nizvodne dionice Dunava (od rkm 1560.6 do rkm 1481.5) fizičko-kemijskim parametrima po ODV-u	152
Tablica 50. Kvalifikacija ispitane dionice Dunava (HURWAEP444) po kriterijima ODV-a	153
Tablica 51. Potencijalni utjecajni faktori u vezi s investicijom Paks II	154
Tablica 52. Sažeto vrednovanje mjerenja stanja u 2012. godini	176
Tablica 53. Utjecaji probnog rada dizel generatora	178
Tablica 54. Izravni utjecaj na kvalitetu zraka istodobnog rada Paksa II i Nuklearne elektrane Paks	178
Tablica 55. Procijenjena količina zemlje iskopane na gradilištu tijekom izgradnje Paksa II	191
Tablica 56. Procijenjena količina otpada koja nastaje tijekom rada Paksa II	192
Tablica 57. Procijenjena količina otpada nastala tijekom istodobnog rada Nuklearne elektrane Paks i Paksa II	192
Tablica 58: Količina istrošenog goriva po bloku, nastalog tijekom cijelog radnog vijeka	195
Tablica 59. Procijenjena godišnja količina nastalog radioaktivnog otpada po blokovima [40]	197
Tablica 60. Značajni međusobni utjecaji među staništima i plodnim područjima	202
Tablica 61. Zbirni podaci koncentracije aktiviteta tla	203
Tablica 62. Zbirni podaci koncentracije aktiviteta kravljeg mlijeka	203
Tablica 63. Prosječne vrijednosti brzine doze	204
Tablica 64. Emisije normalnog pogona dvaju blokova (Bq/godina)	212
Tablica 65. Teritorijana raspodjela proračuna emisije	213
Tablica 66. Doze za djecu od 1-2 godine na pojedinim područjima na temelju meteoroloških podataka za 2009-tu, po prijenosnom putu izlaganja (I+II, Sv)	214
Tablica 67. Prisutne doze za odrasle na pojedinim područjima na temelju meteoroloških podataka iz 2009. godine, po prijenosnom putu izlaganja (I+II, Sv)	214
Tablica 68. Rane emisije (Bq)	215
Tablica 69. Kasne emisije (Bq)	216
Tablica 70.: Zbir ukupnih doza projektom predviđenih kvarova (Sv)	216
Tablica 71. Planirane tekuće emisije ruskog bloka tipa VVER 1200 MW (Bq/godina) [30]	217
Tablica 71. Doza stanovništva Gerjena, djece starosne dobi od 1-2 godine i odraslih uslijed godišnje tekuće emisije, po bloku ruskog tipa VVER 1200 MW (nSv/godina)	217
Tablica 73. Ukupna doza Paksa II, Nuklearne elektrane paks i KKÁT-a za maksimalne godine, za djecu od 1-2 godine, Sv	219
Tablica 74.: Ukupna doza Paksa II., Nuklearne elektrane paks i KKÁT-a za maksimalne godine, za odrasle, Sv	219
Tablica 75. Najveći zbirni utjecaj tekućih emisija u naselju Gerjen na godišnjoj razini	219
Tablica 76. Udjela Paksa II i postojećih umjetnih izvora u opterećenju zračenjem dunavskih vodenih živih biča u 2025. godini	222
Tablica 77. Koncentracije aktiviteta na površini i blizu površine od 10-dnevne emisije u ovisnosti o udaljenosti	224
Tablica 78. Koncentracije aktiviteta na površini i blizu površine od 30-dnevne emisije u ovisnosti o udaljenosti	224

POPIS KRATICA

Skraćeni naziv	Puni hrvatski naziv (izvorni naziv)
ÁNTSz OTH	Nacionalna služba za javno zdravlje; Uprava državne službe za javno zdravlje (Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat; Országos Tisztifőorvosi Hivatal)
DBC	Projektna Osnova (Design Basis Conditions)
DdKTF	Inspekcija zaštite okoliša i prirode Južnog Zadunavlja (Dél-dunántúli Környezetvédelmi és Természetvédelmi Felügyelőség)
DdKTVF	Inspekcija zaštite okoliša, prirode i voda Južnog Zadunavlja (Dél-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség)
DDNPI	Uprava Nacionalnog parka Dunav-Drava (Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatóság)
DEC	Pogonska stanja izvan projektne osnove (Design Extension Conditions)
DPK	Dokumentacija za prethodnu konzultaciju
ERBE	Inženjerski ured ERBE ENERGETIKA zatvoreno dioničko društvo (MVM ERBE ENERGETIKA Mérnökiroda Zártkörűen Működő Részvénytársaság; MVM ERBE Zrt.)
EUR	Europski pogonski zahtjevi (European Utility Requirements)
Euratom	Europska zajednica za atomsku energiju (European Atomic Energy Community)
EüM	Ministarstvo zdravstva (Egészségügyi Minisztérium)
FKSZ	Glavna cirkulacijska pumpa
GCR	Reaktor hladen plinom, moderiran grafitom (Gas-Cooled, Graphite-Moderated Reactor)
GM	Ministarstvo gospodarstva (Gazdasági Minisztérium)
IAEA	Međunarodna agencija za nuklearnu energiju (International Atomic Energy Agency)
ICRP	Međunarodna komisija za zaštitu od zračenja (International Commission on Radiological Protection)
IM	Ministarstvo industrije (Ipari Minisztérium)
INES	Međunarodna ljestvica nuklearnih događaja (International Nuclear Event Scale)
IRG	Inertni radioaktivni plin
IRM	Ministarstvo pravosuđa i policije (Igazságügyi és Rendészeti Minisztérium)
KHEM	Ministar prometa, komunikacija i energetike (Közlekedési, Hírközlési és Energiaügyi Miniszter)
KHVM	Ministarstvo prometa, komunikacija i gospodarenja vodom (Közlekedési, Hírközlési és Vízügyi Minisztérium)
KKÁT	Privremeno skladište istrošenog goriva (Kiegett Kazetták Átmeneti Tárolója)
KöM	Ministarstvo zaštite okoliša (Környezetvédelmi Minisztérium)
KPM	Ministarstvo prometa i pošte (Közlekedési és Postaügyi Minisztérium)
KSH NKI	Središnji zavod za statistiku, Institut za društvena istraživanja (Központi Statisztikai Hivatal Népeségtudományi Kutató Intézet)
KvVM	Ministarstvo zaštite okoliša i gospodarenja vodom (Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium)
LKV	Najniži vodostaj
LOCA	Nesreća s potpunim gubitkom rashladne tekućine (Loss of Coolant Accident)
LWGR	Reaktor hladen lakom vodom, moderiran grafitom (Light-Water-Cooled, Graphite-Moderated Reactor)
MAVIR	Mađarsko zatvoreno dioničko društvo za upravljanje sustavom za prijenos električne energije (Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zártkörűen Működő Részvénytársaság)
MBFH	Rudarsko-geološka uprava Mađarske (Magyar Bányászati és Földtani Hivatal)
MEKH	Uprava za energetiku i reguliranje infrastrukture Mađarske (Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal)
MIR	Modernizirani međunarodni reaktor (Modernised International Reactor)
MKEH	Mađarski ured za izdavanje dozvola za trgovanje (Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatal)
MKM	Ministarstvo kulture i obrazovanja (Művelődési és Közoktatási Minisztérium)
MVM Zrt.	MVM Mađarsko zatvoreno dioničko društvo za elektroenergetiku (MVM Magyar Villamos Művek Zártkörűen Működő Részvénytársaság)
MVM Paks II. Zrt.	MVM Paks II zatvoreno dioničko društvo za proširenje nuklearne elektrane (MVM Paks II. Atomerőmű fejlesztő Zártkörűen Működő Részvénytársaság)
NBSz	Pravilnici o nuklearnoj sigurnosti
OAH NBI	Državna uprava za nuklearnu energiju, Uprava za sigurnost (Országos Atomenergia Hivatal Nukleáris Biztonsági Igazgatóság)
OGy	Parlament
OMSz	Nacionalna meteorološka služba
Paksi Atomerőmű	MVM nuklearna elektrana Paks zatvoreno dioničko društvo (MVM Paksi Atomerőmű Zártkörűen Működő Részvénytársaság; MVM Paksi Atomerőmű Zrt.)
Paks II.	Paks II - Novi blokovi planirani na lokaciji nuklearne elektrane u Paksu
PHWR	Reaktor hladen i moderiran teškom vodom pod tlakom (Pressurized Heavy-Water-Moderated and Cooled Reactor)
PPIMN (NBEIT)	Plan preventivnih i interventivnih mjera u slučaju nuklearne nesreće
PSA	Vjerojatnosna sigurnosna analiza (Probabilistic safety assessment)
PUO - SUO	Procjena utjecaja na okoliš – Studija o utjecaju na okoliš
PWR	Reaktor hladen i moderiran lakom vodom pod tlakom (Pressurized Light-Water-Moderated and Cooled Reactor)
rkm	Riječni kilometar
SPIO (ÁVIT)	Sveobuhvatni plan intervencija u slučaju opasnosti (Átfogó Veszélyhelyzet-kezelési és Intézkedési Terv)

TRU	transuranijski element (atomski broj veći od 92 (od atomskog broja uranija))
UN	Ujedinjeni Narodi (United Nations - UN)
VBJ	Konačno sigurnosno izvješće
VER	Elektroenergetski sustav Mađarske (Magyar Villamosenergia-rendszer)
VVER	Reaktor hladen i moderiran vodom (Водо-водяной энергетический реактор)
WANO	Svjetska organizacija operatera nuklearnih elektrana (World Association of Nuclear Operators)
WENRA	Udruženje zapadnoeuropskih nuklearnih regulatora (Western European Nuclear Regulators Association)
ZÜHR	Rashladni sustav za slučaj pogonskih poremećaja u jezgri reaktora

1 OSNOVNE INFORMACIJE O PLANIRANOM PROŠIRENJU

Životni vijek velikih elektrana u domaćem elektroenergetskom sustavu približava se planiranom kraju, a nekima je već planirani životni vijek i istekao. Za djelomičnu nadoknadu očekivanog manjka kapaciteta, imajući u vidu planirani životni vijek postojećih nuklearnih blokova, počela je priprema izgradnje novih nuklearnih blokova.

Cilj investicije u pripremi je da se u svrhu proizvodnje električne energije za javnu potrošnju pored Nuklearne elektrane Paks izgrade dva suvremena bloka s vodom pod tlakom III⁺ generacije, s planiranim puštanjem u pogon 2025. i 2030. godine, u skladu s dinamičkim planom iz Nacionalne energetske strategije, pojedinačne bruto snage od 1.200 MW_e, čiji je očekivani životni vijek najmanje 60 godina, kako bi se dugoročno osiguralo da udio nuklearne energije u proizvodnji električne energije ostane u omjeru od 40%.

Glavni elementi investicije su:

- tehnologija elektrane
- sustav rashladne vode elektrane
- priključenje na javnu elektroenergetsku mrežu Mađarske

1.1 PRIPREMNI RADOVI PLANIRANE INVESTICIJE

1.1.1 PROJEKT TELLER

Prema članku 7. stavak 2. Zakona o nuklearnoj energiji (zakon broj CXVI iz 1996. godine) prije početka pripremnih radova izgradnje novih nuklearnih postrojenja potrebna je prethodna načelna suglasnost Parlamenta. Točkom 12.f odluke Parlamenta br. 40/2008. (17.IV) o energetskej politici za period od 2008. do 2020. godine od Vlade je zatraženo da „počne s radom na pripremi odluke o novim kapacitetima nuklearne elektrane. Nakon izrade strukovne, nacionalne i ekološke osnove neka pravovremeno podnese Parlamentu prijedloge radi donošenja odluke u svezi s nužnošću i uvjetima investicije, tipu i mjestu izgradnje elektrane”.

Projektom Teller izrađenim od strane društva MVM Zrt. obavljena su stručna ispitivanja analizom tehničkih, privrednih, trgovačkih, pravnih i društvenih stajališta. Obavljeno je i ispitivanje ostvarljivosti, prethodna okolišna procjena, odnosno ispitivanje odlaganja istrošenih gorivih elemenata i radioaktivnog otpada. Rezultati ovih zadataka sažeti su u tri dokumenta za pripremu odluke, te je utvrđeno da je najsvrsishodnije rješenje izgradnja moderne nuklearne elektrane s reaktorom s vodom pod tlakom u Paksu, koja nije prototip, negdje već raspolaže s dozvolom za rad, i čiji je životni vijek najmanje 60 godina.

Na temelju stručnih analiza dana 30. ožujka 2009. godine, s 95,4 % glasova za, Parlament je odobrio pokretanje pripremnih djelatnosti za izgradnju novih nuklearnih blokova na lokaciji u Paksu.

1.1.2 PROJEKT LÉVAI

Za izvršenje pripremnih radnji prema odluci Parlamenta, društvo MVM Zrt. je u lipnju 2009. godine izradilo Projekt Lévai. U okviru Projekta Lévai izvršene su sljedeće radnje:

- izrada strateških analiza i ispitivanja u svezi s mogućim načinima financiranja

- izrada prvog nacrt tender dokumentacije za dobavljače
- ispitivanje mogućnosti uključivanja novih blokova u elektroenergetsku mrežu
- ispitivanje varijantnih rješenja opskrbe rashladnom vodom
- pokretanje izrade dokumentacije za prethodnu konzultaciju
- pokretanje ispitivanja potrebnih za izradu studije o utjecaju na okoliš
- priprema sastavljanja zahtjeva za odobrenje lokacije
- procjena potrebe za radnom snagom
- procjena potencijalnih domaćih dobavljača i poduzetnika regije

1.1.3 PROJEKTNO DRUŠTVO MVM PAKS II. ATOMERŐMŰ FEJLESZTŐ ZRT. (MVM PAKS II ZATVORENO DIONIČKO DRUŠTVO ZA PROŠIRENJE NUKLEARNE ELEKTRANE)

Za pripremu izgradnje novih nuklearnih blokova Grupa MVM je 26. lipnja 2012. godine osnovalo društvo pod nazivom MVM Paks II. Atomerőmű Fejlesztő Zártkörűen Működő Részvénytársaság (MVM Paks II Zrt.).

Među najvažnije zadatke projektnog društva spada određivanje okvira buduće investicije, izrada detalja financiranja, te utvrđivanje nužnih tehničkih uvjeta (mogućnosti hlađenja, utjecaji okoliša). Bitan element projektnog rada čini ishođenje ekoloških, lokacijskih, vodoprivrednih i građevinskih dozvola. Projektno društvo se bavi i pitanjima pravne usklađenosti, odnosno ispitivanjem regionalnih privrednih i društvenih utjecaja. Od posebne je važnosti nadalje, zadatak da pri izgradnji nuklearnih blokova Mađarska u što većoj mjeri iskoristi utjecaj projekta na rast nacionalne privrede.

1.1.4 REGULATIVNE POTPORE

Kao rezultat gore iznesenih pripremnih djelatnosti u domaćem regulativnom sustavu pojavilo se više elemenata za održavanje izgradnje novih nuklearnih blokova.

3. listopada 2011. godine Parlament je usvojio **Nacionalnu energetska strategiju** kojom su za sljedeća dva desetljeća određene smjernice razvoja i načina upravljanja do 2050. godine, prema kojima – u namjeri ostvarenja dugoročnih privrednih i ekoloških ciljeva – na duže staze želi zadržati udio nuklearne energije od 40% u domaćoj proizvodnji električne energije.

U cilju ujednačenog razvoja mađarske nuklearne energetike tijekom sljedećih trideset godina, Vlada je odlukom br. 1195/2012. (18.VI.) osnovalo **Vladino povjerenstvo za nuklearnu energiju** za ispitivanje strategijskih pitanja domaće primjene nuklearne energije i njenog razvoja, čiji je predsjednik premijer Vlade Mađarske.

S obzirom na strateški značaj nuklearne energije u domaćoj opskrbi električnom energijom i u garantiranju sigurne opskrbe, odnosno na odredbe Nacionalne energetske strategije usvojene od strane Parlamenta – Vlada je odlukom br. 1196/2012. (18.VI.) realizaciju izgradnje novih nuklearnih blokova na lokaciji Nuklearne elektrane Paks proglasio **projektom od posebnog značaja glede nacionalne privrede, odnosno nužno potrebnim glede sigurnosti opskrbe električnom energijom.**

1.1.5 ODABIR VRSTE BLOKOVA

SPORAZUM IZMEĐU VLADE MAĐARSKE I VLADE RUSIJE

14. siječnja 2014. godine Mađarska Vlada sporazumjela se s Vladom Ruske Federacije o obnovi sporazuma o nuklearnoj suradnji između dviju Vlada sklopljenog desetljećima ranije. Na temelju tog sporazuma, na lokaciji Nuklearne elektrane Paks, u generalnoj izvedbi Nadležne Vlasti Rusije gradit će se dva nova bloka snage po 1.200 MW, za čiju realizaciju Mađarska Vlada dobiva međudržavni kredit od Rusije.

ZAKON BROJ II IZ 2014. GODINE

Parlament je na zasjedanju dana 6. veljače 2014. usvojio sporazum dviju Vlada **zakonom broj II iz 2014. godine** o potvrđivanju Sporazuma o suradnji Mađarske Vlade i Vlade Ruske Federacije o korištenju nuklearne energije u mirne svrhe.

Članak 1. – Predmet suradnje

Sporazumne strane surađuju na održavanju i razvoju kapaciteta Nuklearne elektrane Paks na teritoriju Mađarske, podrazumijevajući i projektiranje, izgradnju, puštanje u pogon te stavljanje van pogona dva nova bloka, s reaktorima tipa VVER (vodom hlađeni, vodom moderirani), instaliranim kapacitetom najmanje 1.000 MW po bloku, za zamjenu blokova 1-4. koji će u budućnosti biti stavljeni van pogona, kako je to i ovim Sporazumom predviđeno.

1.2 OPĆENITI PRIKAZ ISHOĐENJA DOZVOLA ZA NOVE NUKLEARNE BLOKOVE

Proces ishođenja svih dozvola za Nuklearnu elektranu Paks II znači pribavljanje **više tisuća dozvola**. U donjem nabrojanju izdvojili smo samo najvažnije dozvole, naznačujući i izdavatelje dozvola.

Zaštita od radijacije – Nacionalna služba za javno zdravstvo (ÁNTSZ), Uprava državne službe za javno zdravstvo (OTH):

Dozvola ograničenja doze

Zaštita okoliša - Inspekcija zaštite okoliša i prirode Južnog Zadunavlja (DdKTF)

Ekološka dozvola

Vodno pravo – Uprava za zaštitu i spašavanje županije Fejér

Načelna vodopravna dozvola
Vodopravna dozvola za gradnju
Vodopravna dozvola za rad

Nuklearna sigurnost – Državna uprava za nuklearnu energiju

Dozvola za ispitivanje i ocjenjivanje lokacije
Dozvola za lokaciju
Dozvola za gradnju
Uporabna dozvola za objekte i konstrukcije
Dozvole na razini sustava:

- Dozvola za proizvodnju
- Dozvola za nabavku
- Dozvola za montažu
- Odobrenja tipa

Dozvola za stavljanje u pogon
Dozvola za trajni pogon

Energetika

Elektrana – Uprava za energetiku i reguliranje infrastrukture Mađarske

Načelna dozvola za elektranu koja znatno utječe na rad elektroenergetskog sustava
Dozvola za gradnju koju izdaje Uprava za energetiku i reguliranje infrastrukture Mađarske (MEKH)
Dozvola za proizvodnju električne energije koju izdaje MEKH

Priključak na mrežu – (dalekovodi) – Vladin ured za županiju Baranja, Uprava za mjerenja i tehničku sigurnost

Dozvola za pripremne radove
Dozvola za prava služnosti vodova
Dozvola za trajni pogon

Tehnički nadzor – Mađarski ured za izdavanje dozvola za trgovanje

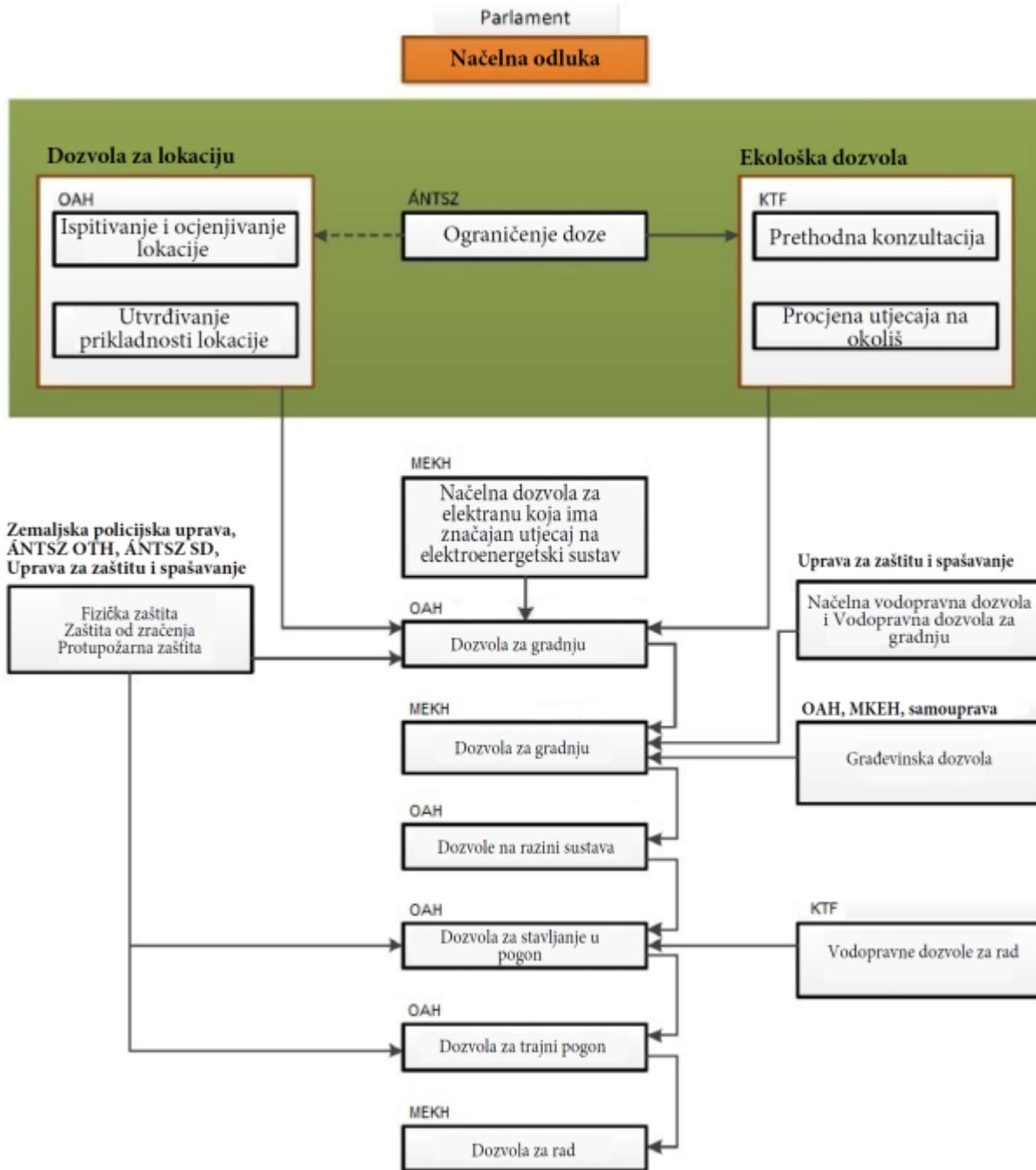
Dozvole za gradnju koje spadaju u nadležnost Mađarskog ureda za izdavanje dozvola za trgovanje (MKEH)
Dozvole MKEH koje treba pribaviti u fazi izgradnje (npr. tlačni uređaji, toplinski dalekovodi, spremnici opasnih tvari)
Uporabne dozvole koje spadaju u nadležnost MKEH

Gradnja – Lokalna samouprava

Građevinske dozvole koje spadaju u nadležnost lokalne samouprave

Daljnja ishodenja dozvola i postupci

- Fizička zaštita
- Postupak prema članku 37. EURATOM-a
- Postupak prema članku 41. EURATOM-a



Slika 1. Postupak ishodenja dozvola nuklearne elektrane

1.3 STANJE POSTUPKA ISHOĐENJA OKOLIŠNE DOZVOLE PLANIRANIH NOVIH BLOKOVA

Na temelju članka 66. stavka 1. Zakona o općim pravilima zaštite okoliša (zakon broj LIII iz 1995. godine) djelatnosti za koje obavezno treba izraditi procjenu utjecaja na okoliš mogu se započeti samo po ishodoj pravosnažnoj dozvoli lokalne nadležne inspekcije za zaštitu okoliša.

Djelatnosti za koje obavezno treba izraditi procjenu utjecaja na okoliš utvrđene su u prilogu br. 1. Vladine uredbe broj 314/2005. (25.XII.) o jedinstvenom postupku procjene utjecaja na okoliš i izdavanja dozvole za korištenje okoliša, gdje je pod točkom 31. upisana nuklearna elektrana, bez ograničenja veličine.

Dakle, preduvjet za izgradnju dva nuklearna bloka snage po 1.200 MW_e je izrada procjene utjecaja na okoliš prema Vladinoj uredbi broj 314/2005. (25.XII.), sažimanje rezultata u studiji utjecaja na okoliš, provođenje postupka ishodoj okolišne dozvole na temelju navedenih radnji, te kao konačan rezultat tog procesa, ishodoj okolišne dozvole.

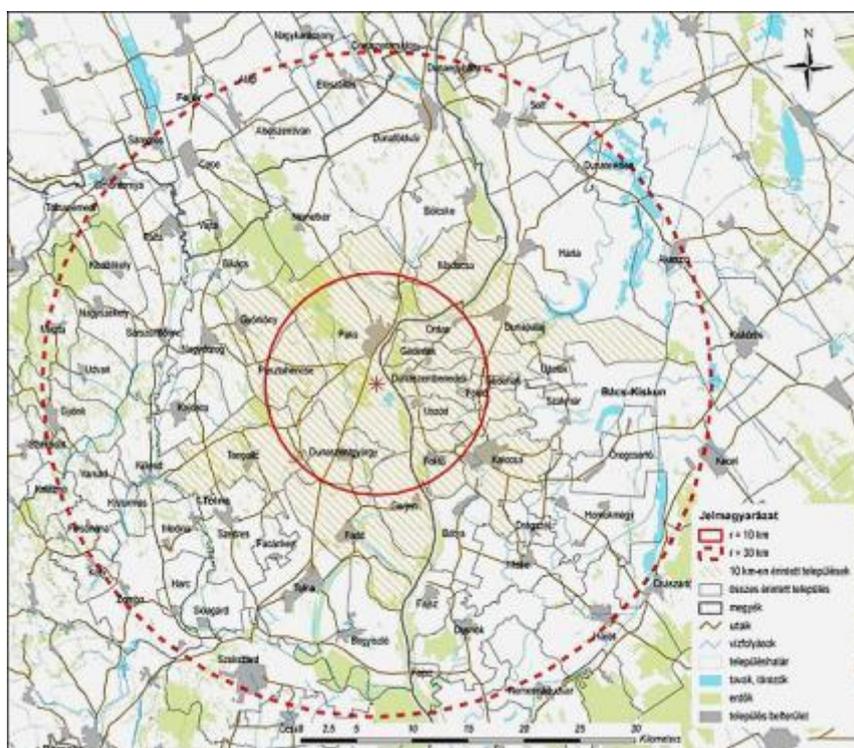
U postupku ishodoj okolišne dozvole za planirane nove nuklearne blokove na lokaciji u Paksu kao nadležno tijelo za izdavanje dozvole na području Nuklearne elektrane Paks određena je Inspekcija zaštite okoliša i prirode Južnog Zadunavlja (u daljnjem tekstu: DdKTF).

1.3.1 DOKUMENTACIJA ZA PRETHODNU KONZULTACIJU (DPK) GLEDE 5 MOGUĆIH TIPOVA BLOKOVA

Postupak ishodoj okolišne dozvole pokrenut je 10. studenog 2012. godine podnošenjem Dokumentacije za prethodnu konzultaciju pod naslovom "MVM Magyar Villamos Művek Zrt. Új atomerőművi blokkok létesítése" ("MVM Magyar Villamos Művek Zrt. Izgradnja novih blokova nuklearne elektrane) radni broj: 6F111121 [1]¹ koju je izradilo društvo PÖYRY ERŐTERV Energetikai Tervező és Vállalkozó Zrt. (PÖYRY ERŐTERV zatvoreno dioničko društvo za projektiranje energetike i za poduzetništvo)

DPK je izrađena na temelju podataka o 5 tipova blokova koji potencijalno mogu biti instalirani na lokaciji u Paksu.

U DPK-u su obavljena ispitivanja obavljena na području polumjera 10 km, odnosno 30 km.



Slika 2. Ispitivana područja navedena u DPK (10 km, 30 km) [1]

Jelmagyarázat	Legenda
10 km-en érintett települések	zahvačena naselja u krugu polumjera 10 km

¹ Ispis DPK s inernet stranice MVM Paks II. Zrt:
<http://www.mvmpaks2.hu/hu/Dokumentumtarolo/EKD-HUN.pdf>
<http://www.mvmpaks2.hu/hu/Dokumentumtarolo/EKD-ENG.pdf>

összes érintett település	sva zahvaćena naselja
megyék	županije
utak	ceste
vízfolyások	vodotoci
településhatár	granica naselja
tavak, tározók	jezera, spremnici
erdők	šume
település belterület	urbanizirani dio naselja

Tijekom postupka provedenog od strane Inspekcije zaštite okoliša i prirode Južnog Zadunavlja (DdKTVF) primjedbe su dala sljedeća upravna tijela:

Upravno tijelo	urudžbeni broj
Strukovno upravno tijelo javnog zdravstva Vladinog ureda županije Tolna	XVII-R-084/01550-2/2012
Odjel za zaštitu kulturne baštine u Szekszardu Upravnog odsjeka Vladinog ureda županije Tolna	II-P-18/184-2/2012
Uprava zaštite bilja i tla Vladinog ureda županije Tolna	26.2/1271-2/2012
Uprava za šumarstvo Vladinog ureda županije Baranya	II-G-033/80611/2012
Glavni državni arhitekta Ureda za graditeljstvo Vladinog ureda županije Baranya	II-D-15/157-2/2012
Uprava rudnika u Pécsu	PBK/3519-2/2012
Okružni bilježnik za Pusztahencse – Györköny	629/2012
Okružni bilježnik za Dunaszentszentgyörgy - Németskér - Gerjen	625-5/2012
Bilježnik općine Bölske	1985-2/2012
Okružni bilježnički ured za općine Zomba, Harc i Medina, Ispostava u Medini	819-2/2012
Bilježnik grada Kalocsa	8350-1/2012/H

Tablica 1. Upravna tijela koja su dala primjedbe na DPK

Do objave Nalaza i mišljenja primjedbe nisu dali:

Okružni zemljišno-knjižni ured u Paksu Vladinog ureda županije Tolna
Državna uprava za nuklearnu energiju
Bilježnik grada Paksa
Okružni bilježnik općina Nagydorog, Bikács, Sárszentlőrinc
Okružni bilježnik općina Kölesd, Kistormás, Kajdacs
Okružni bilježnički ured za općine Foktő i Dunaszentbenedek
Okružni bilježnički ured za općine Géderlak, Ordas és Uszód
Okružni bilježnički ured za općine Harta i Dunatetőtlen
Okružni bilježnički ured za općine Homokmégy i Öregcsertő
Okružni bilježnički ured za općine Szakmár és Újtelek
Okružni bilježnički ured za općine Miske i Drágszél
Okružni bilježnički ured za općine Sióagárd i Fácánkert
Bilježnik općina Bogysiszló, Tengelics, Szedres, Fadd, Pálfa, Madocsa, Dusnok, Dunapataj, Bátya, Fajszy, Vajta, Tolna, Cece, Dunaföldvár, Előszállás

Inspekcija DdKTVF je zamolila za pravnu pomoć od Ureda za ceste, željeznice i plovidbu Nacionalne uprave za promet, zbog dijela koji spada u njegov djelokrug, tražila je mišljenje od Inspekcije zaštite okoliša, prirode i voda Srednjeg Zadunavlja zbog njene teritorijalne nadležnosti, odnosno dostavila zahtjev za davanje izjave Upravi nacionalnog parka Dunav-Drava. Do izdavanja Nalaza i mišljenja dotična tijela nisu dala primjedbe niti izjave.

Javnost

Udruga Energiaklub Szakpolitikai Intézet és Módszertani Központ Egyesület (Udruga energetske kluba, stručno-politički zavod i metodološki centar) je tijekom postupka zatražila da joj se prizna pravni status stranke, i da joj se po toj osnovi omogući uvid i davanje primjedbi u svezi s DPK-om. Na temelju Statuta udruge, DdKTVF je potvrdila pravni status stranke i stavila Udruzi na raspolaganje elektroničku verziju zahtjeva za konzultaciju. Udruga energetske kluba do izdavanja Nalaza i mišljenja nije dala primjedbe u svezi s DPK-om.

Tijekom postupka u svezi s prethodnom konzultacijom od strane javnosti nisu pristigle primjedbe ni inspekciji DdKTVF, niti bilježnicima zahvaćenih naselja.

Uzimajući u obzir sve gore navedeno, DdKTVF je 21. prosinca 2012. godine izdala Nalaz i mišljenje pod ur. brojem 8588-32/2012 u kojem je utvrđeno sljedeće:

- izgradnja planirane nuklearne elektrane spada u djelatnosti za koje obavezno treba izraditi procjenu utjecaja na okoliš

- tijekom prethodne konzultacije u svezi s planiranom investicijom - na temelju dostupnih informacija - inspekcija DdKTVF **nije utvrdila postojanje razloga za odbijanje** zahtjeva za izdavanje okolišne dozvole.
- studiju utjecaja na okoliš treba izraditi prema prilogu 6. i 7. Vladine uredbe br. 314/2005. (25.XII.), odnosno odgovarajući detaljnim sadržajnim zahtjevima utvrđenim od strane DdKTVF.
- strukovna poglavlja studije utjecaja na okoliš mogu izraditi samo strukovne osobe ovlaštene za vještačenje.

DdKTVF je skrenula pažnju da Nalaz i mišljenje sadrži njena vlastita stanovišta od kojih primjedbe upravnih tijela uključenih u postupak mogu odstupati.

Međunarodni postupak

Izgradnja nuklearne elektrane uređena je Vladinom uredbom br. 148/1999. (13.X.) o potvrđivanju Konvencije o procjeni utjecaja na okoliš preko državnih granica, potpisane u Espoo-u (Finska) 26. veljače 1991. godine, odnosno Direktivom broj 85/337/EEZ o procjeni utjecaja određenih javnih i privatnih projekata na okoliš, izmijenjenom i dopunjenom direktivama Europske Zajednice br. 97/11/EZ, 2003/35/EZ i 2009/31/EZ.

U cilju pokretanja međunarodnog postupka – prema Espoo konvenciji - DdKTVF je prosljedila DPK i njene prijevode Odsjeku očuvanja okoliša Ministarstva ruralnoga razvoja (VM), koji je o tom postupku izvjestio 30 zemalja. U sljedećoj tablici prikazane su izvještene zemlje i njihovo stajalište u svezi s postupkom:

Izveštena možebitno uključena strana	Sudjelovanje	Izjava o namjeri o sudjelovanju	Primjedbe
Austrija	Da	želi sudjelovati	poslala primjedbe
Belgija	nema podatka		
Bugarska	nema podatka		
Cipar	Ne	ne želi sudjelovati	
Češka	Da	želi sudjelovati	poslala primjedbe
Danska	nema podatka		
Estonija	Ne	ne želi sudjelovati	
Finska	nema podatka		
Francuska	nema podatka		
Grčka	Da	želi sudjelovati	poslala primjedbe
Holandija	nema podatka		
Hrvatska	Da	želi sudjelovati	poslala primjedbe
Irska	nema podatka		
Poljska	Ne	ne želi sudjelovati	
Latvija	nema podatka		
Litva	nema podatka		
Luksemburg	nema podatka		
Malta	Da	želi sudjelovati	poslala primjedbe
Njemačka	Da	želi sudjelovati	poslala primjedbe
Italija	nema podatka		
Portugal	nema podatka		
Rumunjska	Da	želi sudjelovati	poslala primjedbe
Španjolska	Ne	ne želi sudjelovati	
Švicarska	nema podatka		
Švedska	nema podatka		
Srbija	nema podatka		
Slovačka	Da	želi sudjelovati	poslala primjedbe
Slovenija	Da	želi sudjelovati	nije poslala primjedbe
Ujedinjeno Kraljevstvo	nema podatka		
Ukrajina	Da	želi sudjelovati	nije poslala primjedbe

Tablica 2. Zemlje upitane tijekom međunarodnog postupka

Iz ostalih zemalja pristiglo je približno 15 tisuća pisama, postavljena pitanja i primjedbe u njima mogu se svrstati pod 10 glavnih tema:

Teme	
1	Primjedbe vezane za energetska strategiju
2	Primjedbe u svezi s teškim nesrećama i pogonskim smetnjama
3	Pitanja u svezi s nuklearnom sigurnošću
4	Primjedbe u svezi s odgovornošću za nuklearne štete
5	Prikaz utjecaja na okoliš tijekom cijelog ciklusa goriva
6	Primjedbe na zbrinjavanje radioaktivnog otpada
7	Zbirni utjecaji dvaju nova bloka, odnosno utjecaj nove nuklearne elektrane na staru

8	Primjedbe na sadržaj studije o utjecaju na okoliš
9	Privredna promišljanja
10	Primjedbe po ostalim temama

Tablica 3. Teme pitanja postavljenih u međunarodnom postupku.

Odgovori na određene grupe pitanja nalaze se u Međunarodnom poglavlju.

1.3.2 STUDIJA UTJECAJA NA OKOLIŠ (SUO) NUKLEARNE ELEKTRANE PAKS II

Cilj prethodne procjene utjecaja na okoliš (PUO) planirane nuklearne elektrane Paks II na lokaciji u Paksu je određivanje i ocjenjivanje okolišnih utjecaja na pojedine elemente i sustave okoliša planirane nuklearne tehnologije u ovisnosti od njihovog stanja i opteretivosti.

Ukoliko se ovim ispitivanjima obavljenim prema utvrđenim uvjetima, ni za jedan element ili sustav okoliša ne ustanovi opterećenje preko mjere dozvoljene zakonskim propisima odnosno stručnim stajalištima, u tom slučaju će se - s gledišta ekološke zaštite – *odobriti izgradnja i puštanje u pogon planiranih blokova snage 2x1.200 MW.*

1.3.2.1 Ispitivanja stanja

Radi pribavljanja podataka za procjenu utjecaja na okoliš, u cilju ispitivanja postojećeg stanja okoliša odnosno kvalificiranja i ocjenjivanja osnovnog stanja na temelju tog ispitivanja, na lokaciji za izgradnju planiranih nuklearnih blokova kao i na područjima određenim na temelju prethodno procijenjenih utjecajnih teritorija, 1. ožujka 2012. godine započeta su ispitivanja i analize u sljedećim temama:

- I. **Opis lokacije**
- II. **Meteorološke značajke**
 - a) Meteorologija
 - b) Mikro i mezoklima u okolici lokacije
- III. **Okolišne značajke geološkog okruženja, podzemnih i nadzemnih voda**
 - a) Značajke geološkog okruženja
 - b) Prikaz i okolišne značajke podzemnih voda
 - c) Hidrološke značajke lokacije
 - d) Stanje Dunava i ostalih nadzemnih voda
 - e) Stanje korita i obale Dunava
- IV. **Općenita karakterizacija radioaktivnosti okruženja**
- V. **Utvrđivanje stanja izloženosti buci i vibracijama**
- VI. **Utvrđivanje kakvoće zraka**
- VII. **Utvrđivanje stanja živog svijeta**
 - a) Izloženost živog svijeta zračenju (osim izloženosti ljudi)
 - b) Obavljanje uzornih ispitivanja biomonitoringa
- VIII. **Značajke stanja stanovništva**
 - a) Određivanje izloženosti stanovništva zračenju
 - b) Utvrđivanje zdravstvenog stanja žitelja u okolici lokacije

2012. godine okončana su mjerenja, ispitivanja i analize polaznog stanja na kojima se temelji procjena utjecaja na okoliš, te je zajednički datum njihovog završetka 2012. godina. Jedina iznimka je završni datum podataka korištenih u meteorološkim analizama, a to je 2010.

Godina 2012. bila je izrazito sušna. Rezultati biomonitoringa ukazuju na ekstremnu sušu u promatranoj godini. Kako bi se utvrdilo polazno stanje živog svijeta i u periodu koji nije toliko sušni, trebalo je obaviti ispitivanja biomonitoringa i u 2013. godini. Iz tog razloga su i mjerenja za period velikog vodostaja Dunava obavljena 2013. godine.

U svim slučajevima kada su i nakon toga, u 2013. godini obavljena ispitivanja na licu mjesta ili ako su analize izrađene kasnije (mjerenja visokog vodostaja Dunava, analize podataka bunara za praćenje podzemnih voda), završni datumi su naznačeni kod pojedinih stručnih područja.

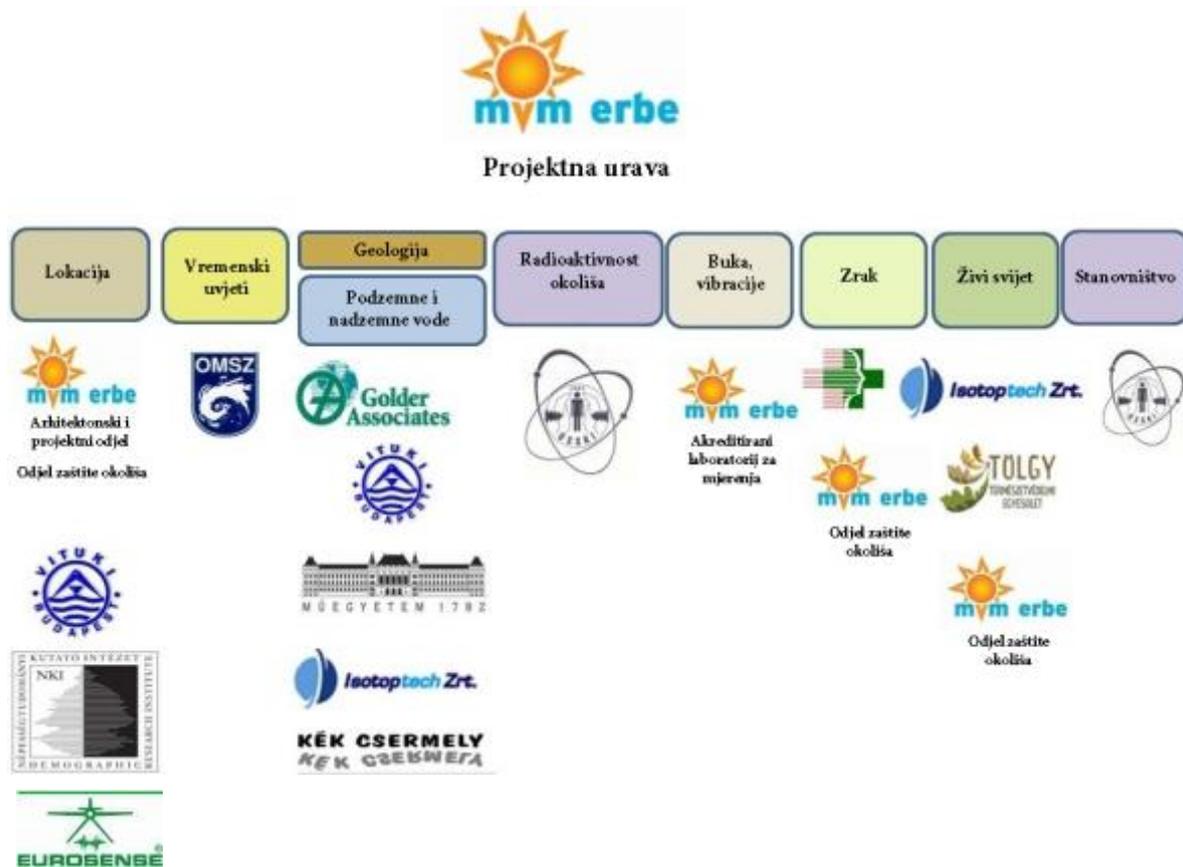
Područja ispitivanja

Tijekom ispitivanja polaznog stanja obavljenih 2012-2013. godine za područje osnovnih ispitivanja okoliša uzeli smo teritorij u krugu polumjera 30 km mjereno od središnje točke lokacije novih blokova. Većina pojedinih strukovnih ispitivanja obavljena je unutar tog područja. Izuzeci su područja ispitivanja Dunava, pojedine teme ispitivanja u različitim mjerama, a neka ispitivanja smo provodili cijelim tokom Dunava kroz Mađarsku.

Pretpostavljeno područje utjecaja očekuje se unutar kruga polumjera 10 km, pa su i detaljna ispitivanja provedena unutar tog područja. Iz tog razloga su i ispitivanja polaznog stanja na područjima Natura 2000 koji se nalaze izvan toka Dunava, provedena na tom teritoriju.

Na pretpostavljenom području neposrednog utjecaja u krugu polumjera 3 km obavili smo detaljni biomonitoring odnosno ubilježavanje vegetacije u kartu. Mjerenja osnovnog stanja onečišćenosti zraka tijekom jedne cijele godine također su obavljene na području neposrednog utjecaja, sukladno položaju točaka koje treba zaštititi. Na istom području su obavljena i mjerenja buke i vibracija. Terenska ispitivanja u cilju utvrđivanja značajki područja, kao i opis stanja geološkog okruženja i podzemnih voda obavljena su na planiranoj lokaciji izgradnje i u njezinoj neposrednoj okolici.

U izradi i izvršenju programa ispitivanja i analiza na temelju kojih će se vršiti procjena utjecaja na okoliš sudjelovale su sljedeće strukovne organizacije:



1.3.2.2 Sustav tehničkih kriterija procjene utjecaja na okoliš i situacijski plan

Sustav tehničkih kriterija procjene utjecaja na okoliš odnosno situacijski plan razrađeni do razine detalja potrebne u sadašnjoj fazi planiranja, u svrhu procjene utjecaja na okoliš Nuklearne elektrane Paks II izradilo je društvo MVM ERBE Zrt. na temelju podataka prethodno pribavljenih od dobavljača blokova, publiciranih podataka nuklearnih elektrana u izgradnji, javnih baza podataka, prezentacija i referentnih podataka već izgrađenih sličnih blokova, uzimajući za osnovu maksimalne vrijednosti emisije koje uzrokuju najveća opterećenja okoliša, odnosno podatke nuklearne elektrane u Paksu koja je već u pogonu.

Na u situacijskom planu su zgrade i objekti smješteni na temelju tehnoloških promišljenosti, uzimajući u obzir prostorno najzahtjevnije tehnološke jedinice. Karakteristike objekata su utvrđene na temelju podataka dobivenih od dobavljača, odnosno polazeći od podataka o konstrukcijama već postojeće nuklearne elektrane.

Kako je u DPK-u i prikazano, za način hlađenja odabrana je i detaljno analizirana primjena hlađenja svježom vodom. U odnosu na DPK promijenilo se mjesto zahvaćanja dunavske vode, odnosno mjesto i način puštanja zagrijane vode u Dunav.

Za određivanje pretpostavljene tehnologije izvedbe temelja polazne podatke pružale su slojevi bušotina izvedenih u proteklim godinama u cilju zaštite okoliša, te su ovi podaci uzimani u obzir prilikom procjene dubine temeljenja. Svi objekti smješteni na gradilištu će se kasnije morati dimenzionirati glede protupožarne zaštite i otpornosti na potres, osim toga, kod određenih objekata moraju se još uzeti u obzir i druga specijalna gledišta dimenzioniranja, kao na primjer dimenzioniranje za minimalizaciju posljedica udara zrakoplova, dimenzioniranje zaštite od zračenja, buke i vibracija, izgradnja postrojenja za otklanjanje šteta radi zaštite geološkog okoliša i podzemnih voda.

Dokumentacija za ishođenje građevinske dozvole sa statičkim i arhitektonskim projektima zgrada i objekata izradit će se nakon upoznavanja s rezultatima bušotina izvedenih u programu geoloških istraživanja, odnosno rezultatima raznih geoloških ispitivanja i konkretnih geomehaničkih analiza.

Na temelju gore iznesenih, u kasnijim fazama rada može doći do odstupanja u rasporedu i dimenzijama objekata zbog funkcionalnih, građevinsko-fizičkih, konstrukcijskih, protupožarnih razloga, otpornosti na potres, odnosno za sada eventualno još nepoznatih promišljanja dobavljača.

Nužne volumene dobavljanja odredili smo na temelju tehničkih rješenja i osnovnih podataka, odnosno na temelju situacijskog plana izrađenog za potrebe PUO. Trase prijevoza još nisu poznate, konkretan organizacijski plan izradit će se tijekom izrade izvedbenog projekta, smjer i veličina transporta, karakteristike kretanja unutar područja bit će konkretizirane u toj fazi planiranja. Tijekom postupka PUO izradili smo izračun za sve moguće varijante transportnih trasa i to u krugu polumjera 25 km kako je to propisima određeno.

Proces i okolnosti obustave rada, stavljanje van pogona, odnosno razgradnje elektrane Paks II – imajući u vidu minimalni planirani životni vijek blokova od 60 godina – za sada se ne mogu odrediti.

1.3.2.3 Procjena utjecaja na okoliš (PUO) – Studija utjecaja na okoliš (SUO)

Višemjesečni postupak procjene utjecaja na okoliš Nuklearne elektrane Paks II proveden je na temelju sustava tehničkih kriterija i situacijskog plana iz ožujka 2014. godine.

U studiji utjecaja na okoliš (SUO) koja prikazuje i sažima obavljenju procjenu utjecaja na okoliš Paks II odabrana je jedna tehnologija od mogućih varijanti navedenih u dokumentaciji za prethodnu konzultaciju, te je obavljeno ispitivanje glede procjene značajnog utjecaja na okoliš odabrane ruske nuklearne tehnologije s njezinim glavnim poveznicama, zahvaćanjem rashladne vode i puštanjem zagrijane vode u Dunav, odnosno blokovskim kablovima za prijenos proizvedene električne energije, uzimajući u obzir i preporuke iz Nalaza i mišljenja o DPK-u.

Studijom utjecaja na okoliš nisu obuhvaćena privredna ili investicijska pitanja u svezi s izgradnjom planiranih blokova.

Studijom utjecaja na okoliš Paks II ispitani su procesi i utjecaji prouzrokovani čimbenicima i radnim postupcima u raznim fazama investicije glede pojedinih elemenata odnosno sustava okoliša, koliko se ti utjecaji proširuju, odnosno na kojem prostoru dolazi do njihovog utjecaja.

Sadržaj studije utjecaja na okoliš određen je na temelju općih opisa danih u prilogima broj 6. i 7. Vladine uredbe br. 314/2005. (25.XII.) o jedinstvenom postupku procjene utjecaja na okoliš i izdavanja dozvole za korištenje okoliša.

broj 6 – Osnovni zahtjevi u pogledu sadržaja studije utjecaja na okoliš

broj 7 – Određivanje prostora utjecaja pri sastavljanju studije utjecaja na okoliš

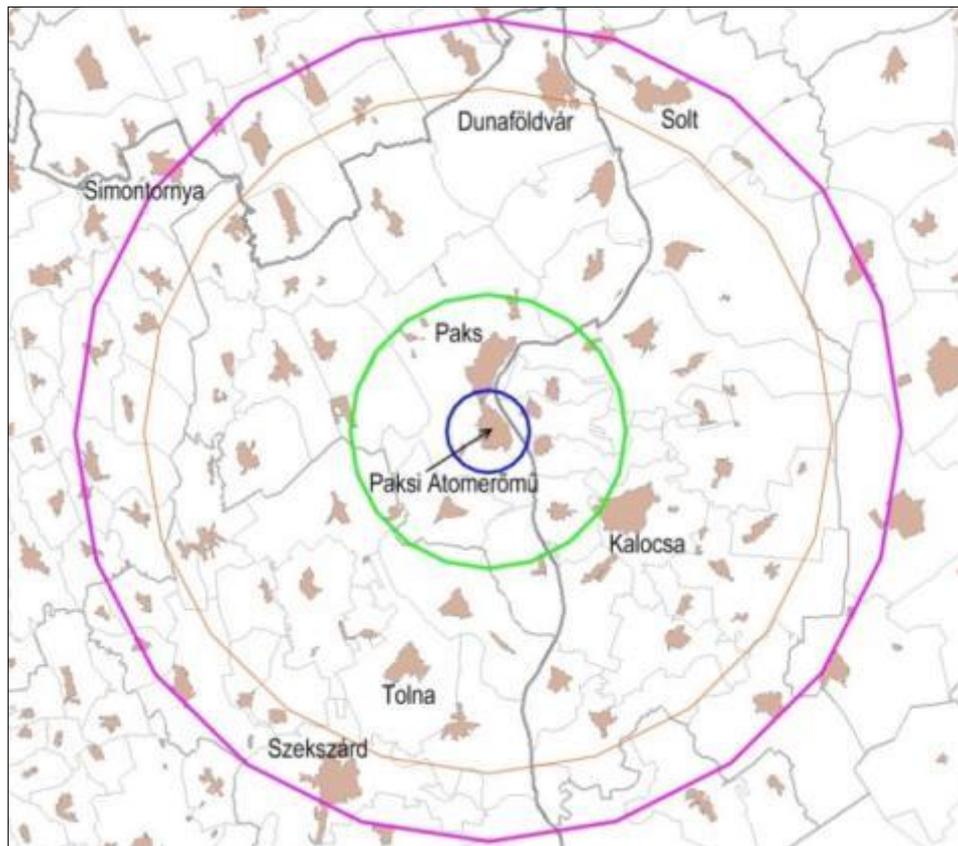
Ispitivanja za postupak PUO odnosno za sastavljanje SUO na temelju tih rezultata obavljena su za parametre koji uzrokuju najveća okolišna opterećenja za pojedine elemente odnosno sustave okoliša – uzimajući u obzir stvarno osnovno stanje okoliša na lokaciji u Paksu.

Studija utjecaja na okoliš Paks II prikazuje, odnosno ispituje sljedeće teme:

- ❖ detaljan prikaz planirane nuklearne investicije, osnovni tehnički podaci
- ❖ prikaz odabrane lokacije izgradnje, njenog užeg i šireg okruženja, mjesto obavljanja djelatnosti i prostorni zahtjevi, prikaz situacijskog plana
- ❖ prikaz ranije ispitivanih, možebitnih varijanti
- ❖ utvrđivanje i izračun okolišnih utjecaja nuklearne tehnologije na pojedine elemente i sustave okoliša
- ❖ prostorno određivanje granica utjecaja planirane investicije
- ❖ prikaz utjecaja na okoliš preko državnih granica

Na temelju iznesenih, struktura studije utjecaja na okoliš Paks II obuhvaća sljedeća glavna poglavlja:

- 1 *Osnovne informacije o planiranom proširenju*
- 2 *Prognoze i strategije u svezi s planiranim proširenjem*
- 3 *Općeniti prikaz nuklearne energetike*
- 4 *Prikaz lokacije za izgradnju*
- 5 *Mogući načini hlađenja kondenzatora novih nuklearnih blokova*
- 6 *Značajke i osnovni podaci Nuklearne elektrane Paks II planirane na lokaciji u Paksu*
- 7 *Priključak na elektroenergetsku mrežu Mađarske*
- 8 *Potencijalni utjecajni čimbenici i potencijalne matrice utjecaja*
- 9 *Društveno-privredni utjecaji*
- 10 *Značajke klime Paksa u krugu polumjera 30 km*
- 11 *Modeliranje morfoloških promjena korita Dunava i toplinskog opterećenja Dunava*
- 12 *Ispitivanje kakvoće vode Dunava i ostalih površinskih voda prema Okvirnoj direktivi o vodama*
- 13 *Geološko okruženje i podzemne vode na lokaciji i u neposrednoj okolici*
- 14 *Geološko okruženje i podzemne vode u dolini Dunava ispod Paksa*
- 15 *Buka i vibracije*
- 16 *Zrak okruženja*
- 17 *Neradioaktivni otpad*
- 18 *Živi svijet, ekosustav*
- 19 *Radioaktivni otpad i istrošeni gorivi elementi*
- 20 *Radioaktivnost okoliša – izloženost stanovništva zračenju u okolici lokacije*
- 21 *Izloženost živog svijeta zračenju u okolici lokacije*
- 22 *Obuhvatne matrice utjecaja i zbirna područja utjecaja*



Paksi Atomerőmű – Nuklearna elektrana u Paksu
plavi krug: procijenjeno područje neposrednog utjecaja
zeleni krug: procijenjeno područje posrednog utjecaja
ljubičasti krug: područje ispitivanja za opće karakteriziranje
narančasti krug: područje ispitivanja utjecaja transporta - u krugu polumjera 25 km

Slika 3. Različita područja ispitivana postupkom PUO [2], [3]

1.3.3 OBAVJEŠTAJNE DJELATNOSTI DRUŠTVA MVM PAKS II ZRT.

MVM Paks II d.d. za proširenje nuklearne elektrane pokrenulo je seriju programa pod naslovom „Pothvat naše budućnosti – informativni program za poduzetnike” s ciljem da informira mala, srednja i velika poduzeća o ovoj investiciji, o sigurnosnim zahtjevima nuklearne industrije, o specijalnim tehničkim izazovima, o preporučenom pripremnom procesu, o potrebnim dozvolama, kvalificiranjima.

Izviještenu su gradonačelnici zahvaćenih naselja, informirano je stanovništvo putem interaktivnog informacijskog kamiona, čiji zadatak je da kao centar za posjetitelje, upozna stanovništvo Mađarske s nuklearnom energijom, njezinim značajem, sigurnom i ekološko ispravnom primjenom, važnošću njene uloge u domaćoj proizvodnji električne energije. Materijali za informiranje stanovništva o pojedinostima investicije, zadaćama za ishođenje dozvole i istraživanje lokacije izrađeni su u pripremljenoj fazi projekta i dostavljeni u svako domaćinstvo u okolini lokacije. Izradu takvih informacijskih materijala planiramo i u budućim fazama izgradnje.

Zainteresiranima smo na Budimpeštanskom tehničkom i ekonomskom fakultetu održali priredbu pod naslovom „Kako se gradi Paks II – Forum o održavanju kapaciteta nuklearnih elektrana”, gdje smo detaljno prikazali planiranu investiciju, a dali smo informacije i na brojnim drugim priredbama i znanstvenim forumima o aktualnostima investicije.

Informacije o djelatnostima koji su u tijeku redovito dajemo i na međunarodnim forumima, najvažnija takva priredba je austrijsko-mađarski službeni bilateralni forum o nuklearnom usuglašavanju, koji se organizira svake godine.

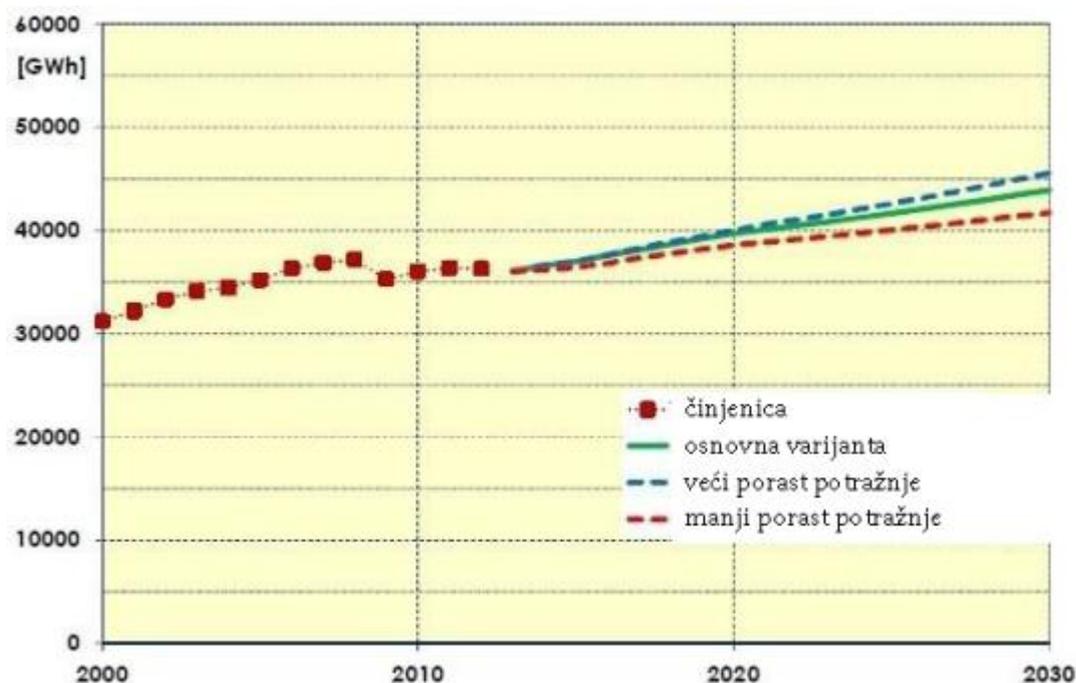
2 PROGNOZA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE U MAĐARSKOJ

Dugoročna prognoza promjena u potrošnji električne energije u Mađarskoj spada među važne utvrđene zadaće društva Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zártkörűen Működő Részvénytársaság (MAVIR Zrt.) (Mađarski operator prijenosnog sustava električne energije d.d.). Operator sustava mora procijeniti buduću potrošnju električne energije, a pored toga mora pratiti promjene u energetske bilanci na nivou sustava, kapacitetu elektrana, javnoj električnoj mreži i potrošnji.

2.1 PROGNOZA DOMAĆE POTREBE ZA ELEKTRIČNOM ENERGIJOM DO 2030. GODINE

Prognoza potrošačkih potreba, odnosno prikaz srednje i dugoročnog razvoja kapaciteta domaćeg sustava električne energije samostalna je znanost od 2012. godine, koja se zasniva na proučavanju podataka potrošene električne energije i opterećenja sustava u proteklom godinama, na prognozama rasta privrede dobivenih od institucija za istraživanje gospodarstva. Kratkoročna prognoza za period do 2018. godine uzima za osnovu kratko i srednjoročne prognoze MAVIR-a, a za period do 2030. godine zasnivaju se na prognozama u dokumentu Nacionalna strategija 2030.

MAVIR je 2013. godine izradilo prognozu o potrebama potrošača do 2030. godine koja sadrži tri moguća scenarija prikazanih na donjoj slici.



Slika 4. Očekivane promjene u neto potrošnji električne energije do 2030. [2-1]

Osnovna varijanta koja je u skladu sa strateškim ciljevima (na prikazu označena zelenom bojom) za period iza 2014. godine predviđa prosječnu stopu porasta neto potrošnje električne energije od 1,5% godišnje, a od 2020. godine nešto umjereniji rast. Pored osnovne varijante prikazana je i **varijanta s većim porastom potražnje (označena plavom bojom)** koja za period između 2014. i 2020. godine prognozira godišnje povećanje od 1,4 do 1,7% godišnje koje će se do 2030. godine smanjiti na 1,4% godišnje. U odnosu na osnovnu, **varijanta s manjim porastom potražnje (označena crvenom bojom)** za period između 2014. i 2020. godine predviđa rast potražnje od 1% godišnje, koja će do 2030. godine pasti na porast potražnje od 0,8% godišnje.

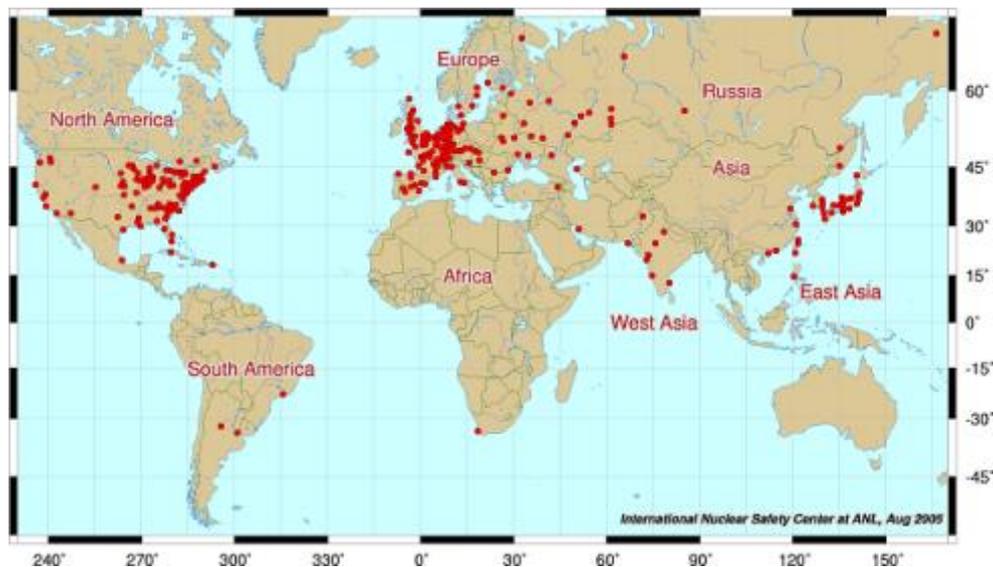
Za 2020. godinu (prema osnovnoj varijanti) predviđa se neto potrošnja električne energije od oko 40 TWh, a do 2030. godine može doseći i do 44 TWh.

Ukupna potrošnja električne energije (uzimajući u obzir i vlastitu potrošnju domaćih elektrana kao i gubitke u sustavu) 2020. godine može doseći do 47,6 TWh, a do 2030. godine - prema osnovnoj varijanti – do 54,7 TWh.

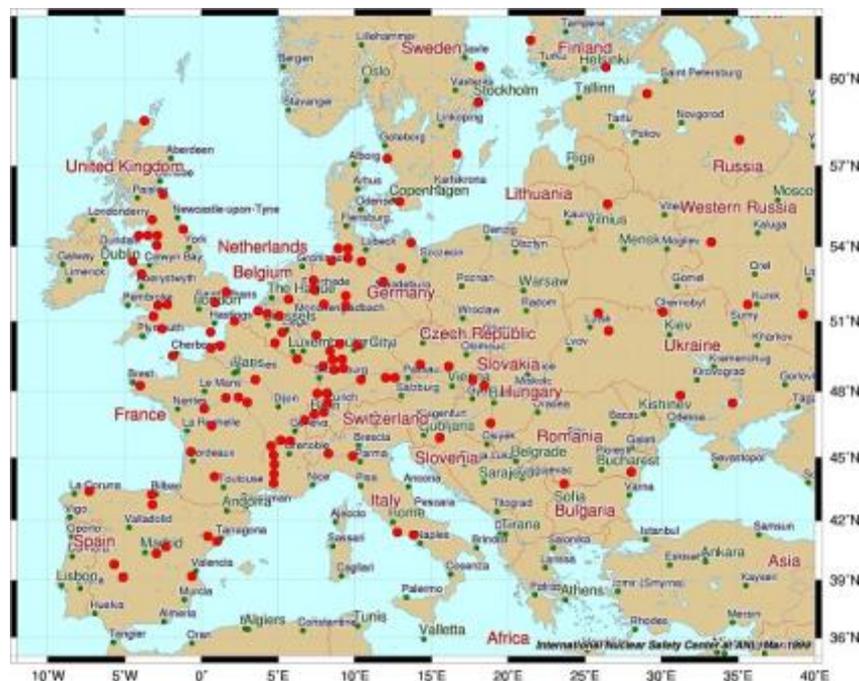
3 OPĆI PRIKAZ NUKLEARNE ENERGETIKE

3.1 PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE U NUKLEARNIM ELEKTRANAMA U SVIJETU

U 2012 godini proizvodnja električne energije u svijetu iznosila je 22.668 TWh, od toga je nuklearna proizvodnja bila 2.461 TWh, odnosno u nuklearnim elektranama je proizvedeno 10,9% električne energije (izvor: IEA: Key World Energy Statistics 2014). Nuklearne elektrane obično imaju značajniju ulogu u sustavu električne energije u razvijenim zemljama, odnosno koncentrirane su u Europi, Sjevernoj Americi i Japanu.



Slika 5. Prostorni raspored nuklearnih elektrana u svijetu [4]



Slika 6. Prostorni raspored nuklearnih elektrana u Europi [5]

Od 434 nuklearnih blokova koji su trenutačno u pogonu većina (62,2%) su reaktori s vodom pod tlakom (PWR). I kod elektrana čija je izgradnja u tijeku, vidi se dominacija reaktora s vodom pod tlakom (82,6%).

3.2 OPĆI PRIKAZ REAKTORA S VODOM POD TLAKOM (PWR)

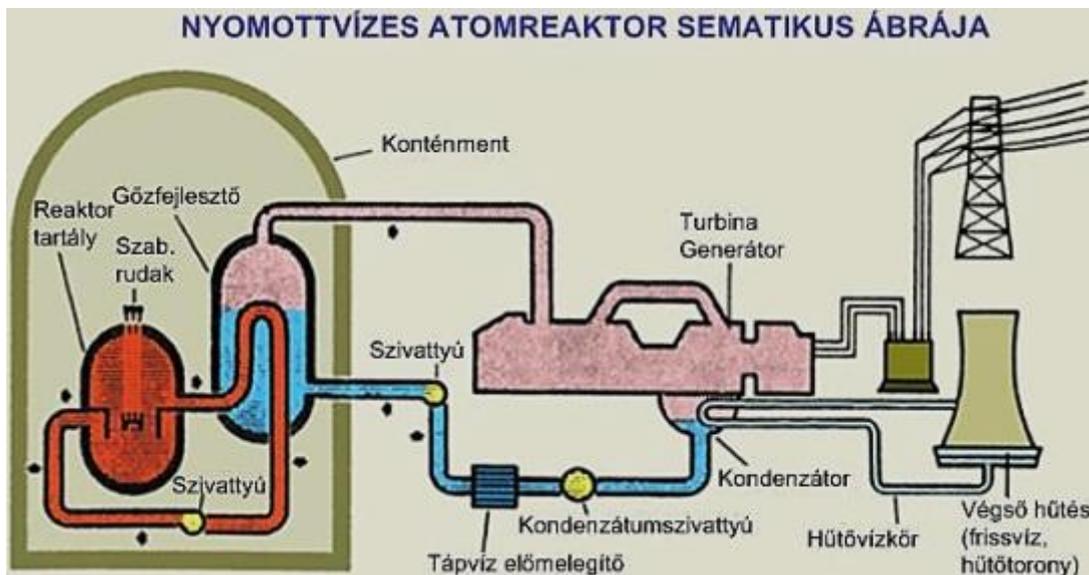
3.2.1 PROCES PROIZVODNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE U BLOKOVIMA S PWR REAKTORIMA

Proizvodnja električne energije u nuklearnim elektranama temelji se na kontroliranoj i samoodržavajućoj lančanoj reakciji cijepjenja jezgre atoma. Oslobođena energija je vrlo velika: cijepanjem 1 grama ²³⁵U oslobađa se energija koja odgovara energiji dobivenoj izgaranjem oko 3 tone vrlo kvalitetnog ugljena. Oslobođena energija konstanto povećava temperaturu gorivih tableta, te da bi proizvodnja energije bila kontinuirana i održiva, ovu toplinu treba odvesti. Za odvod topline služi rashladni medij, koji je u slučaju PWR reaktora laka voda (H₂O). Odvedena toplinska energija služi za proizvodnju električne energije.

Nuklearne elektrane s vodom pod tlakom sastoje se od dva zatvorena kruga: primarnog i sekundarnog.

Dijelovi **primarnog kruga** su nuklearni reaktor hlađen i moderiran lakom vodom pod tlakom, glavni rashladni krug, cirkulacijske pumpe glavnog rashladnog kruga, cijevni izmjenjivači topline parogeneratorske i tlačnik. Zaštitna reaktorska posuda je valjkasta tlačna posuda s polukuglastim dnom i polukuglastim tlačnim poklopcem koji se može skinuti i u kojem se nalazi jezgra reaktora (aktivna zona). Osim navedenih, nuklearnom uređaju za proizvodnju pare, to jest reaktoru, pripadaju mnogobrojni pomoćni tehnološki sustavi koji služe za sigurnost, povećanje efikasnosti elektrane i kontinuirano čišćenje vode u krugu. Glavni rashladni krug prima toplinu koja se oslobađa u aktivnoj zoni, prenosi ju do parogeneratore gdje toplinu predaje sekundarnom krugu. Glavna zadaća parogeneratorske je da toplinu nastalu u reaktoru, prenesenu pomoću nositelja topline iskoristi za proizvodnju pare prikladne za pogon turbine. Ovo postrojenje je valjkasta posuda s izmjenjivačima topline i ugrađenim separatorom pare, smještena uspravno ili vodoravno u hermetičkom prostoru u kontejneru.

Glavni dijelovi **sekundarnog kruga** su elementi parogeneratorske na strani napojne vode, glavni parni sustav, nisko ili visoko tlačni elementi turbine, kondenzator i dijelovi sustava napojne vode. Zadatak sekundarnog kruga je pretvaranje energije pare proizvedene u parogeneratorskim u kružno kretanje za pogon generatora. Nakon obavljenog rada iskorištena para se u kondenzatorima pretvara u vodu (kondenzacija) primjenom rashladnog medija koji - ovisno o uvjetima na lokaciji - može biti morska voda, riječna voda ili - u slučaju rashladnih tornjeva - zrak.



Slika 7. Opća shematska struktura PWR reaktora (6)

NYOMOTTVÍZES ATOMREAKTOR SEMATIKUS ÁBRÁJA	SHEMATSKI PRIKAZ NUKLEARNOG REAKTORA S VODOM POD TLAKOM
Reaktortartály	Zaštitna reaktorska posuda
Gőzfejlesztő	Parogenerator
Szab. rudak	Kontrolni štapovi
Szivattyú	Pumpa
Konténment	Kontejnment
Turbina Generátor	Turbina, Generator
Tápvíz előmelegítő	Predgrijač napojne vode
Kondenzátumszivattyú	Pumpa za kondenzat
Kondenzátor	Kondenzator
Hűtővízkör	Rashladni krug
Végső hűtés (frissvíz, hűtőtorny)	Krajnje hlađenje (svježa voda, rashladni toranj)

3.2.1.1 Gorivo

Nuklearno gorivo je smješteno u tzv. aktivnoj zoni, u jezgri reaktora.

Uranij se u prirodi javlja u obliku dva izotopa: izotop ^{235}U kod kojeg se fisija može izazvati neutronima niske energije (tzv. termički neutroni) (u prirodnom uraniju se ovaj izotop pojavljuje u 0,72%), odnosno izotop ^{238}U kod kojeg se fisija može izazvati neutronima visoke energije (tzv. brzi elektroni) (u prirodnom uraniju se pojavljuje u 99,275%) Samoodržavajuću lančanu reakciju u reaktorima od čistog ^{238}U goriva nije moguće izvesti.

PWR reaktori u osnovi koriste gorivo na bazi obogaćenog uranija (UO_2), koji se tip danas koristi i u Nuklearnoj elektrani Paks. Dobiva se obradom i obogaćivanjem sirovog uranija.

3.2.2 TIPIČNI OBJEKTI BLOKOVA TIPA PWR

3.2.2.1 Glavni objekti

NUKLEARNI OTOK

Kontejnment: U cilju sigurnosti rada, sustavi primarnog kruga (npr. kod tipova EPR-1600 i VVER-1200) smješteni su u dvostijenski kontejnment. Zadatak unutarnjeg kontejnmenta je da zadržava radioaktivne materije oslobođene uslijed eventualnih projektom predviđenih kvarova, odnosno odvodnja oslobođene topline.

Unutarnji kontejnment je obuhvaćen zaštitnom zgradom izgrađenom od armiranog betona, koja pruža pojačanu zaštitu od vanjskih utjecaja (npr. značajan potres, udar zrakoplova, poplava).

Objekti sigurnosnog sustava: Radi višestruke redundancije u nuklearnim elektranama se nalazi više sigurnosnih sustava (npr. rashladni sustav za slučaj pogonskih poremećaja u jezgri reaktora), od kojih za sanaciju poremećaja dovoljno je da samo jedan sustav funkcionira ispravno. Da bi ovi sustavi bili prostorno odvojeni na odgovarajući način, smješteni su u zasebnim zgradama ili dijelovima zgrada.

Pomoćni objekt: tu su smješteni pomoćni sustavi primarnog kruga.

Objekt za nuklearno održavanje: objekt za obavljanje poslova održavanja vezanih za primarni krug, odnosno za dekontaminaciju.

Objekt za zbrinjavanje otpada: tu se vrši zbrinjavanje radioaktivnih tekućih i krutih materijala, nastalih tijekom pogona bloka.

Objekt za gorivo: služi za zbrinjavanje i skladištenje novog i izgorjelog nuklearnog goriva.

OTOK TURBINE

Turbinska zgrada: u turbinskoj zgradi se nalazi oprema sekundarnog kruga koja paru proizvedenu u parogeneratoru pretvara prvo u mehaničku a zatim u električnu energiju, odnosno paru koja izlazi iz turbine kondenzira i vraća u parogenerator.

Pogon za obradu vode: služi za opskrbu primarnog i sekundarnog kruga dodatnom vodom odgovarajuće kakvoće i količine.

Kontrolna prostorija s električnim sklopkama: Zgrada u kojoj su smještene električne sklopke, uređaji tehnike upravljanja i uređaji komunikacije.

Transformatorski prostor: služi za vanjski smještaj blokovskih transformatora i drugih transformatora elektrane.

3.2.2.2 Prateći objekti

- ✓ *Privremeno skladište istrošenih gorivih elemenata:* služi za privremeno odlaganje gorivih elemenata istrošenih tijekom pogona nuklearne elektrane (prije eventualne daljnje obrade ili konačnog smještaja bez obrade).
- ✓ *Dizel generatori:* dizel generatori koji osiguravaju napajanje izmjeničnom strujom u slučaju pogonskog poremećaja (nalaze se u zasebnim zgradama radi odgovarajuće fizičke odvojenosti).

- ✓ *Zdravstvena stanica:* objekt u kojem je smješten zdravstveni centar, pristupni sustav na strani primarnog kruga, odnosno uredi za obavljanje poslova u primarnom krugu.
- ✓ *Vodocrpilište:* opskrbljuje elektranu potrebnom količinom industrijske vode. Najveći dio vode zahvaćene iz Dunava koristi se za hlađenje kondenzatora.
- ✓ *Skladište kemikalija:* Objekt u kojem su uskladištene kemikalije potrebne za rad.
- ✓ *Skladište industrijskih plinova:* Objekt u kojem su uskladišteni plinovi potrebni za rad.
- ✓ *Objekti održavanja:* zgrade za poslove održavanja vezanih za sekundarni krug.
- ✓ *Protupožarni objekti:* obuhvaća zgradu vatrogasne ispostave na području elektrane, vodu za gašenje i protupožarni sustav.
- ✓ *Električna podstanica:* osigurava dospjeće električne energije proizvedene generatorima u osnovnu mrežu države.
- ✓ *Spremište otpada:* služi za odlaganje neradioaktivnog otpada nastalog u nuklearnoj elektrani.
- ✓ *Skloništa:* u vanrednim situacijama služi za zaštitu zaposlenih i osoblja koje otklanja opasnost.
- ✓ *Istaknuta skloništa (s rezervom):* u slučaju opasnosti služi za osiguravanje uvjeta rada osoblju koje rukovodi sanacijom i osoblju koje radi na otklanjanju opasnosti.
- ✓ *Sustavi monitoringa okoliša:* sadržava sustave za vađenje i mjerenje uzoraka iz okoliša.
- ✓ *Infrastrukture:* tu spadaju prilazne ceste do elektrane, željezničke pruge, vodovi pitke vode odnosno kanalizacije za odvod otpadnih voda iz elektrane.
- ✓ *Sustavi fizičke zaštite:* porte, pristupni sustavi, ograde i sl.

4 NUKLEARNA SIGURNOST

Tijekom planiranju, izgradnje i pogona novih nuklearnih blokova prvobitno i iznad svega najvažnije je glediti osiguranje nuklearne sigurnosti.

4.1 OSNOVNA NAČELA NUKLEARNE SIGURNOSTI

Nuklearna sigurnost je ključno pitanje procjene nuklearne energetike.

Nuklearni reaktori moraju ispuniti tri osnovna sigurnosna uvjeta:

- I. U slučaju nastupanja poremećaja, u svim okolnostima moraju osigurati obustavu nuklearne lančane reakcije u reaktorima.
- II. I u slučaju zaustavljene lančane reakcije treba osigurati trajno i sigurno hlađenje gorivih elemenata.
- III. Treba spriječiti ispuštanje radioaktivnih tvari u okoliš u količini iznad dopuštene granice.

Sigurnost nuklearnih elektrana treba postići primjenom načela dubinske zaštite, koja naglasak stavlja na sprječavanje pogonskih poremećaja.

Načela dubinske zaštite i njezinih pet razina zahtjeva izradila je Međunarodna agencija za atomsku energiju. Nacionalna tijela za nuklearnu sigurnost trude se da ova načela u svojim regulativama budu zastupljena u što većoj mjeri. Primjena dubinske zaštite u svakom objektu se provodi uzimajući u obzir postojećih značajki.

Osnovni ciljevi dubinske zaštite:

- ❖ Sprječavanje nastanka nesreće konzervativnim planiranjem.
- ❖ Sprječavanje odstupanja od normalnog režima stalnim monitoringom.
- ❖ U slučaju odstupanja od normalnog pogona sprječavanje pogoršanja stanja, odnosno ublažavanje posljedica ugrađenim sigurnosnim sredstvima.

- ❖ U slučaju incidenta izvan projektom predviđenih najvećih kvarova treba osigurati da odgovarajuća sredstva i određene mjere za ublažavanje posljedica budu na raspolaganju.

Sigurnost nuklearne elektrane garantira se kompleksnim sustavom projektnih rješenja i propisa o upravljanju pogonom.

Događaje, opremu i postupke od sigurnosnog značaja dubinska zaštita svrstava u pet razina koje se nadograđuju jedna na drugu. Glavni cilj primjene svake razine je sprječavanje dospijanja na sljedeću razinu.

Razina	Cilj	Realizacija
I razina	Sprječavanje odstupanja od normalnog pogona	Kvalitetno, konzervativno planiranje
II razina	Uočavanje nenormalnog stanja i sprječavanje nepravilnog rada	Ispravan rad kontrolnih i regulacijskih sustava
III razina	Svladavanje projektom predviđenih najvećih poremećaja	Sigurnosni sustavi i postupci
IV razina	Sanacija teških nesreća, smanjenje težine, ublažavanje mogućih posljedica	Dopunska sredstva, mjerenja, intervencije, upute za slučaj nesreće
V razina	Ublažavanje posljedica radioaktivne emisije izvan objekta	Planovi intervencija za sprječavanje nesreća

Tablica 4. Pet međusobno povezanih razina dubinske zaštite

- Prva razina se odnosi na planiranje, elektrana se mora projektirati konzervativno, s radnim i sigurnosnim rezervama, treba primijeniti rješenja kojima se mogućnost ljudske pogreške svodi na najmanju moguću mjeru (automatizacija, preglednost upravljanja). Moraju se odrediti svi vanjski događaji kod kojih nuklearna elektrana još ostaje sposobna za rad (zemljotres, ekstremne vremenske prilike i sl.)
- Karakteristika druge razine je da moraju biti na raspolaganju sva sredstva i postupci pomoću kojih se elektrana još može održati u granicama planirane funkcionalnosti, a da ne dođe do prekoračenja sigurnosnih granica. Tu spadaju stalna mjerenja (tlak, temperatura, promet i sl.), testiranja i probe u određenim vremenskim periodima, remont i provjera stanja.
- U treću razinu spadaju sustavi i intervencije koje u slučaju planom predviđenih pogonskih poremećaja (planirani pogonske nezgode) garantiraju ispunjavanje sigurnosnih funkcija. Ni pored najbrižljivijeg planiranja, izgradnje i upravljanja pogonom ne može se isključiti mogućnost kvarova (npr. greška u materijalu, prirodna katastrofa). To znači automatsko zaustavljanje lančane reakcije, osiguranje hlađenja goriva, održavanje emisije ispod dozvoljene razine, te sigurnosne sustave treba pripremiti za svladavanje takvih situacija.
- Četvrta razina pretpostavlja događaje vrlo male vjerojatnosti, koji nadmašuju planirane pogonske nezgode. Uslijed takvih zbivanja sigurnosni sustavi ne mogu u potpunosti obavljati svoj zadatak, moguće je i taljenje jezgre, odnosno emisija radioaktivnih tvari. Unatoč maloj vjerojatnosti, težina mogućih posljedica zahtijeva da elektrana raspolaže sredstvima koja usporavaju odvijanje takvih nesreća, ublažavaju posljedice i osiguravaju vrijeme za poduzimanje drugih mjera (npr. doprema dodatne opreme, zbrinjavanje ili evakuacija stanovništva).
- Peta razina nastupa kada su prekorače prethodne četiri. To znači da je došlo do značajne emisije radioaktivnih tvari u okoliš, što povlači za sobom intervenciju vlasti sukladno planovima izrađenim za takve slučajeve opasnosti.

OSNOVNA NAČELA PROJEKTIRANJA

- ❖ Kriteriji odabira lokacije
 - ❖ Procjena potencijalnih opasnosti tijekom pogona
 - ❖ Određivanje projektom predviđenih kvarova, analiza tih događaja
- Osnovni zahtjevi:
- Mogućnost dovođenja u podkritično stanje.
 - Odvod remanentne topline
 - Održavanje emisije ispod dopuštenih graničnih vrijednosti
- ❖ Vjerojatnost nesreće izvan projektne osnove treba da je što manja.
 - ❖ Izloženost zračenju treba da je na najnižoj razumnoj razini.

SUSTAV INŽENJERSKIH BARIJERA

Sustav inženjerskih barijera služi za sprječavanje odnosno umanjeње radioaktivne emisije u okoliš. U nizu barijera zadatak svake pojedine barijere je da spriječi daljnje širenje radioaktivnih tvari. Četiri fizičke barijere su:

1. matrica goriva (UO_2).
2. obloga goriva (hermetička obloga gorivih šipki).
3. granični tlak u primarnom krugu (reaktorska posuda i ostali sustavi primarnog kruga).
4. sigurnosni plašt, tzv. kontejnment (hermetički zatvara, obično dvostijenski).

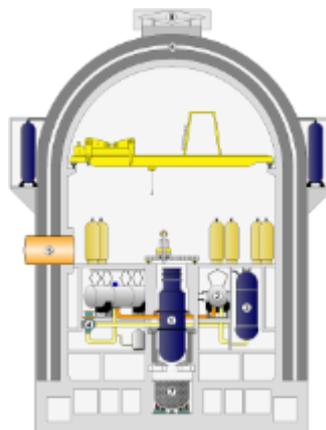


Slika 8. Inženjerske barijere blokova nuklearnih elektrana [7]

Matrica goriva	Obloga goriva	Granični tlak u primarnom krugu	Kontejnment
----------------	---------------	---------------------------------	-------------

DVOSTIJENSKI KONTEJNMENT

Izrazito je bitan element dubinske zaštite s obzirom da predstavlja zadnju barijeru između radioaktivnih tvari u unutrašnjosti nuklearne elektrane i okoliša.



Slika 9. Presjek dvostijenskog kontejnmenta

U svim okolnostima se mora osigurati trajno i sigurno hlađenje goriva u reaktorima. U slučaju puknuća cijevi hlađenje vrši rashladni sustav za pogonske poremećaje, na pasivan ili aktivan način. U slučaju pada tlaka voda u reaktor dolazi iz

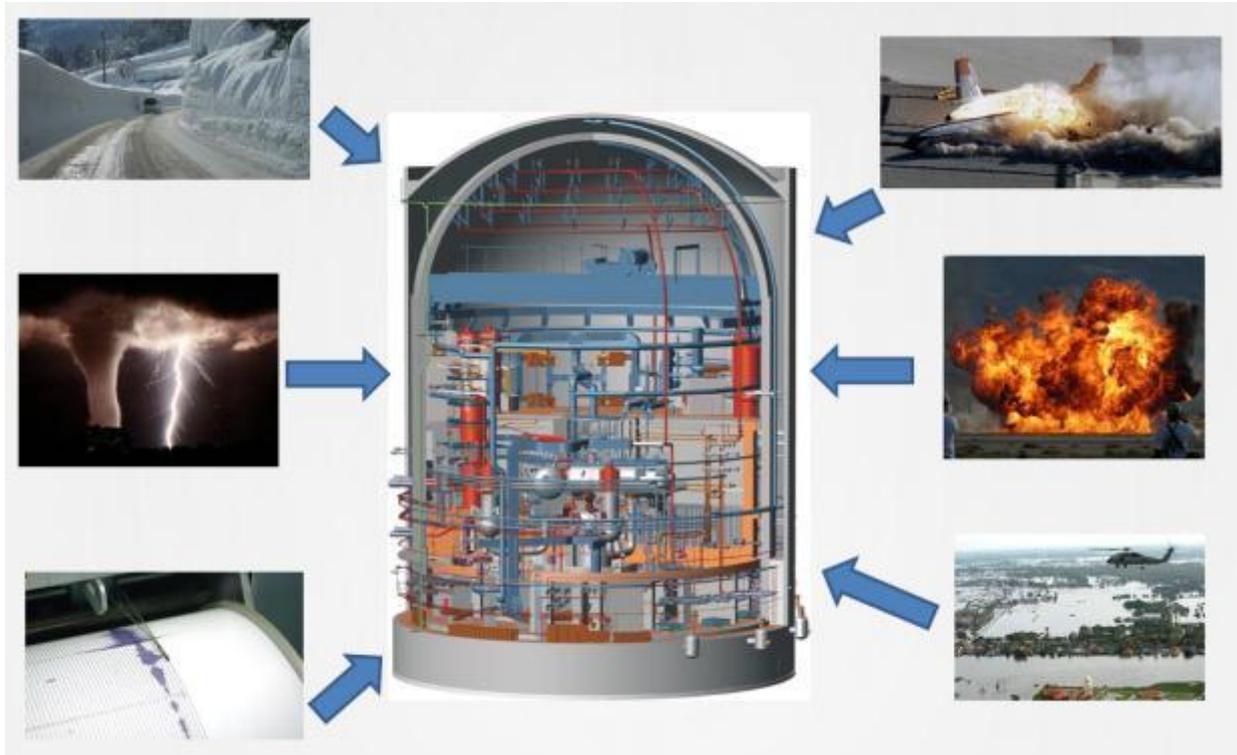
pasivnog rashladnog sustava osiguravajući hlađenje do početka rada pumpi. Aktivni rashladni sustav za slučaj pogonskog poremećaja sastoji se od jednog visokotlačnog i od jednog niskotlačnog dijela, za nadoknadu isparene vode služe brojni veliki spremnici rezervne rashladne vode.

Za rad većine sigurnosnih sustava potrebna je električna energija. Ovi sustavi moraju ostati u funkciji i za vrijeme nestanka električne energije. U ovu svrhu služe dizel generatori koji se u slučaju potrebe automatski uključuju i opskrbljuju sustave važne za sigurnost nuklearne elektrane konstantnim naponom.

U slučaju teške nesreće, za zbrinjavanje rastaljene jezgre služi primjena već raširene konstrukcije, „hvatača rastaljene jezgre“, kada se taljenje betona ispod reaktorske posude sprječava proširenjem prostora na dnu okna u kojem se rastaljeno jezgro može raširiti, ili postavljanjem slojeva materijala ispod posude kroz kojih rastaljeno jezgro ne može prodrijeti.

Ojačanje kontejnmenta, dugoročna održivost integriteta sustava od posebne je važnosti. Integritet kontejnmenta štite i postupci primijenjeni za zbrinjavanje plinovitog vodika – koji je, pomiješan u određenoj koncentraciji sa zrakom kontejnmenta, eksplozivan. U pasivnom postupku, vodik koji je dospio u zračni prostor konstantno se pretvara u vodenu paru katalitičkim rekombinatorima, a u aktivnom postupku se primjenjuju „uređaji za spaljivanje vodika“ kojim se namjerno spaljuje nagomilani plinoviti vodik u kontejnmentu još znatno prije postizanja opasne koncentracije, te se na taj način osigurava da koncentracija nigdje ne dosegne opasnu, eksplozivnu razinu.

Današnji propisi u većini zemalja zahtijevaju da kontejnment izdrži i udar velikog putničkog zrakoplova.



Slika 10. Vanjski kontejnment pruža zaštitu od vanjskih utjecaja [7]

Najvažnija garancija sigurnosti nuklearne elektrane je tzv. **unutarnja sigurnost**. U reaktorima u slučaju opasnih poremećaja djeluju unutarnji fizički, toplinski procesi i barijere koje sprečavaju, a na kraju i zaustavljaju nepovoljne promjene. Ova unutarnja sigurnost, **neovisno o pogonskoj ispravnosti sigurnosnih i zaštitnih sredstava, uvijek se ostvaruje**. Ova značajka je karakteristična za ovaj tip reaktora. U ovaj tip spadaju u svijetu najviše rašireni reaktori s vodom pod tlakom. Takvi su i reaktori tipa VVER-440 instalirani u Nuklearnoj elektrani Paks. (Drugi tip, RBKM, razvijen u bivšem Sovjetskom Savezu ne raspolaže sa svim unutarnjim (inherentnim) uvjetima sigurnosti. U ovaj tip spadaju i reaktori Černobilske nuklearne elektrane, gdje je 26. Travnja 1986. godine došlo do havarije. Dokazano je da je jedan od osnovnih uzroka havarije bio nedostatak unutarnje (inherentne) sigurnosti. Iz tog razloga možemo tvrditi da se na temelju Černobilske havarije ne mogu izvesti zaključci o sigurnosnim nedostacima ostalih tipova reaktora. Zbog nedostatka inherentne sigurnosti obustavili su rad reaktora tipa sličnih Černobilskom iz sigurnosnih razloga, skoro u cijelom svijetu).

Druga važna garancija sigurnosti nuklearne elektrane protiv nesreća je primjena tzv. **vanjskih sigurnosnih sredstava**, koji osim što služe za unutarnju zaštitu, sprečavaju nastanak raznih opasnih situacija i njihove daljnje eskalacije. Među

ovim sigurnosnim sredstvima sve veću ulogu dobivaju tzv. **pasivni zaštitni sustavi** koji funkcioniraju neovisno o vanjskom energetsom napajanju.

Zahvaljujući svemu prethodno navedenom, danas se mogu izgraditi nuklearne elektrane u kojima je vjerojatnost havarija s teškim posljedicama na okoliš manja od 10^{-6} /reaktor-godina².

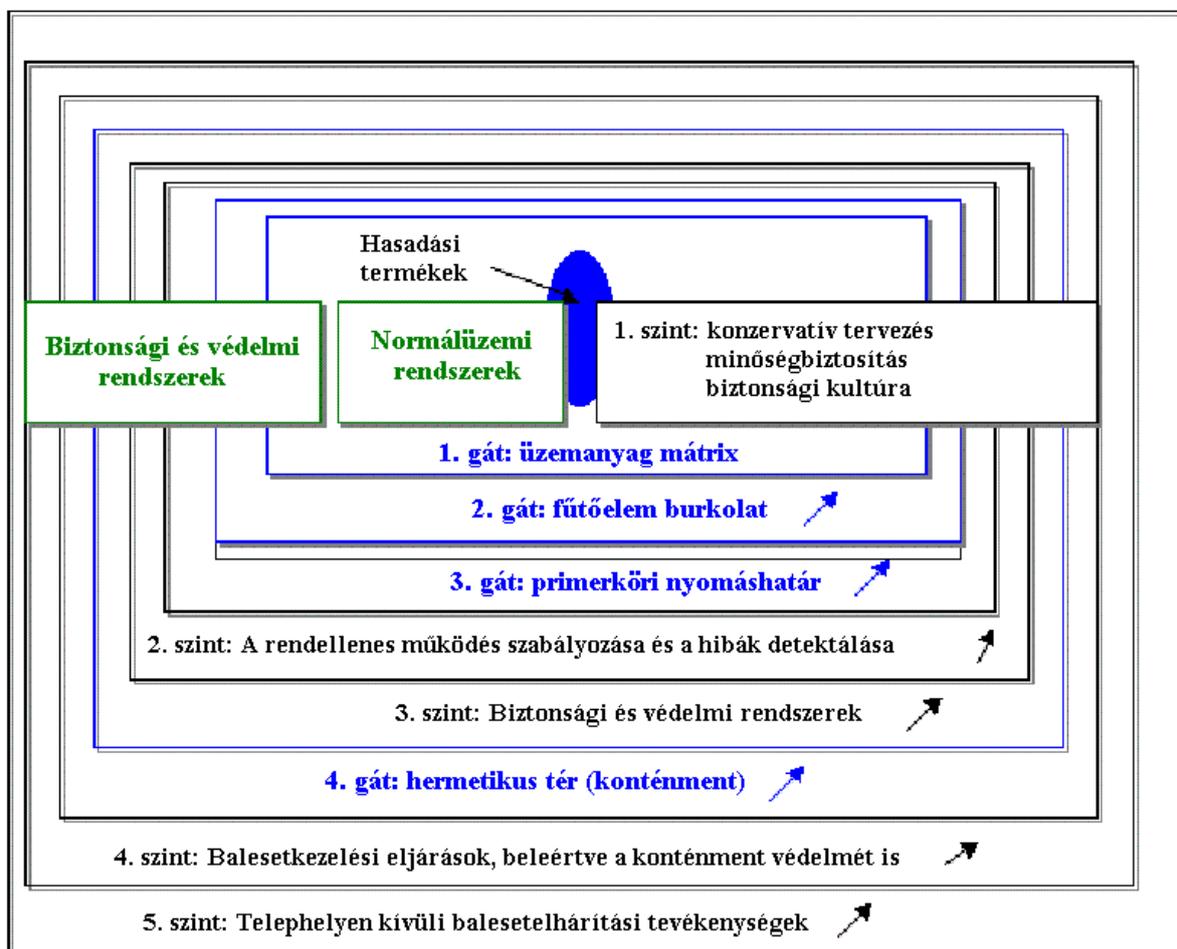
Vjerojatnost realizacije potencijalne opasnosti treba držati na najnižoj mogućoj razini, i na temelju načela ALARA (As Low as Reasonably Achievable) treba garantirati razumno ostvarljivu sigurnost.

Osnovni cilj dubinske zaštite je da se uz pomoć automatskih ili ručno upravljanih sigurnosnih i zaštitnih sustava održava integritet fizičkih barijera u slučaju da dođe do opasnih internih ili eksternih događaja.

²Reaktor godina je rad jednog reaktora tijekom jedne godine, dakle rad oko 440 reaktora koji su danas u pogonu ukupno znači 440 reaktor godina tijekom jedne kalendarske godine.

HIJERARHIJA SIGURNOSNIH I ZAŠTITNIH SUSTAVA

Donja slika ilustrira povezanost pet razina dubinske zaštite koji vrijede za nove blokove, četiri fizičke barijere odnosno automatske ili ručne intervencije.



Slika 11. Hijerarhija zaštitnih barijera, razina dubinske zaštite i intervencija [8]

Hasadási termék	Fiziksi produkt
Biztonsági és védelmi rendszerek	Sustavi sigurnosti i zaštite
Normálüzemi rendszerek	Sustavi normalnog režima rada
1. szint:	1. razina: konzervativno planiranje, osiguranje kvalitete, sigurnosna kultura
1. gát:	1. barijera: matrica goriva
2. gát:	2. barijera: obloga goriva
3. gát:	3. barijera: granični tlak primarnog kruga
2. szint:	2. razina: regulacija nepravilnog rada i otkrivanje grešaka
3. szint:	3. razina: sustavi sigurnosti i zaštite

4. gát:	4. barijera: hermetički prostor (kontejnment)
4. szint:	4. razina: postupci zbrinjavanja oštećenja, podrazumijevajući i zaštitu kontejnmenta
5. szint:	5. razina: djelatnosti za sprječavanje nesreća van lokacije

Kod novih blokova u kategoriju projektom predviđenih pogonskih poremećaja svrstani su i događaji koji su kod današnjih reaktora tretirani još kao „nesreće izvan projektne osnove“ (takvi su npr. višestruki kvarovi). Iz tog razloga klasa „nesreće izvan projektne osnove“ kod novih reaktora nije ista kao kod reaktora koji su danas u pogonu. Dubinska zaštita današnjih reaktora se nuklearnim gorivom bavi uglavnom u onim pogonskim fazama kada se gorivo nalazi u reaktoru. Kod novih blokova uzeta su u obzir sva moguća stanja nuklearnog goriva (npr. i situacije kada su gorivi elementi smješteni u bazenu za istrošeno gorivo).

Tijekom razvijanja reaktora tipa III+ generacije jedan od važnih ciljeva je prevencija hipotetičkih teških nesreća, odnosno smanjenje posljedica teških nesreća vrlo male vjerojatnoće. Primijenjena projektna i tehnološka rješenja osiguravaju da se ni u slučaju teških nesreća ne emitiraju radioaktivne tvari u okruženje, tako da blokovi III+ generacije ni u slučaju teških nesreća nemaju značajnog utjecaja na stanovništvo niti na okruženje u okolici elektrane.

STRES-TEST

Nakon havarije uslijed potresa i cunamija do tada neviđene jačine u Fukushimi u Japanu, Europska Komisija je u ožujku 2011. godine inicirala ciljanu provjeru sigurnosti u svim nuklearnim elektranama u Europskoj Uniji. Tijekom ove kontrole provjerena je pouzdanost i otpornost nuklearnih elektrana protiv ekstremnih prirodnih utjecaja poput poplava, potresa, ekstremnih vremenskih uvjeta. Na temelju zadanih uputa o sadržaju, operatori nuklearnih elektrana obavili su samoocjenjivanje i prosljedili na provjeru nacionalnim vlastima za nuklearnu sigurnost. Nacionalne vlasti su sastavile izvješća koja su ocjenjivana od strane međunarodnih grupa stručnjaka, u više slučajeva i s konzultacijama na licu mjesta.

Pored zemalja članica Unije u kojima su u pogonu nuklearne elektrane, u ispitivanjima su sudjelovali i Ukrajina i Švicarska. Provjera proširena na 17 zemalja završena je sa zaključkom da nisu pronađeni nedostaci ni u jednoj elektrani zbog kojih bi trebalo zaustaviti njen rad. Izvješće Europske Komisije ujedno sadržava i niz preporuka glede povećanja sigurnosti, za čiju provedbu članice razrađuju programe.

U Nuklearnoj elektrani Paks je ciljana provjera sigurnosti Europske Unije završena s jednoznačno pozitivnim rezultatom. U izvješću su na više područja isticani praktični postupci ove elektrane koje vrijedi slijediti. Kritični ili značajni nedostatak nije otkriven, a dio preporuka se odnosio na razvojne procese koji su već u tijeku.

Na temelju preporuka stres-testa Nuklearna elektrana Paks izradila je program za povećanje sigurnosti, o čijem izvršenju će se sačinuti periodično izvješće. Slične programe su proveli u ostalim nuklearnim elektranama u EU, a prema planovima ta izvješća će se sažeti i ocijeniti na razini EU. [9], [10], [11]

ANALIZE SIGURNOSTI

Za ishođenje dozvole glede nuklearne sigurnosti od osnovnog su značaja **analize sigurnosti** u kojima su primijenjene i determinističke i vjerojatnosne metode, odnosno **izvješće o sigurnosti** izrađen na temelju tih analiza.

Najteža posljedica pogonskog poremećaja u nuklearnoj elektrani je onečišćenje okoliša radioaktivnim tvarima, što se može desiti uslijed značajnog oštećenja – eventualno i taljenja – jezgre reaktora (aktivne zone), ukoliko kontejnment ne može zaustaviti zagađenje. Iz tog razloga, **vjerojatnosne sigurnosne analize (Probabilistic Safety Analysis – PSA)** prije svega analiziraju vjerojatnost **oštećenja jezgre**. U tu svrhu treba determinističkim analizama ispitati svaki zamislivi niz događaja koji može dovesti do oštećenja jezgre, i pojedinačno izračunati njihovu vjerojatnost. Zbir tih rezultata karakterizira sigurnost nuklearne elektrane. Ovom analizom se ujedno mogu otkriti slabe točke nuklearne elektrane u pogledu sigurnosti. Na temelju tih analiza se mogu izraditi sredstva i uređaji za poboljšanje sigurnosti.

Cilj vjerojatnosne sigurnosne analize je izračunavanje očekivane učestalosti događaja na razini 1. (s oštećenjem jezgre) i na razini 2. (s visokom emisijom radioaktivnih tvari).

4.2 ZAHTJEVI NUKLEARNE SIGURNOSTI

Prema članku 2. Zakona o nuklearnoj energiji (zakon broj CXVI iz 1996. godine, tekst zakona koji važi na dan 16.VII.2014.):

"29. nuklearna sigurnost: „ispunjavanje odgovarajućih uvjeta rada, sprječavanje nesreća, odnosno ublažavanje posljedica nuklearne nesreće u svim fazama životnog ciklusa nuklearnog postrojenja, kojima se ostvaruje zaštita stanovništva i zaposlenih od ionizirajućeg zračenja nuklearnih postrojenja."

Zakon o nuklearnoj energiji (zakon broj CXVI iz 1996 godine), nalaže osnovne zahtjeve korištenja atomske energije u mirne svrhe, određuje prava i obveze sudionika u korištenju atomske energije. Prema pravnim propisima koji reguliraju izvršenje Zakona, pitanja povezana s nuklearnom sigurnošću i nuklearno sigurnosnim dozvolama spadaju u nadležnost Državnog ureda za atomsku energiju (OAH).

Tijekom postupka za ishođenje dozvole za izgradnju tehnologije nuklearne elektrane od posebne je važnosti da se ispita, udovoljava li buduća nuklearna elektrana propisima u vezi s nuklearnom sigurnošću.

Nuklearne elektrane se projektiraju, tehnička oprema i sigurnosni sustavi se izgrađuju na način da i u slučaju nesreće bude u mogućoj najvećoj mjeri garantirana sigurnost u okolici elektrane. Stalna kontrola sigurnosti pogona i izrada mjera za povećanje sigurnosti osnovni su zahtjevi prema operatorima. Nadzorno tijelo će izdati odobrenje za puštanje u pogon, odnosno za rad reaktora ili za obavljanje raznih intervencija na dijelovima reaktora ako je dokazano da se može garantirati siguran pogon reaktora.

Geološku i nuklearno sigurnosnu prikladnost lokacije treba dokazati u postupku za ishođenje lokacijske dozvole provedenom od strane OAH-a na temelju Pravilnika o nuklearnoj sigurnosti (NBSz) iz priloga Vladine uredbe broj 118/2011. (11.VII.) o nuklearno sigurnosnim zahtjevima nuklearnih postrojenja i o povezanim djelatnostima državnih tijela.

Prikladnost lokacije i pogodnost osnovnih geoloških podataka u svezi s lokacijom OAH utvrđuje na temelju rezultata vrlo detaljnih ispitivanja. Program ispitivanja lokacije izrađen je po najnovijim međunarodnim zahtjevima (post-Fukushima). Program ispitivanja lokacije ocijenili su stručnjaci Međunarodne agencije za atomsku energiju (IAEA) u okviru neovisne kontrole.

Prema važećim pravnim regulativama (NBSz) blokovi planirani na lokaciji Paksu moraju biti zaštićeni i od udara velikih civilnih zrakoplova. Oprema i zgrade blokova trebaju zadovoljiti vrlo stroge kriterije upravljanja kvalitetom. Dobavljač blokova je prihvatio da će zadovoljiti zahtjeve European Utility Requirements (EUR), te će pri izgradnji primijeniti arhitektonska i tehnička rješenja koja pružaju zaštitu i u slučaju udara zrakoplova.

Za objekte, konstrukcije, sustave odnosno elemente sustava koji utječu na nuklearnu sigurnost elektrane (svrstane u sigurnosne klase sustava i elemenata nuklearnih elektrana ABOS) moraju se pribaviti dozvole na razini objekta odnosno sustava.

Sigurnosni zahtjevi prema nuklearnim postrojenjima koji će se izgraditi u Mađarskoj uređeni su u načelu mađarskim pravnim propisima. Osim toga, preporučeno je uzeti u obzir i relevantne međunarodne sigurnosne propise, sigurnosne propise IAEA, niz američkih standarda ASME, odnosno preporuke EUR, kako bi razni tipovi reaktora instalirani u pojedinim državama bili na istoj razini nuklearne sigurnosti.

Od tipa blokova koji će se izgraditi zahtijeva se da u postupku za ishođenje dozvola provedenom prije izgradnje, bude dokazano da planirane vrijednosti ispuštanja u slučaju raznih projektom predviđenih pogonskih poremećaja odgovaraju aktualnim domaćim i međunarodnim propisima koji važe u vrijeme ishođenja dozvole.

REGULATIVA U MAĐARSKOJ – PRAVILNICI O NUKLEARNOJ SIGURNOSTI (NBSz)

Prema domaćoj klasifikaciji **NBSz** (Vladina uredba broj 118/2011. (11.VII.) prilog br. 10. točka 163. Pogonsko stanje) pogonska stanja novih nuklearnih blokova definirana su na sljedeći način:

Projektna osnova (PO)				Proširenje projektne osnove (PPO)	
Normalno pogonsko stanje	Događaji koji spadaju u projektnu osnovu			Događaji koji nisu predviđeni projektom	
Normalni pogon	Predvidljivi događaji tijekom rada	Projektom predviđeni kvar		Nesreće izvan projektne osnove	Teške nesreće
		Rijetki poremećaji predviđeni projektom	Vrlo rijetki poremećaji predviđeni projektom		
PO1	PO2	PO3	PO4	PPO1	PPO2
Učestalost (f [1/godina])					
1	$1 > f > 10^{-2}$	$10^{-2} > f \geq 10^{-4}$	$10^{-4} > f \geq 10^{-6}$		

Tablica 5. Naziv pojedinih pogonskih stanja i klasifikacija prema učestalosti, za nove blokove

NORMALNI POGON

121. Normalni pogon (PO1)

„Rad nuklearnih postrojenja, obavljen pridržavajući se „Uvjeta rada i granica“ odobrenih od strane uprave za nuklearnu sigurnost, među koje u slučaju atomskog reaktora i elektrane spadaju i **promjene opterećenja, zaustavljanje, pokretanje, zamjena pogonskog goriva, održavanje, probe i ostale planirane djelatnosti.**”

DOGAĐAJI KOJI SPADAJU PROJEKTNU OSNOVU

179. Predvidljivi događaj tijekom rada (PO2)

„Proces iniciran projektom predviđenim početnim događajem, analiziranim prema načelu jednostrukog kvara, odnosno pokrivenim tim analizama, do kojeg tijekom životnog vijeka nuklearne elektrane može doći s velikom vjerojatnošću.”

159. Projektom predviđeni kvar (PO3 i PO4)

„Proces iniciran projektom predviđenim početnim događajem, analiziranim prema načelu jednostrukog kvara, odnosno pokrivenim tim analizama, koji se tijekom životnog vijeka nuklearne elektrane javlja s malom vjerojatnošću, i koji uzrokuje oštećenja gorivih elemenata samo u mjeri i s karakteristikama utvrđenim u projektima.”

DOGAĐAJI KOJI NISU PREDVIĐENI PROJEKTOM

155. Nesreće izvan projektne osnove (PPO1)

Procesi izvan predviđenih događaja i planiranih pogonskih poremećaja, koji se ne mogu isključiti, ali se mogu desiti samo kao posljedica uzastopnih, međusobno neovisnih grešaka, a koji mogu imati posljedice teže od posljedica projektom predviđenih kvarova, s oštećenjem jezgre bez taljenja.

145. Teška nesreća (PPO2)

Nesreća koja ima teže vanjske utjecaje od projektom predviđenih nezgoda i pogonskih nesreća izvan projektom predviđenih, sa značajnim oštećenjem jezgre reaktora i taljenjem jezgre.

4.3 MEĐUNARODNA SKALA NUKLEARNIH DOGAĐAJA

U cilju unapređenja informiranja o nuklearnim događanjima, za **obavještanje stanovništva, društveno političkih organizacija i medija na odgovarajućoj razini**, Agencija za nuklearnu energiju (NEA) pri Organizaciji za ekonomsku suradnju i razvoj (OECD) i Međunarodna agencija za atomsku energiju (IAEA) izradili su Međunarodnu ljestvicu nuklearnih i radioloških događaja (INES) za svrstavanje nuklearnih događaja.

Cilj INES skale je **da se stanovništvo može obavijestiti na komparativan način**, odnosno **informirati** o kakvoći i sigurnosnom značaju događaja, pogonskih poremećaja i nesreća u nuklearnim elektranama ili drugim nuklearnim postrojenjima.

Događaji su na INES skali svrstani na sedam razina, za pogonske nezgode utvrđene su tri, a za nesreće četiri razine.

Međunarodna skala nuklearnih i radioloških događaja prikazana je na sljedećoj slici:



Slika 12. Međunarodna skala za nuklearne i radiološke događaje (INES)

Odstupanja od normalnog pogonskog stanja svrstana su na razinama 1-7. INES skale: za nezgode postoje tri, a za nesreće četiri razine.

Nesreća koja se desila u Nuklearnoj elektrani u Černobilu 1986. godine događaj je na razini 7. na INES skali. Nesreća je imala rasprostranjene zdravstvene i ekološke utjecaje. Pri određivanju kriterija za INES klasifikaciju, jedan od najvažnijih načela je bilo da se događaji s manje teškim posljedicama i manje rasprostranjenim utjecajem mogu jasno odvojiti od ove, vrlo teške nesreće. Tako je nesreća u nuklearnoj elektrani u Three Mile Island (TMI) 1979. godine klasificirana kao događaj na razini 5. INES ljestvice.

Svaki događaj na bilo kojoj razini ove skale mora se prijaviti - u roku propisanom za tu razinu - Državnom uredu za nuklearnu energiju (OAH) i centru Međunarodne agencije za atomsku energiju (IAEA) u Beču, odnosno tijelima naznačenim u lokalnim i međunarodnim sporazumima.

Kategorizaciju pojedinih događaja kod nas obavlja operativno osoblje Nuklearne elektrane Paks prema uputama br. 1.48. OAH, odnosno na temelju Pravilnika o nuklearnoj sigurnosti (NBSZ), te je usklađuje s OAH-om. U slučaju da se desi događaj koji spada u neku od razina na ovoj skali, Centar za obavještanje i za posjetitelje Nuklearne elektrane Paks sastavlja kratku, razumljivu obavijest koju dostavlja Mađarskoj Telegrafskoj Agenciji (MTI).

Tablica br. 6. prikazuje opće kriterije za klasifikaciju nuklearnih događaja, a tablica br. 7. prikazuje primjere za ilustraciju kriterija INES primijenjenih za klasifikaciju događaja u nuklearnim postrojenjima.

INES RAZINA	Ljudi i okoliš	Radiološke barijere i kontrola	Obrana po dubini
INES 7 Teška nesreća	Veliko ispuštanje radioaktivnog materijala s rasprostranjenim učincima na zdravlje i okoliš koje zahtijeva provedbu planiranih ali i proširenih mjera zaštite.		
INES 6 Ozbiljna nesreća	Značajno ispuštanje radioaktivnog materijala koje će vjerojatno zahtijevati provedbu planiranih mjera zaštite.		
INES 5 Nesreća sa širim posljedicama	Ograničeno ispuštanje radioaktivnog materijala koje će vjerojatno zahtijevati provedbu nekih od planiranih mjera zaštite. Nekoliko smrti uzrokovanih zračenjem.	Teška šteta na jezgri reaktora Ispuštanje velikih količina radioaktivnog materijala unutar postrojenja s velikom vjerojatnošću da se stanovništvo (jedan ili više članova) izloži ozračanju iznad propisanih granica. Do ispuštanja bi moglo doći zbog veće nesreće s kritičnošću ili pojave vatre.	
INES 4 Nesreća s lokalnim posljedicama	Manje oslobađanje radioaktivnog materijala koje osim kontrole lokalno proizvedene hrane vjerojatno neće zahtijevati provedbu drugih planiranih mjera zaštite. Najmanje jedna smrt uzrokovana zračenjem.	Taljenje goriva ili šteta na gorivu koja rezultira otpuštanjem više od 0,1% radioaktivnog sadržaja jezgre. Ispuštanje značajnih količina radioaktivnog materijala unutar postrojenja s velikom vjerojatnošću da će doći do izlaganja (jednog ili više) stanovnika iznad propisanih granica.	
INES 3 Ozbiljna nezgoda	Izlaganje radnika deset puta većim dozama nego što je godišnje zakonsko ograničenje. Nesmrtonosni učinci na zdravlje (npr. opekline) uzrokovane zračenjem.	Izlaganje brzini doze većoj od 1 Sv/h u radnom području. Značajno onečišćenje operativnog područja s malom vjerojatnošću da će doći do izlaganja stanovnika iznad propisanih granica	Situacije u nuklearnim postrojenjima koje su prijetile prerasti u nesreće kad nije preostala nijedna sigurnosna mjera. Izgubljeni ili ukradeni visokoaktivni zatvoreni izvor. Visokoaktivni zatvoreni radioaktivni izvor koji je pogrešno dostavljen na mjesto gdje ne postoje odgovarajući postupci za rukovanje njime.
INES 2 Nezgod	Izlaganje stanovnika dozama većim od 10 mSv. Izlaganje radnika dozama iznad propisanih granica za godišnje izlaganje.	Razine zračenja u jednom radnom području veće od 50 mSv/h. Značajno onečišćenje u dijelu postrojenja koje za to nije projektirano.	Značajni propusti u mjerama sigurnosti ali bez posljedica. Pronađen visokoaktivni zatvoreni radioaktivni izvor bez posjednika, pošiljka u ambalaži očuvane sigurnosne funkcije. Neodgovarajuća ambalaža visokoaktivnog zatvorenog radioaktivnog izvora.
INES 1 Nepравilnost			Izlaganje stanovnika dozama iznad propisanih granica za godišnje izlaganje. Manji problemi sa sigurnosnim komponentama u slučaju da je obrana po dubini očuvana. Izgubljeni ili ukradeni niskoaktivni radioaktivni izvori, uređaji ili paketi.
Ne ugrožava sigurnost (ispod ljestvice/razina INES 0)			

Tablica 6. Opći kriteriji za klasifikaciju nuklearnih događaja. [12]

INES RAZINA	Ljudi i okoliš	Radiološke barijere i kontrola	Obrana po dubini
Razina 7 Teška nesreća	Černobil, 1986. – široko rasprostranjeni učinci na zdravlje i okoliš. Ispust značajnog dijela sadržaja jezgre reaktora.		
Razina 6 Ozbiljna nesreća	Kyshtym, Rusija, 1957. – značajan ispust u okoliš radioaktivnog materijala nakon eksplozije spremnika visokoaktivnog radioaktivnog otpada.		
Razina 5 Nesreća sa širim posljedicama	Windscale, Pile, UK, 1957. – ispust radioaktivnog materijala u okoliš zbog požara u jezgri reaktora.	Three Mile Island, USA, 1979. – teško oštećenje jezgre reaktora.	
Razina 4 Nesreća s lokalnim posljedicama	Tokaimura, Japan, 1999. – prekomjerno ozračenje radnika s kobnim posljedicama uslijed događaja s kritičnošću u nuklearnom postrojenju.	Saint Laurent des Eaux, Francuska, 1980. – taljenje jednog kanala za gorivo u reaktoru bez ispusta u okoliš.	
Razina 3 Ozbiljna nezgoda	Nema dostupnih primjera.	Sellafield, UK, 2005. – ispuštanje velike količine radioaktivnog materijala unutar postrojenja, bez ispuštanja u okoliš.	Vandello, Španjolska, 1989. – nezgoda izazvana vatrom rezultirala je smanjenjem sigurnosti u nuklearnom postrojenju.
Razina 2 Nezgoda	Atucha, Argentina, 2005. – Ozračenje radnika u nuklearnoj elektrani preko godišnje granice ozračenja.	Cadarache, Francuska, 1993. širenje onečišćenja na neočekivano područje.	Forsmark, Švedska, 2006. – smanjene sigurnosne funkcije zbog greške u sustavu rezervnog napajanja nuklearne elektrane.
Razina 1 Nepravilnost			Kršenje operativnih ograničenja u nuklearnom postrojenju.

Tablica 7. Primjeri za ilustraciju kriterija INES primijenjenih za klasifikaciju događaja u nuklearnim postrojenjima [12]

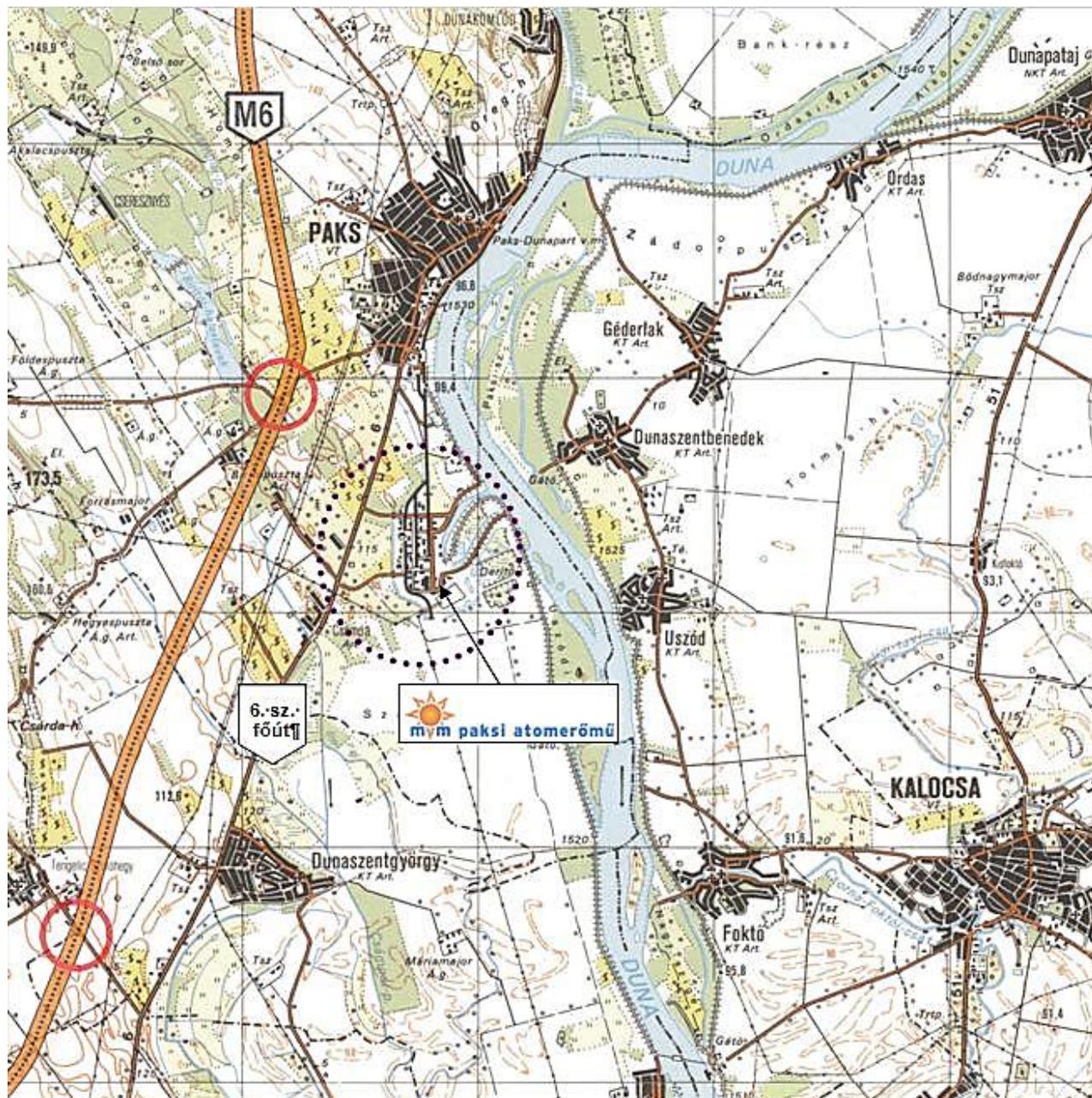
U gornju tablicu nije upisana ozbiljna nezgoda na razini 3. koja se dogodila u bloku broj 2 Nuklearne elektrane Paks dana 10. travnja 2003. godine, niti vrlo teška nesreća na razini 7. u Fukushimi u Japanu, koja se desila u blokovima 1., 2. i 3. Nuklearne elektrane Dai-ichi, 11. ožujka 2011. godine.

5 KARAKTERIZIRANJE PLANIRANE LOKACIJE ZA IZGRADNJU

Planirana lokacija novih nuklearnih blokova, Paks II je unutar lokacije postojeće Nuklearne elektrane Paks.

Lokacija Nuklearne elektrane Paks nalazi se u županiji Tolna, 118 km. južno od Budimpešte.

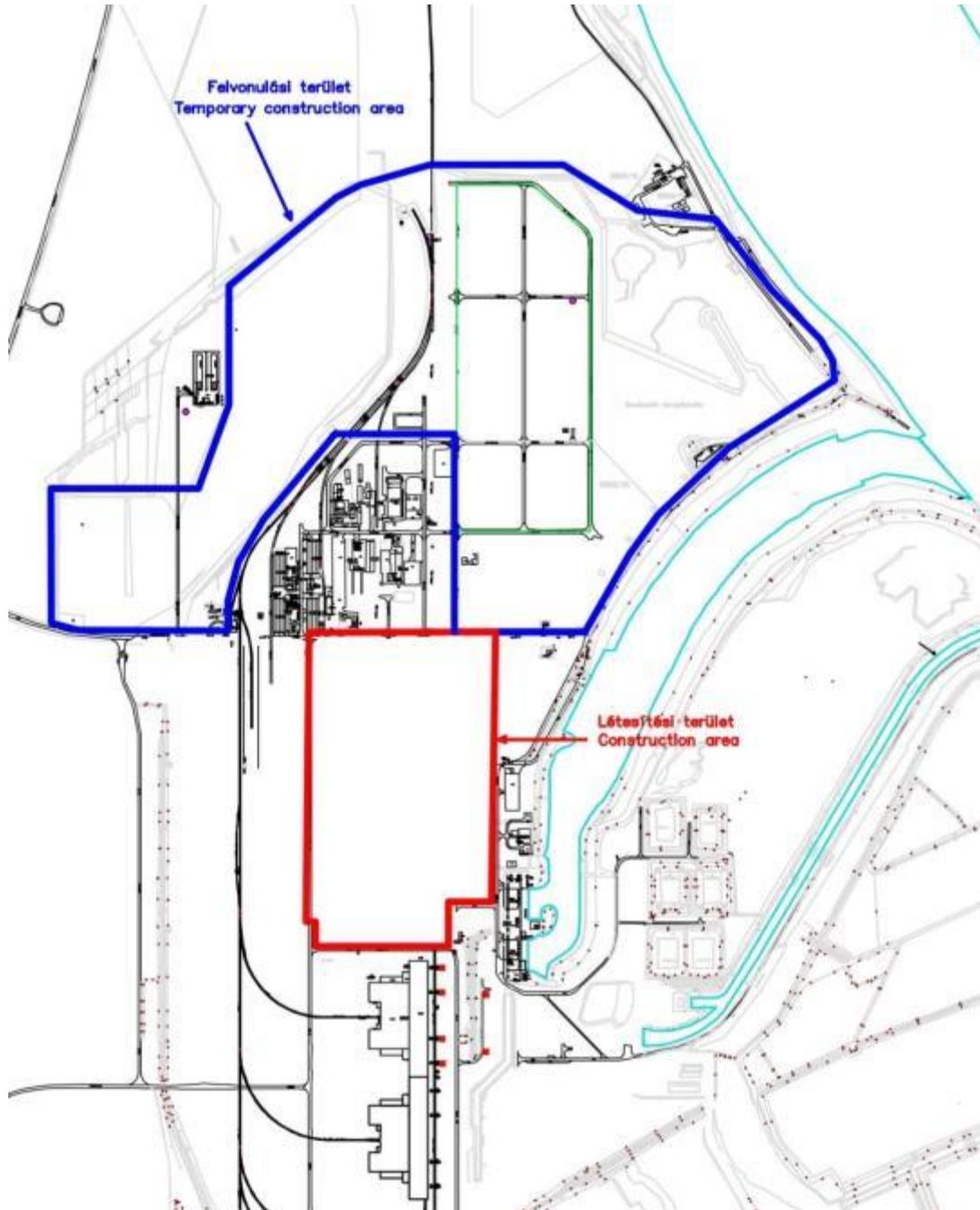
Lokacija se nalazi na 5 km. južno od centra grada Paksa, na 1 km zapadno od Dunava i 1,5 km istočno od glavne prometnice br. 6. Lokaciju i položaj neposrednog okruženja prikazana je na sljedećoj slici.



Slika 13. Pregledna karta lokacije u Paksu [13]

5.1 MJESTO IZGRADNJE PAKS II UNUTAR LOKACIJE NUKLEARNE ELEKTRANE PAKS

Za smještaj novih nuklearnih blokova mogu doći obzir prostori u susjedstvu postojećih blokova Nuklearne elektrane Paks, sjeverno od njih. Na donjoj slici područje zaokruženo crvenom linijom predstavlja pogonski prostor novih blokova, a područje obilježeno plavom linijom je gradilište.



Jelmagyarázat - Legenda

Piros vonal: üzemi terület - Crvena linija: pogonsko područje

Kék vonal: felvonulási terület - Plava linija: gradilište

Slika 14. Lokacija u Paksu s označenim mjestom planirane nove elektrane.

Ukupna površina područja je 105,8 ha, od toga će pogonska postrojenja zauzimati 29,5 ha, a gradilište 76,3 ha. Na pogonskom području će biti smješteni nuklearni blokovi, uslužna pomoćna postrojenja, sustavi i ostali objekti, a gradilište osigurava potreban prostor u fazi izvođenja građevinskih radova.



Slika 15. Mjesto planiranih blokova [14]

5.2 INFRASTRUKTURNA POVEZANOST GRADILIŠTA

Izvor: Analiza Stavki izvan obima generalnog izvođača radova na izgradnji novih nuklearnih blokova u Paksu, 2013, MVM ERBE Zrt.

U fazi pripreme investicije od posebnog je značaja zadatak da se ispituju mogući pristupi lokaciji proširenja, a unutar toga mogućnost dopreme izvangabaritne opreme. Području predviđenom za izgradnju novih blokova postoji cestovni, željeznički i riječni pristup, međutim, postojeće stanje infrastrukture nije, ili je samo ograničeno pogodno za obavljanje prometa za vrijeme izgradnje, povećanog zbog znatnog broja dnevnih ulazaka (i izlazaka), odnosno za dopremu izvangabaritne opreme.

Pristup gradilištu i pogonskom području novih nuklearnih blokova moguć je **javnim cestama**: autocestom M6 (odvojak Paks jug) i glavnom prometnicom br. 6. Trenutačno do sjevernog i južnog ulaza elektrane vode zasebne prilazne ceste. Glede razvoja postojeće infrastrukture prethodno je ispitano više varijanti:

- ❖ jedna je izgradnja nove prilazne ceste od odvojka autoceste M6;
- ❖ druga je obnova cestovne mreže između lokalnih naselja (Tengelic, Kölesd, Nagydorog, Németskér, Bölcske), odnosno obnova cestovne mreže do glavne prometnice br. 6 (2x1 prometna traka standardne širine);
- ❖ odnosno proširenje i pregradnja zemljane ceste koja vodi prema mjestu Gerjen.

Cestom na relaciji Gerjen – Nuklearna elektrana Paks, odnosno eventualnim uvođenjem trajektne linije preko Dunava, Kalocsa i njezina okolica bi se mogla uključiti u izvođenje gradbenih radova u periodu izgradnje.

Glede **željeznice**, trenutačna trasa prolazi kraj spomenutog područja u smjeru Pusztaszabolcs (djelomično elektrificirana jednokolosječna tračnica br. 42. Mađarskih željeznica MÁV na relaciji Pusztaszabolcs-Dunaújváros-Paks, dužine 79 km). Prvobitna dionica obnovljena je prilikom izgradnje Nuklearne elektrane Paks, na njoj mogu prometovati lokomotive s osovinskim pritiskom i do 20 t, no neovisno o tome, potrebno je obnoviti dionicu i/ili izgraditi novu trasu.

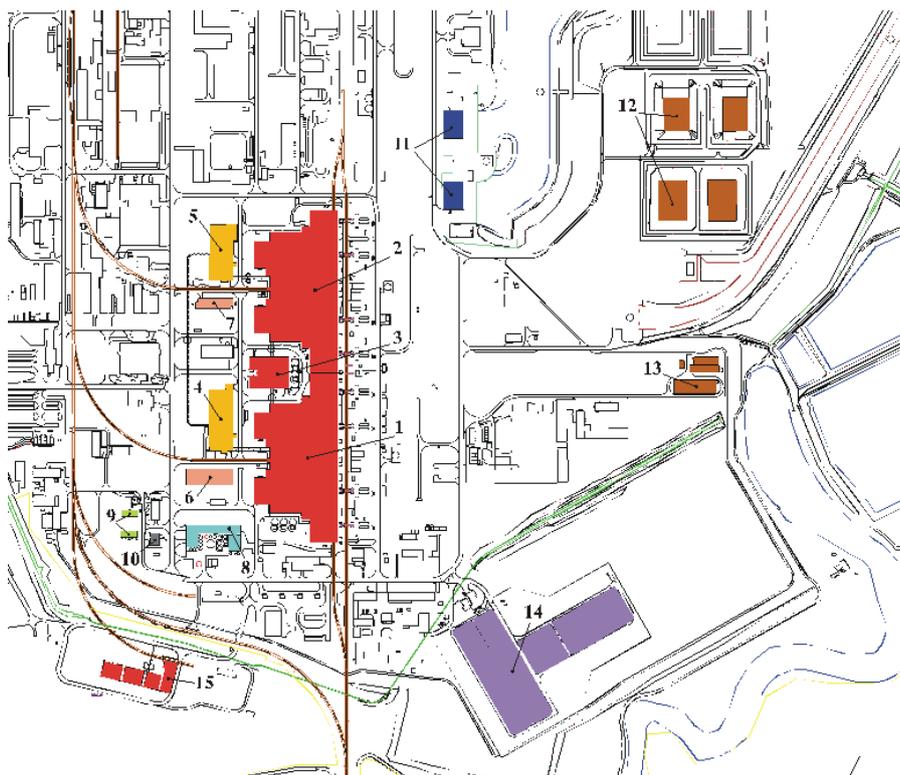
Glede **riječnog** pristupa, Nuklearna elektrana Paks i sada raspolaže pristaništem, ali je nužna njegova obnova (zbog krana), odnosno eventualno proširenje.

Na gradilištu i pogonskom području nije riješena neposredna **opskrba vodom** i **odlaganje otpadnih voda**, ove sustave treba izgraditi.

5.3 NUKLEARNA ELEKTRANA PAKS I NJENI PRATEĆI OBJEKTI



Slika 16. Pogled na Nuklearnu elektranu Paks i njezinih blokova blizanaca (13)



Legenda

1. Glavna pogonska zgrada broj I
2. Glavna pogonska zgrada broj II
3. Zdravstvena stanica i laboratorij
4. Pomoćna zgrada broj I
5. Pomoćna zgrada broj II
6. Dizelsko postrojenje broj I
7. Dizelsko postrojenje broj II
8. Kemijska priprema vode
9. Spremnici vodika i dušika
10. Proizvodnja vodika
11. Crpilišta broj I i II
12. Taložni bazeni za otpadne vode
13. Postrojenje za pročišćavanje otpadnih voda
14. Transformatorska stanica
15. Privremeno odlagalište istrošenog goriva (KKAT)

Slika 17. Nuklearna elektrana i prateći objekti na lokaciji u Paksu [15]

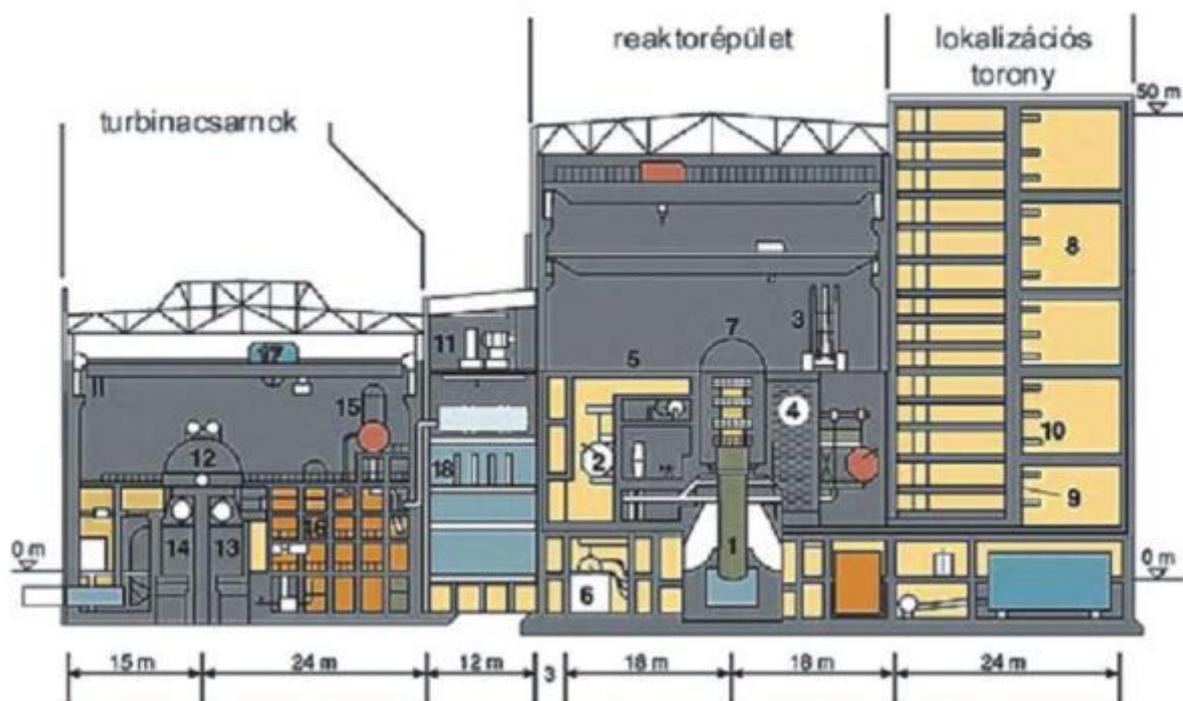
5.3.1 NUKLEARNA ELEKTRANA PAKS

Nuklearna elektrana Paks je najznačajniji subjekt u opskrbi električnom energijom Mađarske, njezina 4 bloka su puštena u pogon između 1982. i 1987. godine, opremljene u svakom bloku po jednim od ukupno 4 komada reaktora hlađenim i

moderiranim vodom pod tlakom, tipa VVER-440 V-213. Izvorna nazivna snaga blokova bila je 440 MW_e, ali zahvaljujući programu povećanja snage, ista ja povećana na 500 MW_e, tako da ukupna nazivna snaga sada iznosi 2.000 MW_e. Pojedinačna termička snaga blokova je 1.485 MW_{th}, ukupna termička snaga je 5.940 MW_{th}.

Nuklearna elektrana Paks kao osnovna elektrana, po mogućnosti radi pod ujednačenim opterećenjem, u 2013. godini proizvela je 15.369,6 GWh električne energije što predstavlja 50,7% od ukupne bruto proizvedene električne energije u zemlji.

Tehnologija nuklearne elektrane može se podijeliti na primarni i sekundarni krug. U primarnom krugu su smješteni nuklearna tehnologija s glavnim rashladnim krugom, na njih nadovezani najvažniji sustavi primarnog kruga i ostali pomoćni sustavi. Glavno postrojenje primarnog kruga je uspravno postavljena reaktorska posuda valjkastog oblika u kojoj se nalazi jezgra reaktora (aktivna zona). Gorivo reaktora je oksid uranija, težine 42 tone. Moderator kao i medij za hlađenje nuklearnog reaktora s vodom pod tlakom je laka voda (H₂O). Vruća voda primarnog kruga pod visokim tlakom prenosi toplinsku energiju iz reaktora u sekundarni krug preko cijevnih izmjenjivača topline u parogeneratoru. U sekundarnom krugu se toplina proizvedena u reaktoru pretvara u mehaničku, a zatim u električnu energiju. U parogeneratorima se voda pretvara u paru koja preko glavnog parovodnog sustava dolazi u turbine. Para koja izlazi iz turbine kondenzira se u izmjenjivačima topline hlađenim vodom iz Dunava, a zatim se vraća u parogeneratore. Rashladnu vodu Nuklearna elektrana Paks crpi iz Dunava koja se nakon zagrijavanja vraća u Dunav. Proizvedenu električnu energiju glavni transformatori (2 komada po bloku) transformiraju na razinu napona 400 kV.



Slika 18. Presjek istok-zapad kroz Nuklearnu elektranu Paks [16]

turbinaacsarnok	turbinska zgrada
reaktorépület	reaktorska zgrada
lokalizációs torony	toranj za ograničenje (lokaliziranje) nepovoljnih utjecaja

Rukovanje i skladištenje gorivih elemenata

Tijekom rukovanja i skladištenja snopova istrošenih, već ozračenih gorivih elemenata koji se više ne mogu koristiti kao gorivo u reaktorima, pored održavanja podkritičnog stanja, s jedne strane, mora se osigurati zasjenjenje radi zaštite od zračenja, a s druge strane, treba odvoditi zaostalu (remanentnu) toplinu nastalu u gorivim elementima. Nakon vađenja iz reaktora snopovi istrošenih gorivih elemenata privremeno se odlažu u bazenu za istrošeno gorivo s vlastitim rashladnim krugom, koji se nalazi u neposrednoj blizini četiri reaktorska postrojenja.

Nakon skladištenja u trajanju od 3-5 godina u bazenu, istrošeni gorivi elementi se pohranjuju u Privremenom skladištu za istrošeno gorivo (KKÁT), kako bi se u bazenu za istrošeno gorivo oslobodio kapacitet potreban za neometani rad reaktora.

Sigurnosni pojas oko Nuklearne elektrane Paks

Minimalni radijus sigurnosne zone oko elektrane je 500 m, mjereno od sljedećih elemenata odnosno konstrukcija objekata:

- od zidova objekata crpilišta u kojima su smještene pumpe za sigurnosnu rashladnu vodu,
- od zidova kanala za dovod sigurnosne rashladne vode, odnosno od samih vodovodnih cijevi smještenih u zemlji
- od zidova turbinske zgrade
- od zidova zgrade s pumpama za desaliziranu vodu,
- od zidova poprečnih kanala s električnim vodovima,
- od zidova reaktorske zgrade – podrazumijevajući i zidove tornjeva za lokaliziranje,
- od stijenki podzemnih spremnika goriva za dizel generatore,
- od zidova dizelskih postrojenja,
- od zidova pomoćnih zgrada, odnosno
- od stijenki armiranobetonske cijevi koja spaja dvije pomoćne zgrade.



Slika 19. Sigurnosni pojas oko Nuklearne elektrane Paks [15]

5.3.2 PODSTANICA NAPONA 400 kV

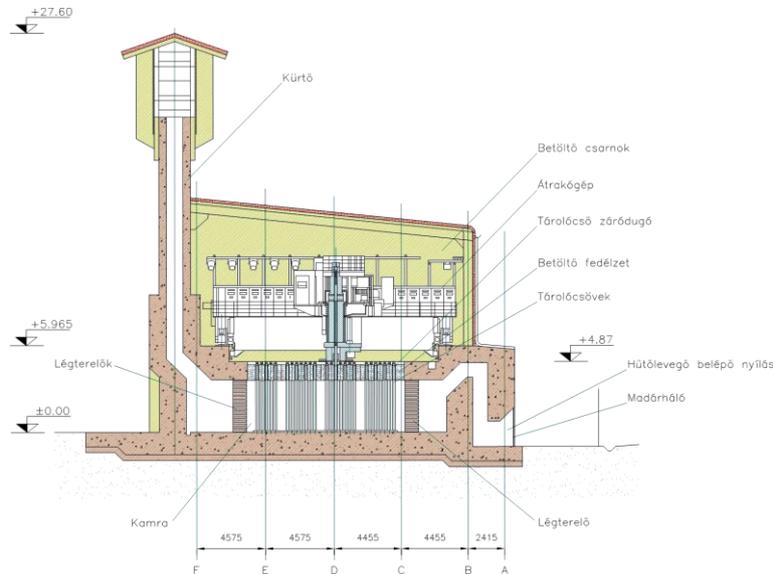
Napon električne energije proizvedene turbo-generatorima Nuklearne elektrane Paks transformira se glavnim transformatorima na razinu 400 kV. Glavni transformatori se zračnim 400 kV vodovima priključuju na podstanicu 400/120 kV u jugoistočnom dijelu lokacije u Paksu, koja čini sastavni dio domaće elektroenergetske mreže. 400 kV dalekovodi iz podstanice prenose proizvedenu električnu energiju u glavnim smjerovima. Dio podstanice pod naponom 400 kV priključuje se na dio pod naponom 120 kV preko dva Booster transformatora tipa 400 / 120 / 18 kV, 250 / 250/ 75 MVA, odnosno na 120 kV dalekovode koji vode od te podstanice. Dio podstanice napona 400 kV je oklopljena, opremljena SF6 prekidačima, postavljena kombinirano (dvije sabirnice s tri prekidača), dok je dio podstanice napona 120 kV standardne izvedbe s pomoćnom sabirnicom (2 sabirnice + pomoćna sabirnica).[13]

5.3.3 PRIVREMENO SKLADIŠTE ISTROŠENIH GORIVIH ELEMENATA (KKÁT)

Gorivo istrošeno tijekom rada elektrane treba privremeno skladištiti prije eventualne daljnje prerade ili konačnog odlaganja bez prerade. Nakon odležavanja u bazenu u trajanju od 3-5 godina istrošeni gorivi elementi se pohranjuju u Privremenom skladištu za istrošeno gorivo (KKÁT) pored Nuklearne elektrane Paks.

KKÁT je privremeno skladište modularnog sustava čiji se slobodni skladišni kapacitet može povećavati postupnim dodavanjem modula. Prema Zakonu o nuklearnoj energiji (zakon br. CXVI iz 1996. godine) zadaću privremenog zbrinjavanja istrošenih gorivih elemenata obavlja društvo Radioaktív Hulladékot Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft. (Neprofitno društvo od javnog interesa s ograničenom odgovornošću za zbrinjavanje radioaktivnog otpada). KKÁT je smješten u susjedstvu Nuklearne elektrane Paks kao samostalno nuklearno postrojenje neovisno od operatora elektrane, koje raspolaže Konačnim izvješćem o sigurnosti i samostalnom dozvolom za rad.

Na sljedećoj slici prikazan je presjek skladišne komore s prirodnim strujanjem zraka u kojoj su smještene skladišne cijevi.



Slika 20. presjek kroz KKÁT [15]

kürtő	ventilacijski kanal
betöltő csarnok	dvorana za punjenje
átrakógép	stroj za pretovar
tárolócső záródugó	čep skladišne cijevi
betöltő fedélzet	platforma za punjenje
tárolócsövek	skladišne cijevi
hűtőlevegő belépő nyílás	otvor za dovod rashladnog zraka
madárháló	mreža protiv ptica
kamra	komora
légterelő	usmjerivač zraka

Sigurnosni pojas oko KKÁT



Slika 21. Sigurnosni pojas oko KKÁT [15]

5.4 SUSTAVI MONITORINGA U OKOLICI NUKLEARNE ELEKTRANE PAKS

Nuklearna elektrana Paks, kao i sva druga postrojenja koja proizvode energiju, konstantno prati emisiju u okoliš kao i pojavljivanje ispuštenih tvari u okolišu (imisijska) uslijed njene tehnologije, vrši monitoring, te u godišnjem izvješću daje sažeto obavještenje o rezultatima, vidi: ekološko izvješće MVM Nuklearne elektrane Paks za 2013. godinu.

5.4.1 KONTROLA KONVENCIONALNIH POKAZATELJA STANJA OKOLIŠA

5.4.1.1 Kontrola ispuštanja otpadne i rabljene vode

Kontrola ispuštanja otpadne i rabljene vode vrši se prema Planu samokontrole prihvaćenog od strane DdKTVF (Inspekcija zaštite okoliša, prirode i voda Južnog Zadunavlja).

- postaja V1 za vađenje uzoraka i daljinska mjerenja: uzorkovanje hladnovodnog kanala
- postaja V2 za vađenje uzoraka i daljinska mjerenja: uzorkovanje toplovodnog kanala
- postaja V4 za vađenje uzoraka (uzorak crpljen iz kasete objekta za disipaciju energije): uzorkovanje rezultirajuće vode nastale miješanjem rabljene vode vraćene u Dunav i pročišćenih otpadnih voda, konvencionalne granične vrijednosti se odnose na ovu točku.
- Šaht crpne stanice za prepumpavanje na lokaciji proširenja: kakvoća otpadne vode koja ulazi u postrojenje pročištača grada Paks (propisane su granične vrijednosti)
- Ostala mjesta za vađenje uzoraka: ispred i iza komunalnog pročištača, taložnica vapnenog mulja, bazen za otpadnu vodu s kemikalijama.

5.4.1.2 Toplinsko opterećenje Dunava

Provjera propisa za graničnu vrijednost toplinskog opterećenja Dunava obavlja se prema Planu samokontrole prihvaćenog od strane DdKTVF. Prema odredbama tog plana konstantno se mjeri temperatura zahvaćene i vraćene vode Dunava, a u slučaju da temperatura ulazne Dunavske vode prelazi 25°C, mjeri se temperatura Dunava i 500 m nizvodno od ulazne točke toplovodnog kanala.

5.4.1.3 Monitoring podzemnih voda

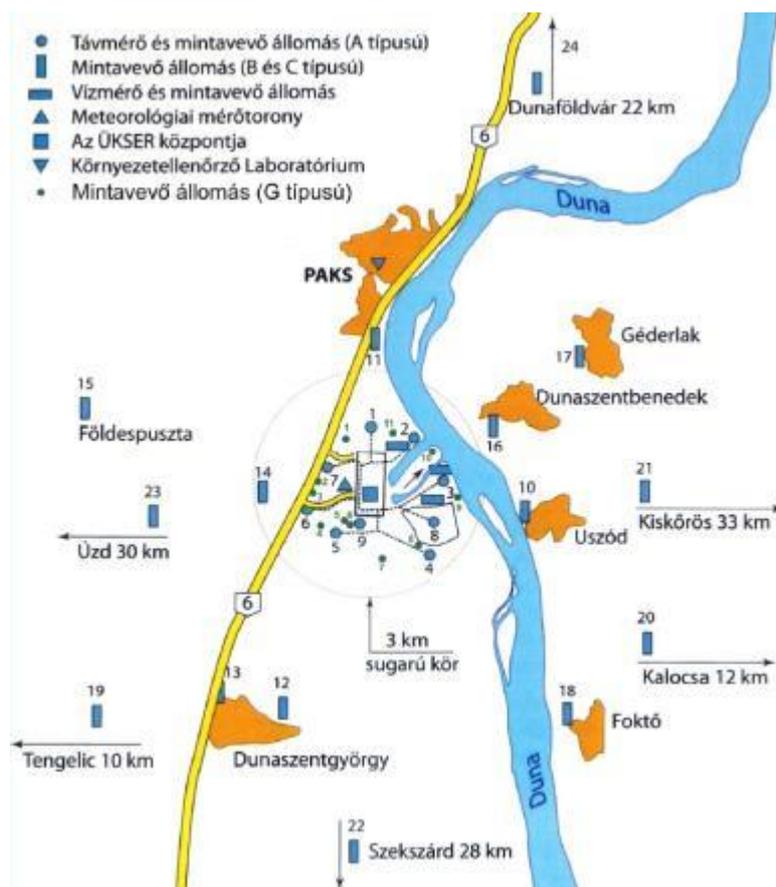
U cilju promatranja potencijalnih izvora zagađenja okoliša, na temelju ekoloških dozvola Nuklearna elektrana Paks upravlja sustavom monitoringa podzemnih voda. U sustavu monitoringa konvencionalnih emisija na dolje navedenim mjestima uzorkovanja ispituju se sljedeći parametri:

- Iz kontrolnih bunara kod sabirnice opasnog industrijskog otpada:
pH, ukupni sadržaj soli, ukupni sadržaj ulja, KPK_{ps} (kemijska potrošnja kisika), vrijednosti Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cr, Ni,
- Iz kontrolnih bunara na području taložnika:
ph, elektrovodljivost, ukupna tvrdoća, ukupni sadržaj soli, amonij, ukupni sadržaj ulja, KPK_{ps}, vrijednost NO₃⁻, Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cr, Ni, Cl-
- Iz kontrolnih bunara pored spremnika ulja:
pH, sadržaj ulja, NO₃⁻, amonij, vrijednosti Cl-
- Iz kontrolnih bunara na pogonskom području:
ph, amonij, nitrat, KPK_{ps}.

5.5 POGONSKI SUSTAV PRAĆENJA RADIOAKTIVNOSTI U OKOLIŠU (PSPRO – MAĐARSKI: ÜKSER)

Kontrola okoliša oko Nuklearne elektrane Paks vrši se već od 1978. godine mjerenjem radioaktivnosti uzoraka vađenih iz okoliša, počevši od procjene osnovne razine (nulta razina) sve do konstantnih mjerenja tijekom pogona.

Na slici 22. prikazan je prostorni raspored sustava monitoringa emisije radioaktivnog zračenja i okoliša oko Nuklearne elektrane Paks.



Slika 22. Prostorni raspored sustava monitoringa radioaktivne emisije i okoliša Nuklearne elektrane Paks [17]

Távmerő és mintavevő állomás (A típusú)	Postaja za daljinska mjerenja i vadeње uzoraka (tipa A)
Mintavevő állomás (B és C típusú)	Postaja za vadeње uzoraka (tipa B i C)
Vízmérő és mintavevő állomás	Postaja za mjerenje vode i vadeња uzoraka
Meteorológiai mérőtorony	Meteorološki mjerni toranj
Az ÜKSZER központja	Centar sustava PSPRO

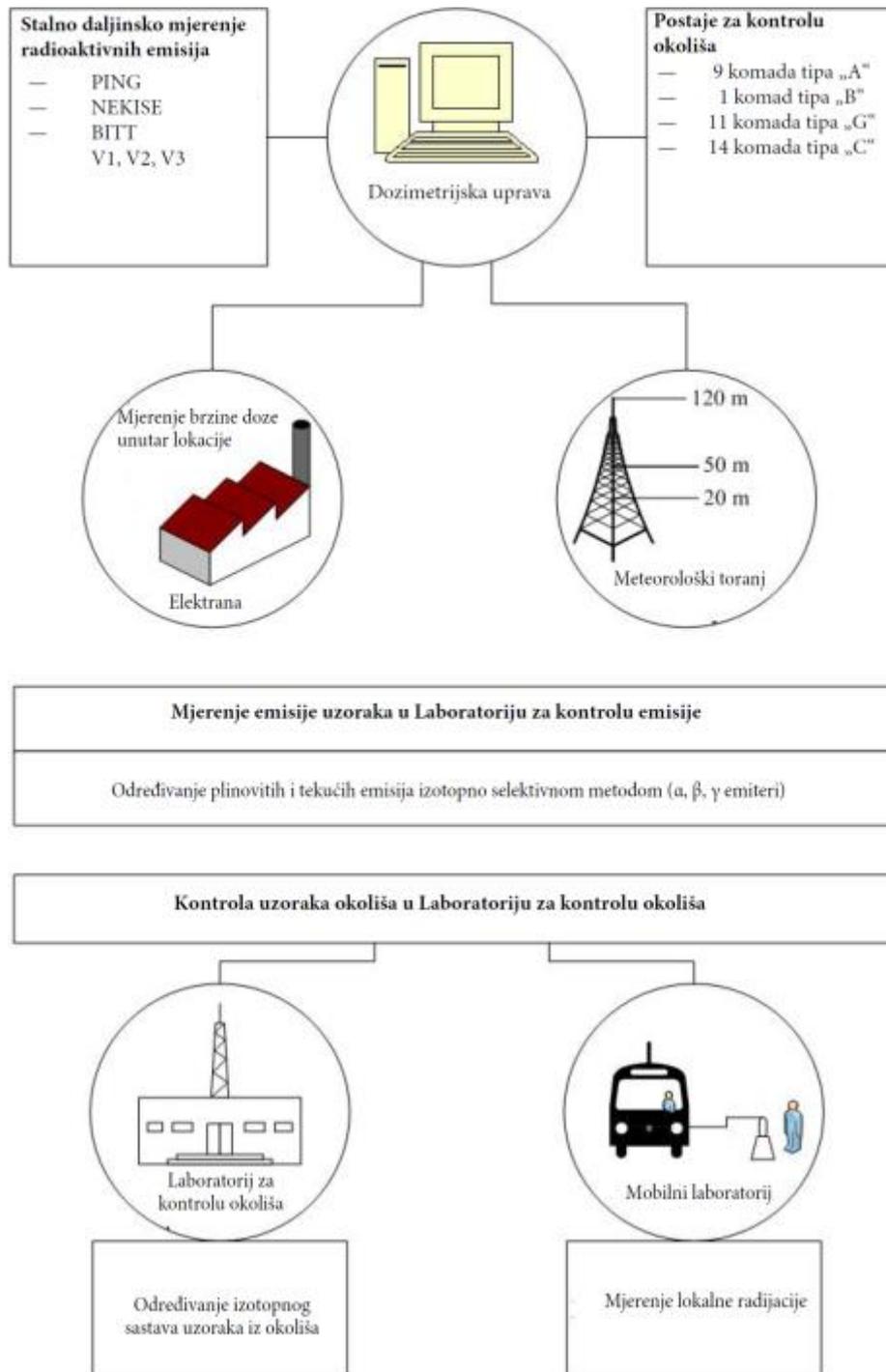
Körmeyzetellenőrző Laboratórium	Laboratorij za kontrolu okoliša
Mintavevő állomás (G típusú)	Mjerna postaja tipa G

Mjerenja su vršila i vrše još i danas Nuklearna elektrana Paks, državne službe i druge ustanove.

Osnovna zadaća nuklearne kontrole okoliša je mjerenje ispuštanja radioaktivnih tvari iz elektrane, odnosno njihovog pojavljivanja u okolišu, kao i razine zračenja okoliša.

Stalna kontrola u cilju zaštite od zračenja okoliša oko nuklearne elektrane zadaća je Pogonskog sustava praćenja radioaktivnosti u okolišu (PSPRO). Rezultati mjerenja razine zračenja okoliša, odnosno radioaktivne koncentracije uzoraka uzimanih iz pojedinih okolišnih medija objavljuju se svake godine pod naslovom *Djelatnosti zaštite od zračenja u Nuklearnoj elektrani Paks*.

Sljedeća slika prikazuje strukturu sustava monitoringa dvorazinske zaštite od zračenja i kontrole okoliša.



Slika 23. Struktura sustava monitoringa radioaktivne emisije i okoliša Nuklearne elektrane Paks [18]

Kontrola emisija i stanja okoliša se vrši na dvije razine:

- ❖ Neprekidnim mjerenjem
 - Online mreže za daljinska mjerenja neprekidno mjere najvažnije radioaktivne emisije (plinovite i tekuće), odnosno doze zračenja okoliša.
- ❖ Uzorkovanjem
 - U Laboratoriju za kontrolu emisije rezultati daljinskih mjerenja preciziraju se ispitivanjem uzoraka vađenih iz ispuštenih tvari, izotopno selektivnim mjerenjima velike točnosti.
 - U Laboratoriju za kontrolu okoliša mjeri se izotopno selektivna radioaktivna koncentracija raznih uzoraka uzimanih s područja u krugu od 30 km, odnosno doza gama zračenja, brzina doze zračenja okoliša

Oba laboratorija su akreditirana od strane Nacionalnog akreditacijskog tijela.

5.5.1.1 Radioaktivne emisije i njihova kontrola

Godine 2004. stupio je na snagu sustav ograničenja ispuštanja, propisan Uredbom br. 15/2001. (8.VI.) Ministarstva za zaštitu okoliša, kojim se plinovite i tekuće emisije uspoređuju s izotopno specifičnim gornjim granicama emisije utvrđenim na temelju ograničenja doze određene za Nuklearnu elektranu Paks (90 $\mu\text{Sv}/\text{godina}$).

2013. godine Nuklearna elektrana Paks je iskoristila dozvoljenu emisiju do 0,26%, drugim riječima, ispustila je tvari u količini od 0,26%, dakle mnogo manje i od stotog dijela dozvoljene vrijednosti.

Granica emisije za tekućine iskorištena je do $1,77 \cdot 10^{-3}$, odnosno 0,18% dozvoljene količine, a za plinovite emisije do $7,77 \cdot 10^{-4}$, odnosno 0,08%.

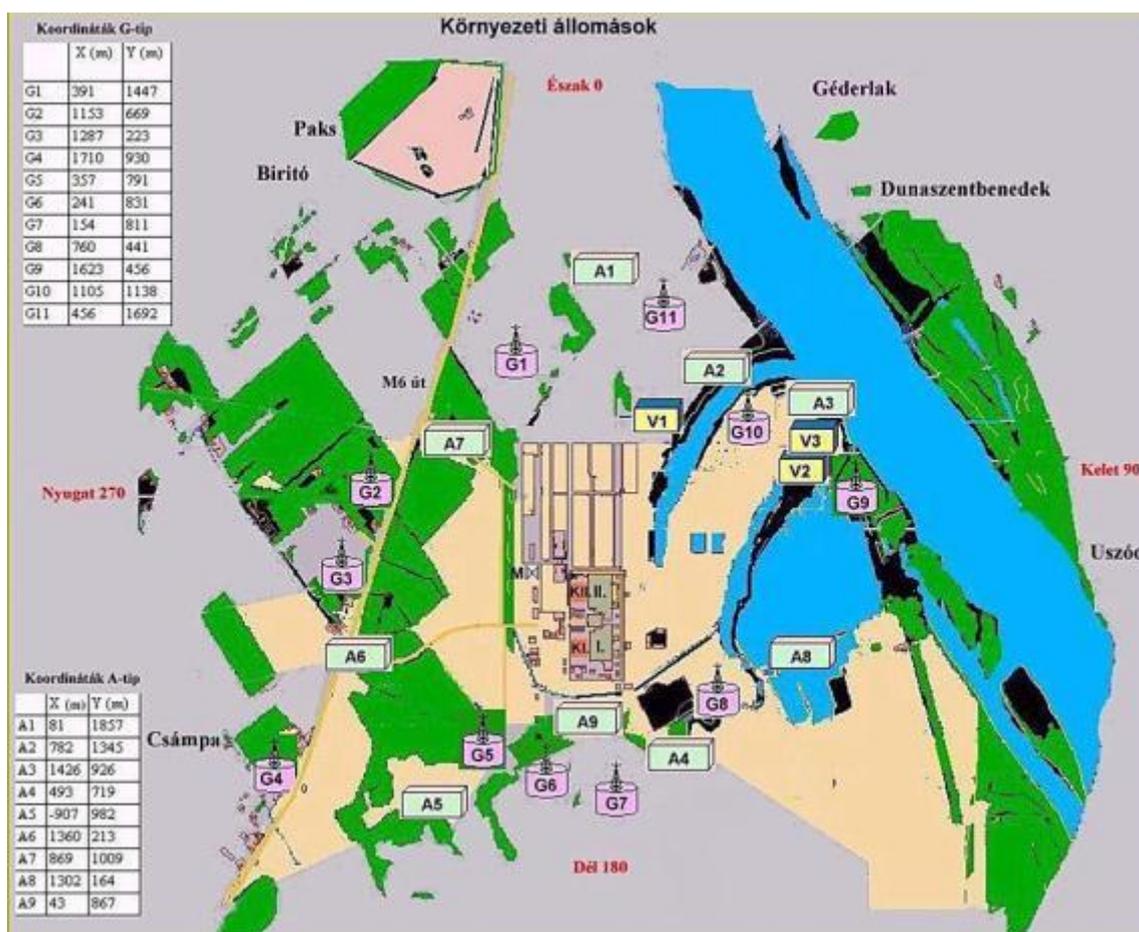
Iskorištenost dozvoljenih granica i u ranijim godinama bila je slična: u 2012. godini 0,26%, u 2011. godini 0,20%, u 2010. godini 0,25%, u 2009. godini 0,22%.

5.5.1.2 Kontrola stanja okoliša

Kontrola stanja okoliša se vrši analizom sljedećih rezultata mjerenja:

- mjerenje koncentracije radioaktivnosti zraka, oborina (fallout), tla, podzemnih voda i prirodnog biljnog pokrivača (trava),
- mjerenje aktiviteta površinskih voda (Dunav, ribnjaci, pojasni kanal), uzoraka vode, mulja, riba,
- mjerenje koncentracije aktiviteta uzoraka određenih prehrambenih namirnica (mlijeko),
- mjerenje doze gama zračenja, brzine doze zračenja okoliša.

Sljedeća slika prikazuje raspored postaja za daljinska mjerenja stanja okoliša oko Nuklearne elektrane Paks.



Slika 24. Raspored postaja za daljinska mjerenja stanja okoliša tipa „A” i „G” oko Nuklearne elektrane Paks [19]

Környezeti állomások	Okolišne postaje
Koordináták „G” típus	Koordinate, tip „G”
Koordináták „A” típus	Koordinate, tip „A”
Észak	Sjever
Kelet	Istok
Nyugat	Zapad
Dél	Jug

5.5.1.2.1 Sustavi daljinskog mjerenja

Sustavi daljinskog mjerenja u krugu od 1,5 km oko Nuklearne elektrane Paks

- 9 postaja tipa „A” za mjerenje i uzimanja uzoraka (A1-A9)
 - Mjerenje brzine doze gama zračenja (online)
 - Mjerenje ukupnih koncentracija beta aktiviteta aerosola (online)
 - mjerenje elementarne i organske faze radiojoda (online)
 - uzimanje uzoraka aerosola i joda za laboratorijska mjerenja (tjedno, mjesečno)
 - uzorkovanje oborina² (fallout, washout) (mjesečno)
 - uzorkovanje T/¹⁴C (T: vodena para i vodik), ¹⁴C: CO₂, odnosno CO₂ + C_nH_m; (mjesečno)
- 11 postaja tipa „G” (G1-G11)
 - mjerenje brzine doze gama zračenja (online)

Sustavi daljinskog mjerenja u krugu od 30 km oko Nuklearne elektrane Paks

- 1 postaja za mjerenje i uzimanje uzoraka tipa „B” (B24) – Referentna (kontrolna) postaja u Dunaföldváru

² Do taloženja izotopa iz zraka može doći suhim slijeganjem (gravitacijskim taloženjem) ili uslijed ispiranja oborinama (kiša, snijeg). Ove procese označavamo skupnim nazivom fallout (oborine).

U cilju određivanja usporedne ili pozadinske razine obavljaju ista mjerenja kao postaje tipa „A”

- 15 postaja tipa „C”
 - mjerenje doze termoluminescentnim detektorima (TLD) (mjesečno)
 - uzorkovanje i analiza oborina (fallout) (periodično)

5.5.1.2.2 Laboratorijska ispitivanja putem uzorkovanja

- uzorci vode vađeni na mjestima V1, V2, V3 (dnevna mjerenja ukupnog gama i ukupnog beta zračenja uzoraka, odnosno mjesečno–tromjesečno izotopno selektivno mjerenje uzoraka)
- uzorci vode i mulja
 - Dunav, Ribnjaci, pojasni kanal, bazen vapnenog mulja (tromjesečno)
 - Faddi-Holt-Duna (mjesečno)
- uzorci tla i trave iz okolice postaja za daljinska mjerenja (periodično)
- uzorci mlijeka s farmi krava muzara iz Dunaszentgyörgya i Tengelica (mjesečno)
- uzorci riba iz ribnjaka (tromjesečno)

5.5.1.2.3 *Ispitivanje koncentracije aktivnosti tricija u podzemnim vodama*

Za ispitivanje podzemnih voda ispod glavne zgrade glede izloženosti triciju, Nuklearna elektrana Paks ima izgrađen sustav monitoringa, odgovarajući odredbama točke 13-2. a) rješenja OAH-a (Državna uprava za nuklearnu energiju) br. HA-4797 (IBJ zadaci).

Ispitivanja se uglavnom oslanjaju na mrežu bunara za praćenje podzemnih voda oko nuklearne elektrane, kojoj mreži pripada blizu 140 bunara od kojih iz 52 bunara uzima uzorke Odsjek zaštite od zračenja i zaštite okoliša, mjesečno ili godišnje jednom. Kada je koncentracija aktivnosti tricija nadmašila 500 Bq/dm³, određivanje koncentracije aktivnosti tricija dopunjeno je spektrometrijskim mjerenjima ukupnog beta i gama zračenja. Kao element monitoringa okoliša, u 25 bunara ugrađeni su uređaji za konstantno uzimanje uzoraka, čija je glavna zadaća pored praćenja tricija, iskazivanje prisustvo drugih eventualnih radioaktivnih tvari (gama spektrometrija iz dvomjesečnih, ¹⁴C IZ četveromjesečnih, ^{89,90}Sr iz četveromjesečnih, Pu-TRU (transuranijski element) iz osmomjesečnih prosječnih uzoraka velikog volumena (20 litara mjesečno).

Dodatna godišnja izloženost zračenju zbog tricija u podzemnoj vodi godišnje iznosi 0,01 nSv/godina, koja se praktično može zanemariti pored izloženosti zračenju prirodne pozadine, koja je u našoj zemlji za oko 20% veća od svjetskog prosjeka (2,4 mSv/godina), i iznosi 3, mjestimično 4 mSv/godina.

5.5.1.3 **Dodatna izloženost stanovništva zračenju**

Dodatna izloženost stanovništva zračenju – glede normalnog pogona – određena na temelju podataka o emisijama iz 2013. godine i meteoroloških podataka prikazana je u sljedećoj tablici:

Ograničenje doze	μSv/godina	90
Doza stanovništva	μSv/godina	4,83 10 ⁻²
Iskorištenost granice	%	5,37 10 ⁻²

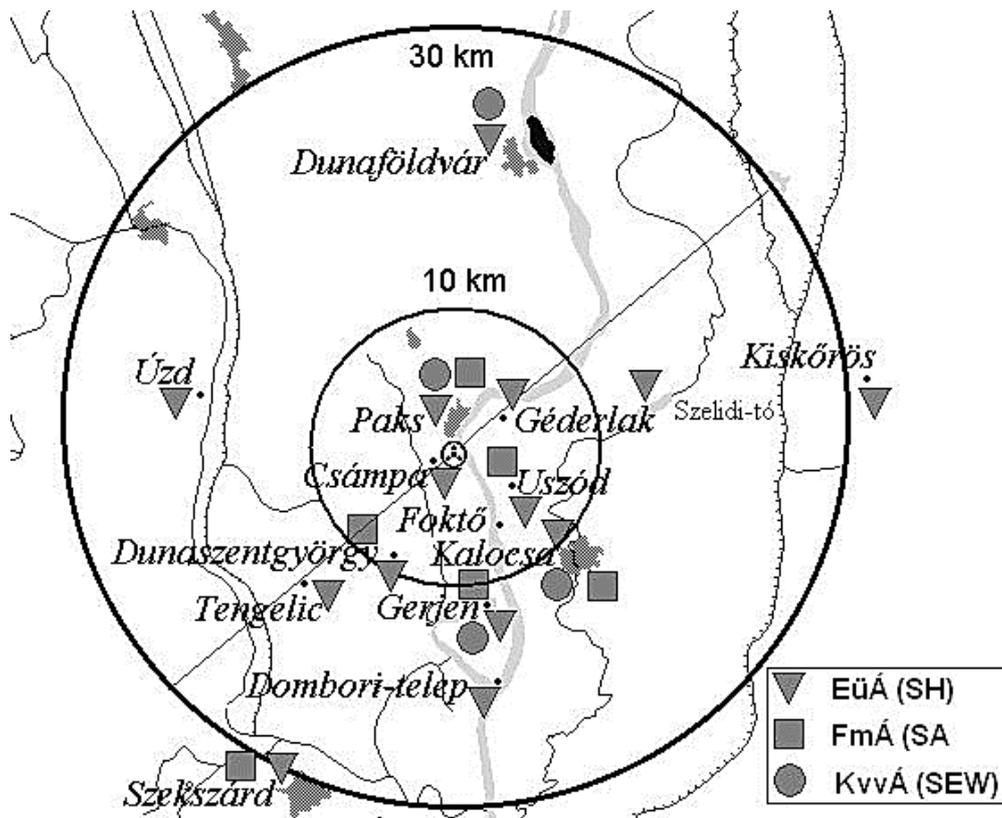
Tablica 8. Iskorištenost ograničenja doze koja vrijedi za lokaciju Nuklearne elektrane Paks – 2013 [19]

Prema računima dodatna izloženost stanovništva zračenju pri normalnom radu Nuklearne elektrane Paks 2013. godine iznosila je 48,3 nSv, što je svega 0,0537% godišnje dozvoljene doze od 90 μSv.

Ova izloženost zračenju jednaka je efektivnoj dozi koja se prima pri zadržavanju u prirodi u trajanju od ½ sata, tako da praktično ne predstavlja zdravstveni rizik, stanovništvo je u zanemarivoj mjeri dodatno izloženo zračenju.

5.6 **SLUŽBENI SUSTAV PRAĆENJA RADIOAKTIVNOSTI U OKOLIŠU (SSPRO – MAĐARSKI: HAKSER)**

Paralelno s mjerenjima Nuklearne elektrane Paks mjerenja vrše i državna tijela u Službenom sustavu praćenja radioaktivnosti u okolišu (SSPRO) radi kontrole zračenja u okolici elektrane.



Megjegyzés:	Napomena:
EüÁ - egészségügyi ágazat	EüÁ Zdravstveni sektor
FmÁ - földművelésügyi ágazat	FmÁ Poljoprivredni sektor
KvVÁ - környezetvédelmi és vízügyi ágazat	KvVÁ Sektor zaštite okoliša i upravljanja vodama

Slika 25. Službene mjerne točke u krugu od 30 km oko Nuklearne elektrane Paks [20]

Članice SSPRO-a su sljedeća ministarstva:

Zdravstveni sektor (EüÁ) Ministarstvo ljudskih resursa (EMMI)

Ministarstvo poljoprivrede (FM)

Poljoprivredni sektor (FmÁ)

Sektor zaštite okoliša i upravljanja vodama (KvVÁ)

U okviru službene kontrole pored mjerenja ispuštanja u zrak i vodu okoliša vrše se i laboratorijska ispitivanja uzoraka vode Dunava, mulja, tla, bilja i mlijeka.

Pored brzine doze zračenja, od 2011. godine vrše se i službena mjerenja sljedećih aktivnosti:

- aerosol u zraku,
- oborine, suho taloženje iz zraka (fallout, dryout),
- površinske vode (rijeke, prirodna u umjetna jezera, kanali),
- voda za piće (bunari, dubinski),
- talog (rijeke, prirodna u umjetna jezera),
- uzorci tla i trave (navodnjavane i nenavodnjavane oranice, vrtovi, livade i rubovi cesta),
- lisnato povrće (vrtne biljke indikatori, sirova hrana iz vrta, voće),
- mesa (svinjsko, goveđe, ovčje, peradi, divljači, riba),
- sirovo mlijeko.

Rezultati mjerenja SSPRO-a tijekom ispitivanja utjecaja na okoliš oko Paks II detaljno su analizirani u poglavlju pod naslovom Radioaktivnost okoliša.

O djelatnostima obavljenim u okviru službenih ispitivanja okoliša oko Nuklearne elektrane Paks, SSPRO objavljuje godišnja izvješća pod naslovom Izvješće službenog sustava kontrole zračenja u okolišu. Rezultati izvješća za 1999 – 2012. godine su javni i mogu se preuzeti s internet stranice SSPRO-a.

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

5.7 DRŽAVNI SUSTAV PRAĆENJA RADIOAKTIVNOSTI U OKOLIŠU (DSPRO – MAĐARSKI: OKSER)

Na temelju Vladine uredbe br. 275/2002. (21.XII.) osnovna zadaća Državnog sustava praćenja radioaktivnosti u okolišu je da na razini države prikupi rezultate kontrole stanja zračenja okoliša i mjerljivih koncentracija radioaktivnih tvari koje određuju izloženost stanovništva prirodnom i umjetnom zračenju.

Mjerenja obuhvaćaju sljedeće:

- brzinu doze zračenja u okolišu,
- koncentraciju aktivnosti radioaktivnih izotopa:
 - u elementima okoliša (zrak, tlo, površinske vode, prirodno i poljoprivredno bilje, divljač i domaće životinje),
 - u prehrambenim proizvodima životinjskog ili biljnog podrijetla i njihovih sirovina za ishranu stanovništva,
 - u vodi za piće,
 - u građevnim materijalima i sirovinama,
- koncentraciju aktivnosti radona i njegovih potomaka u prirodi i unutar objekata,
- unutarnju radioaktivnu zagađenost ljudskog organizma.

Zaključak izvješća DSPRO-a za 2012. godinu

Izvor: Izvješće Državnog sustava praćenja radioaktivnosti u okolišu (DSPRO) za 2012. godinu (27.12.2013.) [4-15]

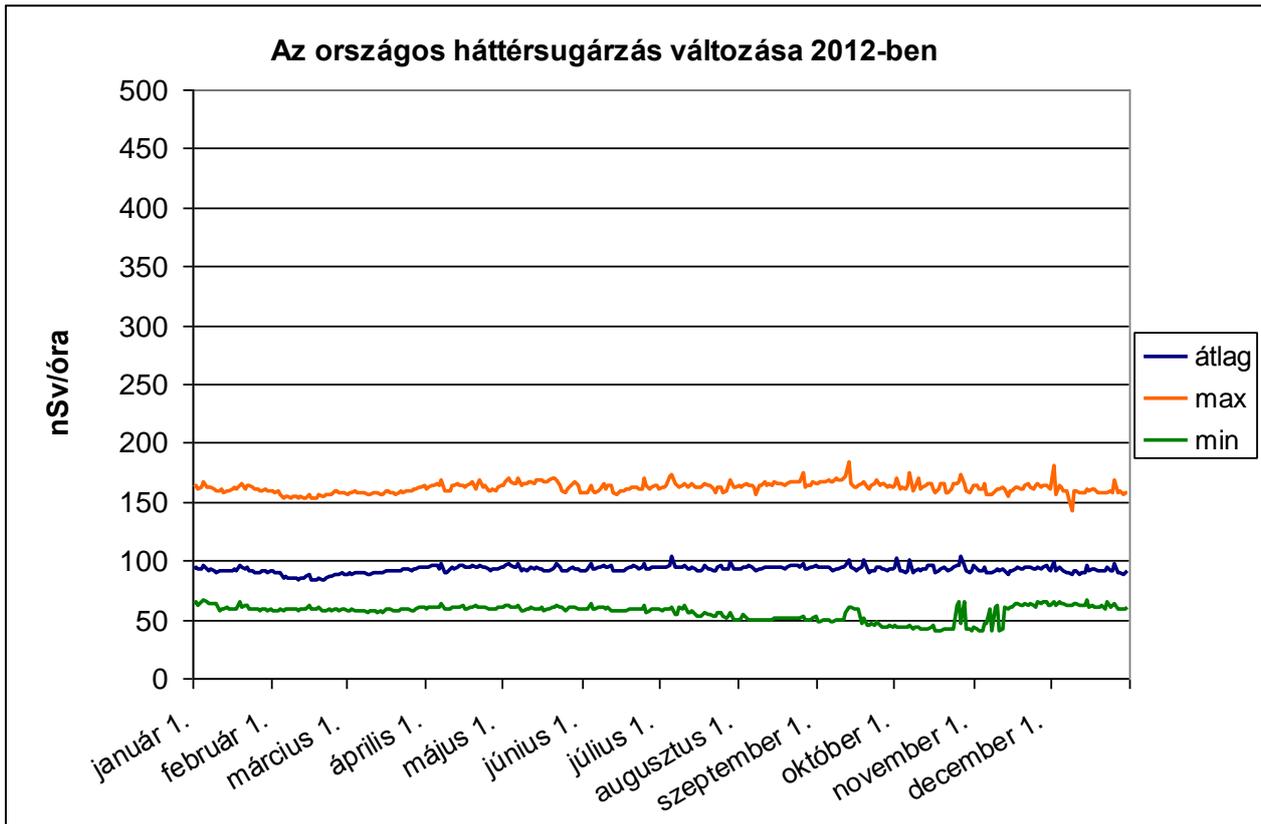
U Izvješću Državnog sustava praćenja radioaktivnosti u okolišu (DSPRO) za 2012. godinu vrijednosti izmjereni u Mađarskoj sažeti su na sljedeći način:

„Trebna naglasiti da dok prema direktivi Europske Unije (Post-Chernobyl 733/2008/EC, Council Regulation No 733/2008 of 15 July 2008 on the conditions governing imports of agricultural products originating in third countries following the accident at the Chernobyl nuclear power station (codified version); Council Regulation (EC) No 1048/2009 extends its validity until 31 March 2020) (OJ L-201 of 30/07/2008, page 1) najveća dozvoljena zbirna razina koncentracije radionuklida ¹³⁴Cs i ¹³⁷Cs u prehrambenim proizvodima iznosi 600 Bq/kg (u mlijeku, mliječnim proizvodima i hrani za bebe je 370 Bq/kg) najveće vrijednosti u Mađarskoj mjerene u prerađenim prehrambenim proizvodima u 2012. godini bile su ispod 40 Bq/kg.“

„Na kraju napominjemo da izloženost stanovništva umjetnoj radijaciji – osim primjene u zdravstvu – u našoj zemlji u zadnjim godinama procjenjuje se na 3-6 μ Sv, dok izloženost prirodnoj radijaciji je gotovo tri reda veličine veća.“

„Kao sažetak možemo zaključiti da prema rezultatima kontrolnih mjerenja obavljenih kako na državnoj razini tako i u okolici postrojenja, djelatnosti vezane za dozvolu imaju zanemariv utjecaj na okoliš i stanovništvo, vrijednosti koncentracije radioaktivnih izotopa kod više vrsta uzoraka ostaju pretežno ispod iskazive razine. [21]

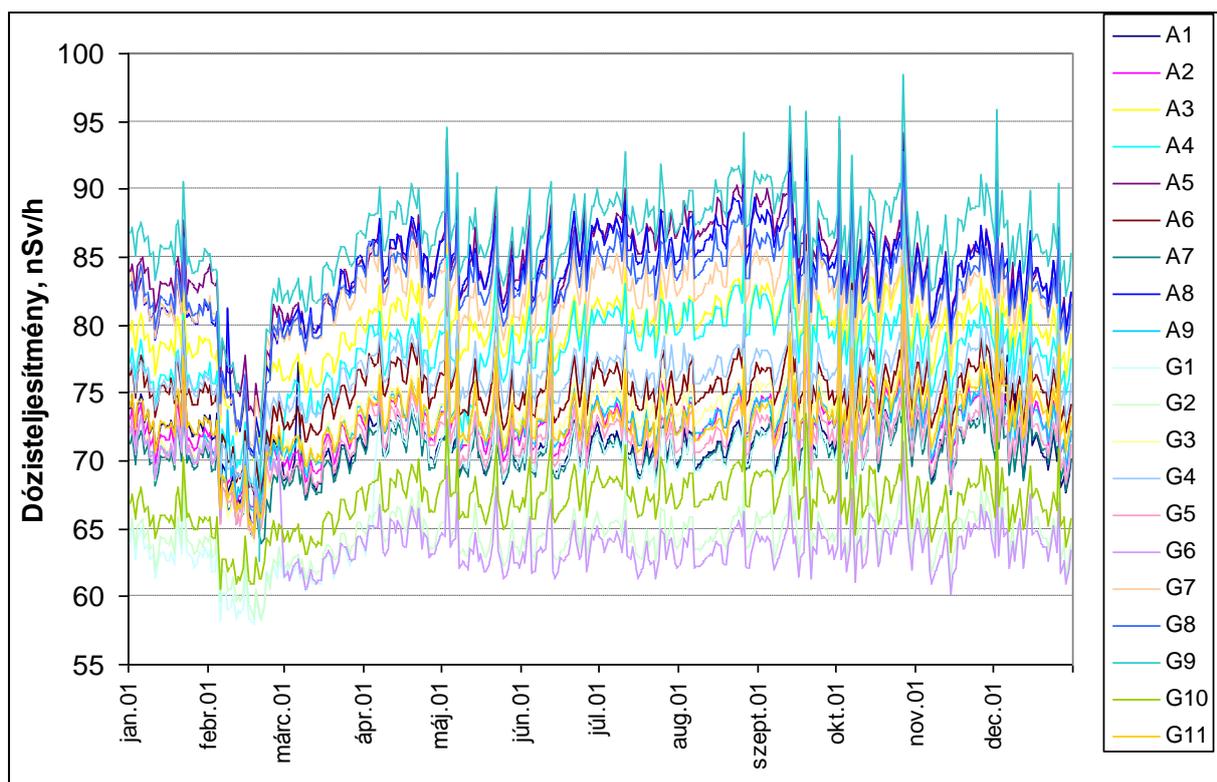
S ciljem karakterizacije stanja u zemlji, sljedeći grafikon prikazuje promjene maksimalnih i minimalnih vrijednosti prosječne dnevne brzine doze gama zračenja na razini države.



Slika 26. Promjene maksimalnih i minimalnih vrijednosti prosječne dnevne brzine doze gama zračenja na razini države u 2012. godini [22]

Az országos háttérsugárzás változása 2012-ben	Promjene u pozadinskom zračenju na razini države u 2012 godini
nSv/óra	nSv/sat
átlag	prosjeak
max	maksimalni
min	minimalni
január	siječanj
február	veljača
március	ožujak
április	travanj
május	svibanj
június	lipanj
július	srpanj
augusztus	kolovoz
szeptember	rujan
október	listopad
november	studenj
december	prosinac

Prema rezultatima mjerenja dnevne brzine doze u okolici Nuklearne elektrane Paks obavljenih u 2012. godini sondama za mjerenje brzine doze u sustavu za kontrolu okoliša Nuklearne elektrane Paks (postaje za kontrolu okoliša tipa „A” i „G”), brzina doze okoliša je varirala između 58 i 98 nSv/h, što spada u niži opseg domaćih rezultata mjerenja. Slijedeći grafikon prikazuje promjene izmjenjenih vrijednosti tijekom godine.



Slika 27. Dnevne brzine doze izmjerene u postajama za kontrolu okoliša oko Nuklearne elektrane Paks u 2012. godini.

Dózisteljesítmény, nSv/h | Brzina doze nSv/h

5.8 SAŽETAK KARAKTERISTIKA, ODNOSNO POGODNOSTI LOKACIJE U PAKSU

Glede izgradnje novih nuklearnih blokova lokacija u Paksu ima brojne prednosti:

- na lokaciji u Paksu je nuklearna elektrana u pogonu već 30 godina,
- okolno stanovništvo je već prihvatilo Nuklearnu elektranu Paks i njen rad,
- lokacija Nuklearne elektrane Paks i njene okolice je područje koje je već podrobno istraženo i otkriveno,
- utjecaji rada Nuklearne elektrane Paks pod stalnim su nadzorom sustava monitoringa na lokaciji i u okruženju,
- lokacija je neposredno povezana s Dunavom,
- rijeka Dunav stoji na raspolaganju kao izvor rashladne vode,
- infrastruktura u okruženju lokacije je već izgrađena i stoji na raspolaganju,
- lokacija je lako pristupačna i cestom i željeznicom,
- dio građevnih materijala i velikih postrojenja može se dopremiti Dunavom, riječnim putem,
- zbog specijalne visine terena lokacije osigurana je zaštita protiv poplava i podzemnih voda,
- meteorološke karakteristike su pogodne,
- u krugu od 30 km – osim Paksa – gustoća naseljenosti je ispod državnog prosjeka,
- spajanje na državnu električnu mrežu moguće je izvesti u pogodnim uvjetima,
- u regiji je dostupna kvalificirana radna snaga s radnim iskustvom stečenim u nuklearnoj elektrani,
- naselje Paks – zbog svojih prirodnih i infrastrukturnih pogodnosti – povoljno je za smještaj radnika tijekom izgradnje, a kasnije i za zaposlenike.

Geološka i nuklearna sigurnosna prikladnost detaljno će se ocijeniti odnosno potvrditi u postupku za ishođenje lokacijske dozvole provedenom od strane OAH-a na temelju Pravilnika o nuklearnoj sigurnosti (NBSz) iz priloga Vladine uredbe broj 118/2011. (11.VII) o nuklearno sigurnosnim zahtjevima nuklearnih postrojenja i o povezanim djelatnostima državnih tijela.

6 MOGUĆI NAČINI HLAĐENJA KONDENZATORA NOVIH BLOKOVA ELEKTRANE

6.1 POTREBE I MOGUĆNOSTI HLAĐENJA KONDENZACIJSKIH ELEKTRANA ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE

U slučaju kondenzacijskih elektrana za proizvodnju električne energije, neovisno o tipu, prema fizičkim zakonitostima velika većina topline oslobođene iz ogrijeva, u slučaju elektrana iz goriva, koja se ne može koristiti za proizvodnju električne energije, odlazi u prirodno okruženje kao konačan apsorber topline. Razlog tomu je da se kondenzator ne smije ohladiti ispod temperature okoliša. Time je ujedno određena i razina učinkovitosti kružnog procesa.

U slučaju modernih nuklearnih elektrana na sadašnjoj razini razvoja tehnologije, otprilike 65-67% topline oslobođene u reaktorima na kraju se apsorbira u okruženju, na temperaturi sličnoj temperaturi okruženja.

U nuklearnim elektranama pored proizvodnje električne energije, u primarnom i sekundarnom krugu nastaje toplina koja se ne može koristiti za proizvodnju električne energije i čiju odvodnju osiguravaju rashladni sustavi. Za odvodnju topline nastale u primarnom krugu i koja se ne može koristiti, služi sigurnosni sustav rashladne vode, za odvodnju kondenzacijske topline nastale u kondenzatorima sekundarnog kruga služi sustav kondenzatorske rashladne vode, a za odvodnju topline nastale u tehnološkim sustavima sekundarnog kruga služi sustav tehnološke rashladne vode.

95% potrebe za hlađenjem u nuklearnim elektranama javlja se pri hlađenju kondenzatora.

Kao krajnji apsorberi suvišne topline - ovisno o karakteristikama lokacije – prvenstveno dolaze u obzir sljedeće mogućnosti:

- rijeka s velikim protokom
- veće jezero
- more

U slučajevima kada u okruženju neke elektrane stoji na raspolaganju dovoljna količina vode, hlađenje se rješava strujanjem raspoložive rashladne vode u kondenzatorima, tzv. hlađenje svježom vodom. Zagrijana rashladna voda – bez značajnog gubitka količine – vraća se nazad u more ili rijeku.

Na lokacijama gdje ne stoji na raspolaganju odgovarajući izvor „svježe vode” za hlađenje, primjenjuje se hlađenje – suhim ili mokrim - rashladnim tornjevima. Kod rashladnih tornjeva voda se „recirkulira” između rashladnog tornja i kondenzatora. U ovom slučaju značajan dio topline koju treba odvesti, odlazi toplinom isparavanja, ostatak preuzima zrak prijenosom topline.

$\frac{3}{4}$ svih nuklearnih elektrana koji su danas u funkciji primjenjuju tehnologiju hlađenja svježom vodom, a ostatak koristi sustav rashladnih tornjeva. [23]

Glavna tehnologija i većina pomoćnih sustava i postrojenja planiranih novih nuklearnih blokova u relativno maloj mjeri ovise o okruženju lokacije, dok pri odabiru rashladnog sustava treba uzeti u obzir obilježja okruženja specifično za konkretni projekt. Odabrani način hlađenja utječe na tehničke karakteristike, ekonomičnost i utjecaj na okoliš novih nuklearnih blokova.

6.2 PRAVNI OKVIR, GRANIČNE VRIJEDNOSTI TOPLINSKOG OPTEREĆENJA VODNOG OKOLIŠA

Topla voda vraćena u vodni okoliš (toplinska emisija) može imati utjecaj na živi svijet, ribe i ostale organizme u vodi recipijenta. Nepovoljan utjecaj na vodnu floru i faunu može se ublažiti smanjenjem temperature vode prije ispuštanja, odnosno povećanjem miješanja i predaje topline. Utjecaji se mogu regulirati graničnim vrijednostima toplinske emisije odnosno kriterijima za zonu miješanja.

6.2.1 OPĆA REGULATIVA TOPLINSKOG OPTEREĆENJA VODNOG OKOLIŠA

6.2.1.1 Europska unija

Granična vrijednost toplinske emisije određena je u Prilogu I. Direktive br. 2006/44/EZ Europskog parlamenta i Vijeća:

- ❖ temperatura mjerena nizvodno od točke termalnog ispuštanja (na rubu zone miješanja) u slučaju ciprinidne vode ne smije prijeći normalnu temperaturu za više od 3°C
- ❖ termalna ispuštanja ne smiju uzrokovati da temperatura nizvodno od točke termalnog ispuštanja (na rubu zone miješanja), u slučaju ciprinidne vode prijeđe 28°C.

Uslijed neravnomjernog miješanja ispuštene vode u recipijentu, unutar zone miješanja mogu se pojaviti zone s većim temperaturama. Glavni čimbenici koji imaju utjecaj na zonu miješanja su: temperatura, brzina i količina ispuštene vode.

6.2.1.2 Mađarska

Opća pravila su određena Vladinom uredbom br. 220/2004. (21.VII.) o zaštiti kakvoće nadzemnih voda, odnosno uredbom Ministarstva zaštite okoliša i gospodarenja vodama (KvVM) br. 28/2004. (XII.25.) o graničnim vrijednostima emisije zagađivača u vodu i pojedinim pravilima njihove primjene. Graničnu vrijednost toplinskog opterećenja vodnog okoliša treba odrediti na temelju zasebnog ispitivanja s obzirom na osjetljivost i opteretivost recipijenta, očuvavši njegovo dobro kemijsko i ekološko stanje. Ni Uredba Ministarstva ruralnog razvoja (VM) br. 10/2010. (18.VIII.) o graničnim vrijednostima zagađenosti površinskih voda i pravilima njihove primjene ne sadržava podatke o granicama toplinske emisije odnosno toplinskog opterećenja.

Granične vrijednosti zagađenosti voda za ribe su prikazane u tablici broj I. Priloga 4. Uredbe KkVM br. 6/2002. (5.XI.) o graničnim vrijednostima i kontroli zagađenosti površinskih voda namijenjenih zahvaćanju vode za piće ili određenih za opskrbu pitkom vodom, te površinske vode koje su određene za osiguravanje životnih uvjeta za ribe:

Kvalitativne karakteristike		Salmonidne vode	Zona mreine	Zona deverike
Temperatura*	°C	18	25	30
Promjena temperature**	°C	1,5	3	5

Napomena:

* dopuštena su privremena odstupanja od graničnih vrijednosti zagađenosti (članak 12. stavak 1.)

** nizvodno od točke toplotne emisije (na rubu zone miješanja) mjerena temperatura može odstupati najviše u naznačenoj mjeri od temperature vode na koju istjecanje ne utječe.

Tablica 9. Granične vrijednosti zagađenosti voda za ribe

Do danas je obavljena kategorizacija samo nekih površinskih voda, one su nabrojane u prilogu br. 7. Uredbe KvVM br. 6/2002. (5.XI.) gdje Dunav nije naznačen, dakle po pravnoj regulativi (stanje teksta zakona na dan 07. lipnja 2014.) ne spada u vode za ribe. Uvrštavanje Dunava ili nekih njegovih dijelova u razne kategorije vode za ribe moći će se izvršiti na temelju ispitivanja ekoloških utjecaja.

Proces ishođenja dozvole

U procesu ishođenja dozvola klasičnih elektrana inspekcije određuju dozvoljenu razliku između temperature crpljene i vraćene vode (ΔT_{max}), maksimalnu temperaturu ispuštene vode (T_{max}), povećanje temperature nakon miješanja (ΔT), odnosno mjesto kontrolne točke.

6.2.2 REGULATIVA ZA TOPLINSKO OPTEREĆENJE OD NUKLEARNIH ELEKTRANA

6.2.2.1 Članice Europske unije

Provjerili smo nekoliko zemalja članica, te bez namjere da ovo bude cjelovit prikaz, našli smo sljedeće propise: [24]

Finska

Ne postoji samostalna regulacija za toplinsku emisiju nuklearnih elektrana u Finskoj, granične vrijednosti određuju nadležna tijela ovisno o mjesnim svojstvenostima investicije.

Dvije nuklearne elektrane koje su trenutno u funkciji, Ikuoto i Loviisa, za hlađenje koriste morsku vodu. Za elektranu Olkiluoto granična vrijednost emisije je 30°C (tjedni klizni prosjek) na mjestu 500 metara od ispusnog kanala.

Za elektranu Loviisa granična vrijednost (satni prosjek) je 34°C u točki ispuštanja.

Njemačka

U Njemačkoj razlika u temperaturama crpljene i vraćene vode ne može biti veća od 10 C. Maksimalna temperatura povratne vode, ovisno o načinu hlađenja, za svježu vodu je 30°C, za otvorene (vlažne) rashladne tornjeve je 33°C, a za zatvorene (suhe) 35°C.

Količina iscrpljene vode ne smije prelaziti 1/3 najmanjeg protoka vode.

Švedska

Samostalna regulacija glede protoka, dozvoljene količine crpljenja i toplinske emisije u Švedskoj nema, granične vrijednosti i ovdje određuju nadležna tijela u ovisnosti o mjesnim svojstvostima konkretne investicije.

Najveća količina iscrpljene vode za nuklearne elektrane je obično oko 200 m³/s (po lokaciji) a dozvoljeno povećanje temperature je 10°C.

6.2.2.2 Mađarska

Pravna regulativa za toplinsko opterećenje od sustava hlađenja svježom vodom

Propisi formulirani u cilju zaštite od toplinskog zagađenja površinskih voda i vodonosnika sadržani su u članku 10. stavak 1. Uredbe Ministarstva zaštite okoliša (KöM) br. 15/2001. (6.VI.) o radioaktivnim emisijama u zrak i vodu pri uporabi nuklearne energije, odnosno o njihovoj kontroli.

Članak 10. stavak 1.: U slučaju postrojenja od posebnog značaja, u cilju zaštite od toplinskog zagađenja površinskih voda i vodonosnika

- a) razlika u temperaturi ispuštene vode i vode recipijenta ne može biti veća od 11°C, odnosno u slučaju da je temperatura recipijenta ispod +4 °C, razlika u temperaturi ne smije biti veća od 14°C;
- b) na 500 m nizvodno od točke ispuštanja temperatura recipijenta niti u jednoj točki poprečnog profila ne smije prelaziti 30°C

Propis za toplinsko opterećenje od sustava rashladnih tornjeva

Ne postoji propis koji regulira toplinsko opterećenje zraka, nisu poznati usporedni pokazatelji niti granične vrijednosti za mjerenje utjecaja procesa nastajanja pare odnosno kondenzacije.

6.3 MOGUĆI NAČINI HLAĐENJA NA LOKACIJI U PAKSU

Analiza primjene mogućih načina hlađenja planiranih novih nuklearnih blokova na lokaciji u Paksu je obavljena u okviru posebnih ispitivanja. Cilj ovih ispitivanja je bio da se u danim okolnostima i okolišnim uvjetima izabere način hlađenja s najboljim mogućim tehničkim rješenjima i stupnjem učinkovitosti koji se može ekonomično ostvariti i držati u pogonu a da odgovara propisima zaštite okoliša tijekom planiranog životnog ciklusa.

Rashladni načini na lokaciji u Paksu u osnovi se mogu podijeliti na hlađenje svježom vodom, odnosno hlađenje pomoću rashladnih tornjeva. Ispitivanjima je detaljno analiziran način **hlađenja svježom vodom** koristeći dunavsku vodu, odnosno rješenje suštinski neovisno o Dunavu, hlađenja pomoću zraka, hlađenje **sustavom** mokrih **rashladnih tornjeva**.

6.3.1 HLAĐENJE SVJEŽOM VODOM

U slučaju hlađenja svježom vodom – slično rješenju koje se i sada primjenjuje kod četiri bloka Nuklearne elektrane Paks – strujanjem dunavske vode kroz kondenzatore odvodi se potrebna količina topline. Kod ovog rashladnog modela dunavska voda se crpi pumpama vodocrpilišta, te preko odgovarajućih filtera i vodova odvodi se do turbinske zgrade bloka. Voda struji kroz kondenzator, zatim se zagrijava voda preko toplovodnog kanala i povratnog objekta vraća u Dunav.

Obavljeno je više ispitivanja za rashladni sustav svježom vodom gdje su uzeti u obzir stajališta glede tehničkih rješenja, ekonomičnosti i zaštite okoliša. Ispitivanja su u biti ukazala na mogućnosti zahvaćanja rashladne vode iz Dunava, odvodnje rashladne vode do blokova, zatim vraćanja zagrijane vode u Dunav, odnosno tehnička rješenja za odgovarajuće ispuštanje zagrijane rashladne vode u Dunav.

6.3.1.1 Načini opskrbe rashladnom vodom

S tehničkog stajališta cilj je opskrba dovoljnom količinom rashladne vode, imajući u vidu svojstvenosti Dunava, razne vodostaje, protoke i temperature vode. Moguće mjesto zahvaćanja vode je obala Dunava ili zaljev postojećeg hladnovodnog kanala Nuklearne elektrane Paks. S obzirom da je lokacija Nuklearne elektrane Paks određena na taj način da se omogući izgradnja daljnjih, novih blokova, i sa stajališta ekonomičnosti opskrbe rashladnom vodom je cilj da se u što većoj mjeri iskoriste postojeći objekti i prednosti lokacije.

S ekološkog gledišta također je svrsishodno da se koriste postojeća postrojenja, uz njihovu potrebnu adaptaciju. Da bi se područja ekološke mreže NATURA 2000 koristila samo u posebno opravdanim slučajevima, treba se truditi da pri određivanju varijanti novih trasa i objekata, područja NATURA 2000 budu u što manjoj mjeri uključena.

Najvažniji ispitivani načini zahvaćanja i opskrbu rashladnom vodom bili su sljedeći:

- Opskrba pomoću crpilišta na obali Dunava
- Opskrba pomoću crpilišta u zaljevu (odabrani način)

Ocjena

Opskrba pomoću crpilišta u zaljevu je i sa stajališta izgradnje, odnosno održavanja u pogonu povoljnija od dvostupanjskog rashladnog sustava sa svježom vodom.

S ekološkog stajališta najpovoljnija je varijanta s najmanjom samopotrošnjom i najmanjim gubitkom električne energije, naime svaki gubitak električne energije uslijed samopotrošnje treba proizvesti u nekoj drugoj elektrani. Od varijanti koji su uzimani u obzir, najpovoljnija je opskrba pomoću crpilišta u zaljevu.

Dvostupanjska opskrba rashladnom vodom, zbog crpljenja vode s obale Dunava, u jednom uskom pojasu bi koristila prostor koji spada u mrežu NATURA 2000, što s aspekta utjecaja na okoliš predstavlja daljnji nedostatak u odnosu na opskrbu iz zaljeva.

Na temelju obavljenih ispitivanja, imajući u vidu tehnička stajališta odnosno stajališta ekonomičnosti i zaštite okoliša, odabrano je crpljenje i opskrba rashladnom vodom iz zaljeva.

6.3.1.2 Načini odvodnje i ispuštanja zagrijane rashladne vode u Dunav

Prilikom analize i usporedbe mogućnosti odvodnje zagrijane rashladne vode (u daljnjem tekstu: topla voda) od blokova do prelivne brane za održavanje nivoa, pa do Dunava, i nakon toga mogućnosti ispuštanja u Dunav, istaknuto je bilo stajalište da se zaobiđu sigurnosni sustavi blokova Nuklearne elektrane Paks koji su u pogonu.

U svezi s odvodnjom tople vode od prelivne brane za održavanje nivoa do Dunava ispitana je mogućnost korištenja postojećeg toplovodnog kanala. Na temelju dobivenog rezultata svrsishodno je koristiti postojeći toplovodni kanal.

Najvažniji ispitivani načini ispuštanja tople vode u Dunav su sljedeći:

- Ulijevanje na lijevoj obali Dunava,
- Ulijevanje izvan plovnog puta na razini dna korita,
- Ulijevanje na desnoj obali Dunava (odabrana varijanta).

Varijanta ulijevanja na lijevoj obali Dunava je odbačena zbog nepovoljnih uvjeta miješanja i znatno većih investicijskih troškova u odnosu na druge varijante, pod danas poznatim uvjetima.

Ulijevanje izvan plovnog puta je izvodljivo, u slučaju ispuštanja na ovom mjestu uvjeti miješanja su povoljni, ali ulijevanje izvan plovnog puta iziskuje nekollicinu važnih tehničkih rješenja i vrlo je skupa izgradnja objekta za sprečavanje produbljenja korita Dunava. Pod sada poznatim uvjetima, ulijevanje izvan plovnog puta je moguće samo kao dopunsko rješenje uz ulijevanja na desnoj obali Dunava.

Najvažnije moguće i detaljno ispitane varijante ulijevanja na desnoj obali Dunava bile su sljedeće:

- ❖ ulijevanje na postojećem disipatoru energije i preko novog južnog bočnog kanala koji se odvaja od toplovodnog kanala,
- ❖ ulijevanje na postojećem disipatoru energije, odnosno preko novog objekta za ulijevanje s odvajanjem od toplovodnog kanala na sjevernoj strani (odabrana varijanta)

Ocjena

Odvodnja tople vode iz nuklearnih blokova u Dunav, kako glede izgradnje tako i s aspekta održavanja u pogonu, račvanjem postojećeg toplovodnog kanala s odvajanjem na sjevernoj strani je povoljnije rješenje nego odvodnja južnim bočnim kanalom.

Sa stajališta zaštite okoliša najpovoljnije je rješenje varijanta koja osigurava bolje miješanje tople vode s vodom Dunava. S tog stajališta znatno je bolje račvanje na sjevernoj strani jer su na toj dionici bolji uvjeti miješanja.

Glede utjecaja na prirodu također je varijanta sjevernog ogranka pogodnija, jer je samo na jednom uskom pojasu u povezanosti s područjem NATURA 2000, što predstavlja značajnu prednost u odnosu na južni bočni kanal.

Na temelju obavljenih ispitivanja, imajući u vidu tehnička stajališta odnosno stajališta ekonomičnosti i zaštite okoliša, odabrana je varijanta ispuštanja tople vode u Dunav kroz sjeverni ogranak koji se odvaja od postojećeg toplovodnog kanala.

Na području koji se nalazi između postojećeg hladnovodnog i postojećeg toplovodnog kanala s ogrankom na sjevernoj strani i s primjenom novog objekta za dovod tople vode (npr. rekupacijske elektrane) može se poboljšati miješanje ispuštene tople vode s vodom Dunava uz minimalizaciju korištenja područja NATURA 2000.

6.3.1.3 Ispuštanje zagrijane rashladne vode u ljetnom periodu

Ljeti, kada temperatura Dunavske vode prelazi 25°C i kada je protok istodobno na razini ispod srednjeg protoka, da bi se mogla održati propisana granična temperatura $T_{\max}=30^\circ\text{C}$ u profilu na 500 m od mjesta ispuštanja tople vode, može doći do situacije da treba primijeniti dodatna rješenja s posebnom pažnjom na povećavanje temperature Dunavske vode uslijed klimatskih promjena.

Radi pridržavanja propisa zaštite okoliša ispitane su sljedeće mogućnosti:

- ograničenje električnog kapaciteta bloka,
- umiješanje hladne rashladne vode,
- primjena dodatnog hlađenja.

Osnova analize je hlađenje vode za 3°C (uglavnom zbog miješanja) na profilu od 500 m. od mjesta ispuštanja tople vode, čime se na mjestu ispuštanja dozvoljava maksimalna temperatura od 33°C.

Ograničenje električnog kapaciteta bloka

Primjenom ovog rješenja, održavanje zagrijane rashladne vode ispod maksimalno dozvoljene temperature vrši se smanjenjem električne snage bloka nuklearne elektrane. Smanjenjem električnog kapaciteta smanjuje se i temperatura koju treba odvesti od kondenzatora, te na taj način – uz isti volumni protok rashladne vode – smanjuje se i stupanj zagrijavanja rashladne vode.

Umiješanje hladne rashladne vode

Kod ove alternative hlađenja održavanje maksimalne temperature rashladne vode postiže se umiješanjem viška dunavske vode iz hladnovodnog kanala u toplovodni kanal, zaobilazeći kondenzatore turbine. Višak rashladne vode za umiješanje osigurava dodatna pumpa smještena u crpilištu, koja se može nadomjestiti pumpama postojećeg crpilišta nakon zaustavljanja blokova koji su trenutno u pogonu. Voda zagrijana u kondenzatoru, nakon miješanja s potrebnom količinom hladne vode, preko toplovodnog kanala i odgovarajuće oblikovanog objekta za poboljšanje pomiješanosti na mjestu ispuštanja, vraća se u Dunav.

Primjena dodatnog hlađenja

Primjenom dodatnog hlađenja maksimalna temperatura zagrijane rashladne vode se održava na način da zagrijana rashladna voda nakon izlaska iz kondenzatora struji punim volumenom preko rashladnih tornjeva s prisilnim strujanjem zraka. Količina koja se hladi dodatnim hlađenjem može se optimizirati. Rashladna voda nakon prolaska preko kondenzatora, hlađena dodatnim hlađenjem, vraća se u Dunav preko postojećeg toplovodnog kanala i odgovarajuće oblikovanog objekta za poboljšanje pomiješanosti.

Ocjena

Sva ispitana rješenja su prikladna za održavanje temperature zagrijane rashladne vode ispod granice od 33°C pri ispuštanju u Dunav.

Smanjenje kapaciteta Paksa II ograničeno je zbog minimalno dopuštenog opterećenja blokova u omjeru od 50%, umiješanje hladne vode ograničeno je zbog zajedničkog crpljenja rashladne vode za Nuklearnu elektranu Paks i Paks II pri minimalnom protoku Dunava odnosno proširivošću zajedničkih objekata, a naknadno hlađenje je ograničeno zbog buke. Međutim, pod osnovnim uvjetima ograničavajući faktori tehnički ne isključuju ni jednu varijantu.

Ispitivanja pokazuju da prikazana tri rješenja glede tehničkih, ekonomskih i ekoloških stanovišta imaju različite prednosti, ali prema sadašnjim spoznajama, privremeno smanjenje električnog kapaciteta blokova predstavlja optimalno rješenje, kako na temelju rezultata proračuna troškova životnog vijeka tako i s ekoloških stanovišta, jer ne uzrokuje povećanu emisiju u okoliš, niti iziskuje rabljenje većeg prostora. [25]

6.3.2 HLAĐENJE POMOĆU RASHLADNIH TORNJEVA

U slučaju da se za nove blokove elektrane primjeni sustav vlažnih rashladnih tornjeva izgrađenih u blizini postojećeg hladnovodnog kanala elektrane, toplota bi se pretežno ispuštala u zračni prostor. Vodom zahvaćenom iz Dunava i kemijski obrađenom treba nadoknaditi samo gubitke uslijed isparavanja, odnošenja kapljica i odmuljavanja.

U slučaju primjene sustava mokrih rashladnih tornjeva rashladna voda koja prolazi kroz površinske kondenzatore parne turbine vraća se u rashladni toranj i pomoću sustava za rasipanje-raspršivanje ravnomjerno se raspođeljuje po rashladnoj ispuni. Vodeni film na ispuni se hladi uslijed ishlapljivanja vodenog filma u zrak koji prisilnim strujanjem prolazi kroz ispunu za hlađenje. Radi drastičnog smanjenja odnošenja kapljica pri strujanju preko mokre ispune, u svim suvremenim rashladnim sustavima se koristi eliminator kapljica iznad ispune i sapnica. Ohlađena rashladna voda vraća se s ispune u bazen rashladne vode, te pomoću cirkularnih pumpi nazad u kondenzatore.

Uslijed ishlapljivanja povećava se sadržaj soli rashladne vode. Zbog toga, da bi se izbjeglo prekomjerno ugušćivanje, dio rashladne vode se odmuljuje i nadoknađuje obrađenom svježom vodom. Gubitak vode uslijed odnošenja kapljica također treba nadoknaditi. Da bi se izbjeglo taloženje soli i pojavljivanje algi na mokrim površinama, rashladnu vodu korištenu u rashladnom sustavu podvrgavaju kemijskom tretmanu, te protiv stvaranja algi i školjki rashladnoj vodi se dodaju biocidi.

6.3.2.1 Ispitivanje alternativa hlađenja pomoću rashladnih tornjeva

Za mogućnost primjene rashladnih tornjeva kod planiranih novih blokova na lokaciji u Paksu obavljena su zasebna ispitivanja [26], [27], [28]. Alternative su detaljno ispitane glede tehničke, ekološke, ekonomske i društvene prihvatljivosti. Tijekom ispitivanja detaljno su analizirane sljedeće tehničke alternative unutar rashladnih sustava s rashladnim tornjevima:

- Mokri rashladni tornjevi s prirodnim strujanjem zraka (visine ~186 m),
- Mokri rashladni tornjevi s prirodnim strujanjem zraka najveće dozvoljene visine od 100 m,
- Mokri rashladni tornjevi s prirodnim strujanjem zraka i dodatnom ventilacijom,
- Hibridni (mokri/suhi) rashladni tornjevi.

Najvažniji tehnički parametri ispitanih alternativa snage 2 x 1.200 MW_e sažeti su u sljedećoj tablici:

Za blokove snage 2x1200 MW	S prirodnim strujanjem	S prirodnim strujanjem, s ograničenjem visine	S prirodnim strujanjem i dodatnom ventilacijom	Hlađenje hibridnim (mokra/suho) rashladnim tornjevima
Broj rashladnih tornjeva [kom]	2x1	2x5	2x1	2x1

Za blokove snage 2x1200 MW	S prirodnim strujanjem	S prirodnim strujanjem, s ograničenjem visine	S prirodnim strujanjem i dodatnom ventilacijom	Hlađenje hibridnim (mokro/suho) rashladnim tornjevima
Visina rashladnih tornjeva [m]	186	100	70	60
Promjer osnove rashladnih tornjeva [m]	136,5	88	150	160
Promjer izlaza zraka rashladnih tornjeva [m]	77,5	60	95	74
Neto površina prostora potrebnog za rashladne tornjeve (za dva bloka) [m ²]	30.000	61.000	36.000	40.000
Volumni protok cirkulirajuće vode [m ³ /h]	2 x 136.820	2 x 5 x 27.364	2 x 136.820	2 x 136.820
Dodatna rashladna voda [m ³ /h]	≈ 2 x 2.900	≈ 2 x 2.900	≈ 2 x 2.900	≈ 2 x 2.600

Tablica 10. Tehnički podaci sustava mokrih rashladnih tornjeva

6.3.2.1.1 Emisija otpadne topline

Na temelju stručne literature procjenjuje se da ispuštena otpadna toplina i vlaga mogu imati utjecaja na zrak uglavnom u lokalnom okruženju, pod izvjesnim vremenskim okolnostima može se povećati vjerojatnost nastanka nekih meteoroloških pojava (povećanje relativne vlage, smanjenje vidljivosti, magla, slaba kiša, poledica, inje), mogu imati utjecaj na formiranje oblaka i padalina (npr. snijeg), mogu izmijeniti mjesto nastanka pljusкова i vremensko trajanje padalina. Dugoročno, mogu donekle utjecati na mikroklimu u okolišu emitera. Prema sadašnjim spoznajama rashladni tornjevi nemaju globalnih utjecaja.

Pošumljeno područje i zelena površina veće biološke aktivnosti u blizini industrijske zone djelomično kompenzira utjecaj toplinskog otoka. Ova rješenja se preporučaju ne samo s klimatskih gledišta već i radi smanjenja drugih opterećenja okoliša (zagađenost zraka, buka) i mogu se koristiti i za djelomično zaklanjanje vizualnih utjecaja. U zimskim uvjetima preventivno posipanje cesta i operativno korištenje upozoravajućih meteoroloških prognoza može smanjiti štete uslijed pojačanog zaleđivanja.

Do emisije otpadnih voda iz sustava hlađenja s rashladnim tornjevima može doći zbog konstantnog odmuljavanja bazena rashladnog tornja, odnosno zbog tehnologije pripremanja dodatne rashladne vode. Ispuštene otpadne vode sadržavaju soli i kemikalije za obradu cirkulirajuće rashladne vode u sustavu rashladnih tornjeva, odnosno kemikalije i regenerat za pripremanje dodatne vode.

6.3.2.1.2 Analiza ispitanih rashladnih rješenja glede zaštite krajolika

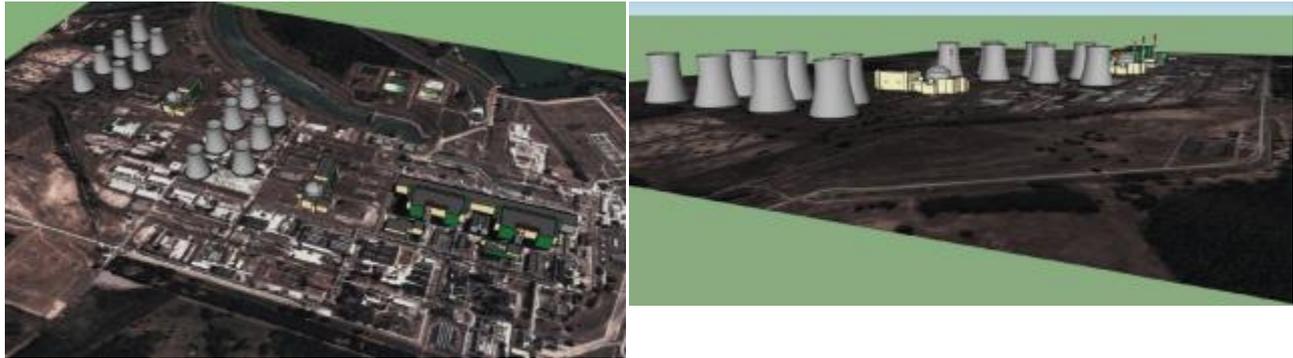
Analiza ispitanih rješenja hlađenja glede zaštite krajolika i ispitivanje njihovog uklapanja u krajolik obavljeno je u prvoj polovici 2012. godine, za tada ispitani najnepovoljniji slučaj, 2 x 1.600 MW. Rezultati ovih ispitivanja vrijede i za rješenje koje je sada ispitano: 2 x 1.200 MW, s razlikom da za kapacitet 2 x 1.600 MW treba izgraditi 2 x 7, a u slučaju 2 x 1.200 MW treba izgraditi 2 x 5 komada mokrog rashladnog tornja s prirodnim strujanjem zraka.

Mokri rashladni toranj s prirodnim strujanjem zraka

Glede utjecaja na krajolik i uklopivost u krajolik izgradnja 2 mokra rashladna tornja s prirodnim strujanjem zraka, visine 186 m izuzetno je problematično zbog značajnog utjecaja na krajolik, a isto se može reći i za varijantu mokrih rashladnih tornjeva s prirodnim strujanjem zraka najveće dozvoljene visine od 100 m.

Uklapanje mokrog rashladnog tornja s prirodnim strujanjem zraka u krajolik je praktično neizvedivo, vizualni utjecaj je vrlo izrazit, nismo pronašli niti domaći niti međunarodni primjer za toliki broj objekata takvih gabarita.

Mokri rashladni toranj s prirodnim strujanjem zraka, najveće dozvoljene visine od 100 m



Slika 28. Mokri rashladni toranj s prirodnim strujanjem, najveće dozvoljene visine od 100 m - vizualizacija (ptičja perspektiva i bočni izgled)

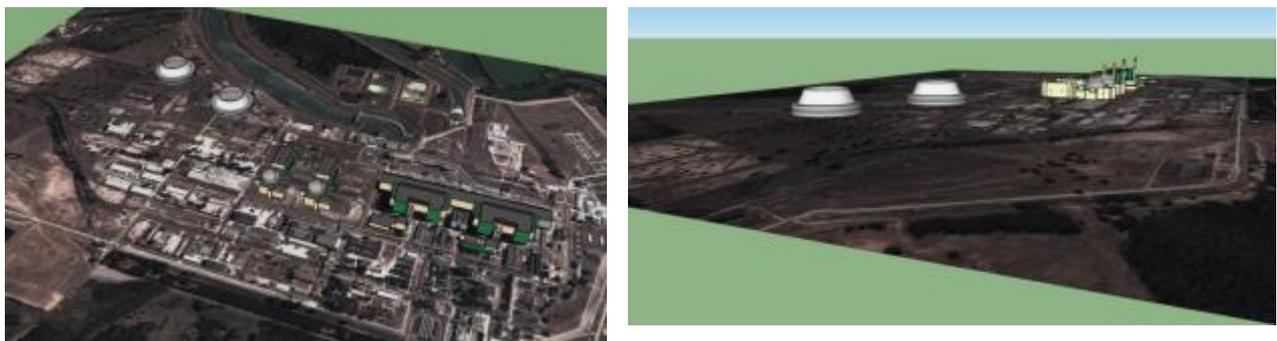
Hlađenje s po 2 mokra rashladna tornja s prirodnim strujanjem i dodatnom ventilacijom odnosno hibridno hlađenje mokrim rashladnim tornjem s dodatnom ventilacijom može se uklopiti u okoliš, ne pokazuju značajno odstupanje. U slučaju malo nižeg hibridnog tornja ograničena vidljivost oblaka pare je povoljnija, ali zauzima više prostora.

Hlađenje mokrim rashladnim tornjevima s prirodnim strujanjem i dodatnom ventilacijom



Slika 29. Mokri rashladni tornjevi s prirodnim strujanjem i dodatnom ventilacijom – vizuelni plan (ptičja perspektiva i bočni izgled)

Hlađenje hibridnim (mokri/suhi) rashladnim tornjevima



Slika 30. Hibridni rashladni tornjevi, varijanta s dodatnom ventilacijom – vizuelni plan (ptičja perspektiva i bočni izgled)

6.3.3 ANALIZA PROFITABILNOSTI NAČINA HLAĐENJA SVJEŽOM VODOM I RASHLADNIM TORNJEM

Investicijski i pogonski troškovi se mogu procijeniti kod obje varijante, ali je otežana procjena društveno-ekonomskih i okolišnih utjecaja, profit se teško može brojčano izraziti. Iz tog razloga u oba slučaja su odabrana tehnička rješenja kod kojih su, po mogućnosti, podjednaki rizici i kod kojih se mogu pridržavati važećih propisa glede zaštite okoliša. Iako su

utjecaji na okoliš različiti, prema sadašnjim saznanjima možemo reći da su društveni utjecaji isti. Na temelju toga, pri sličnom faktoru rizika i mogućnosti da se udovolji važećim propisima zaštite okoliša, treba odabrati varijantu koja ima najniže troškove.

Na temelju obavljenih ispitivanja može se ustanoviti da su ostvarljivi i sustavi mokrih rashladnih tornjeva i sustavi hlađenja svježom vodom, primjenom odgovarajuće tehnologije može se udovoljiti važećim propisima zaštite okoliša, mogu se kontrolirati rizični faktori koje treba uzeti u obzir kod pojedinih tipova i pojedini tipovi se mogu rangirati glede ekonomičnosti.

U tehničkom pogledu, primjenom sustava hlađenja svježom vodom, stupanj efikasnosti i količina proizvedene električne energije je veća nego u varijanti s rashladnim tornjevima. Primjena sustava sličnog postojećem sustavu hlađenja svježom vodom ima daljnju prednost i zbog stečenog pogonskog iskustva.

Pretvaranje u led pare koja izlazi i rashladnog tornja u zimskim uvjetima može oštetiti objekte u okruženju i krije opasnosti za okoliš.

Glede izvođenja, sustav hlađenja svježom vodom se u biti gradi od elemenata za koje već postoji iskustvo pri gradnji i izvođenju. Sustav mokrog rashladnog tornja s tehnologijom prirodnog strujanja takve veličine još nije izgrađen u Mađarskoj.

Glede ekološke zaštite, sustav hlađenja svježom vodom ne koristi kemikalije ili samo u minimalnim količinama, nasuprot sustavu hlađenja s rashladnim tornjem koji ima značajan utrošak kemikalija za pripremu dopunske rashladne vode i za kemijsko kondicioniranje rashladne vode koja kruži u rashladnom sustavu.

Glede utjecaja na okoliš, uklapanje rashladnih tornjeva sustava hlađenja u krajolik, čak ni sa smanjenom visinom nije prikladna zbog velikog broja tornjeva. Varijanta rashladnih tornjeva s dodatnom ventilacijom ima veće opterećenje na okoliš zbog buke, te investicijski troškovi i troškovi pogona su znatno veći.

Glede ekonomičnosti može se ustanoviti da su troškovi za vrijeme životnog ciklusa sustava hlađenja s rashladnim tornjevima veći u odnosu na sustav hlađenja svježom vodom.

Na temelju rezultata obavljenih ispitivanja odabran je sustav hlađenja svježom vodom – slično onom koji se trenutno koristi kod postojeća četiri bloka. [28]

7 OSNOVNI PODACI I KARAKTERISTIKE NUKLEARNE ELEKTRANE PAKS II PLANIRANE NA LOKACIJI U PAKSU

7.1 RAZVOJ RUSKIH VVER BLOKOVA

Od blokova III.+ generacijeruski proizvođač danas nudi tip VVER-1200.

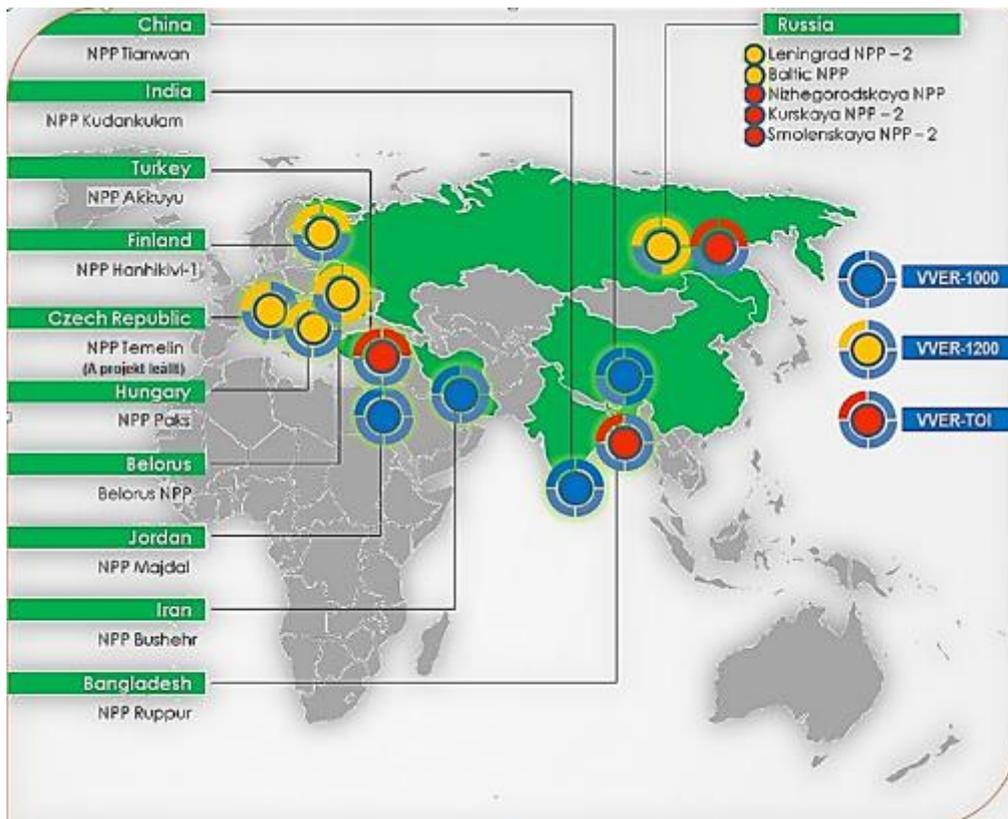
Termička snaga blokaje3200 MW, bruto električna snaga 1200 MW, a raspolaže i kapacitetom grijanja od 300 MW.

Ovaj blok postoji unekoliko varijanti, razlike između tipovima su zbograzličite filozofije glavnih konstruktora uizradi zaštitnih sustava (MIR-1200 jeprojektiran u Sankt-Peterburgu, AES-2006 –je projektiran u Moskvi).

Izmjene na bloku tipa VVER-1200 uglavnom su bili u pravcupoboljšanja ekonomičnosti (nazivna snaga, učinkovitost) odnosno raspoloživosti (npr. faktor iskorištenosti je 92%, životni vijek je 60 godina). Pored sigurnosnih izmjena poboljšan je radglavnih cirkulacijskih pumpi (s isključenjem podmazivanjauljem) uvođenjem nove vrste goriva koje sadrži sagoriveapsorbere³, te poboljšan je i pouzdanost parogeneratora. U novoizgrađenim blokovima primijenjena je integrirana upravljačka tehnika na digitalnoj bazi.

Zbog dosljedne primjene međunarodno prihvaćenih općih sigurnosnih normi odnosno preporuka EUR-a, blok tipa VVER-1200 je od strane EUR-aocijenjen kao odgovarajući.

³ Apsorberi su elementi koji apsorbiraju neutrone sprečavajući proširenje lančane reakcije (naj taj način se kontrolira lančana reakcija tzv. „trovanjem reaktora“).



Slika 31: Ruski VVER blokovi koji su u izgradnji ili su uplanu [7]

(A projekt leállt) | (Projekt je obustavljen)

U izgradnji su po dva bloka tipa VVER-1200 u Ruskoj Federaciji, u Nuklearnoj elektrani u Lenjingradu (Sosnovij Bor), odnosno u Nuklearnoj elektrani u Novovoronežu, njihovopuštanje u pogon očekuje se oko 2018-2019. godine.

U Ruskoj Federaciji planiraju značajno proširenje nuklearnog kapacitetablockovima tipa VVER-1200, prema planovima do 2020. godine ćepovećatikapacitet za 20.000 MWe (17 blokova). [29]

7.2 KARAKTERISTIKE RUSKIH BLOKOVA PLANIRANIHNA LOKACIJI U PAKSU

7.2.1 GLAVNI TEHNIČKI PARAMETRI

Glavne tehničke parametre blokova tipa VVER-1200 prikazuje sljedeća tablica:

Termički kapacitet reaktora	3.200 MW _{th}
Izlazni kapacitet (u ovisnosti o odabranoj tehnologiji sekundarnog kruga)	1.113 MW _e
Vijek trajanja	60 godina
Planirani faktor iskorištenosti snage	>90 %
Planirani godišnji ispad zbog glavnog remonta	20 dana
Vlastita potrošnja	7,1 %
Mogući tip goriva	UO ₂
Gorivni ciklus– vrijeme koje gorivni element provede u reaktoru	54 mjeseci (3 x 18 mjeseci)
Dužina neprekidnog rada	18 mjeseci
Potrošnja goriva	40,58 t UO ₂ / 18 mjeseci
Potrošnja goriva (gorivo + kazeta)	56,4 t / 18 mjeseci
Broj svježihgorivnih elemenata pri preslaganju (uravnoteženi)	76 kom.
Prosječna obogaćenost novihgorivnihihlemenata	4,95 % (²³⁵ U)
Prosječno sagorijevanje u gorivnim elementima	47,5 MW dan / kgU
Mogućnost regulacije	između 50%–100%, godišnje maks. 250 kom
Broj petlji i glavnih cirkulacijskih pumpi (FKSZ)	4, 4 FKSZ
Tlak primarne strane	162 bar
Ulazna/izlaznatemperatura reaktora	298,2 / 328,9°C

Parogenerator	4 db kom, vodoravni
Izlazni tlak parogeneratora	62,7 bar
Ukupnivolumni protok rashladnog medija u primarnom krugu	86.000 m ³ /h

Tablica 11. Glavni tehnički parametri blokova tipa VVER- 1200 [13], [30], [31]

7.2.2 SIGURNOSNI CILJEVI I PROJEKTA RJEŠENJA

Željeni sigurnosni cilj	Primijenjeno projektno rješenje za postizanje cilja i postupci za smanjenje posljedica
Sanacija pogonskih poremećaja koji spadaju u proširenje planske osnove	– Dvostijenski kontejnment – Rashladni sustav – Sustav hlađenja kontejnmenta – Rekombinatori vodika – Hvatač jezgre
Sprječavanje visokotlačnih pojava koja dovode do preranog kvara kontejnmenta	– Ventili za smanjenje tlaka – Rashladni sustav
Zbrinjavanje nastalog vodika	– Rekombinatori
Hlađenje i stabiliziranje rastaljene jezgre	– Hvatač jezgre
Smanjenje tlaka kontejnmenta	– hladioci velike površine(od 0 do 24 sata) – Mobilni uređaji (od 24 do 72 sata)

Tablica 12. Projektna rješenja za postizanje cilja i postupci za smanjenje posljedica [13], [30]

Nuklearni sustavi bloka smješteni su u dvostijenskom kontejnmentu. Unutarnja stijenka osigurava hermetičko zatvaranje kontejnmenta, dok vanjska stijenka štiti hermetički prostor od vanjskih utjecaja (npr. udarzrakoplova). Donji dio kontejnmenta funkcionira kao hvatač jezgre.

Sigurnosni sustavi koji pojedinačno imaju 100% kapaciteta smješteni su u četiri zasebna kanala. Napajanje svakog sigurnosnog kanala osigurava po jedan dizelgenerator snage 7,5 MW.

U slučaju pogonskog poremećaja pored sustava koji osiguravaju hlađenje primarnog kruga na raspolaganju su i četiri visokotlačna hidroakumulatora čiji je zadatak da u početnim fazama pogonskih poremećaja koji za posljedicu imaju značajan gubitak nositelja topline primarnog kruga, aktivna zona (jezgra) ostane pod vodom bez intervencije operatera, sve dok aktivni dijelovi rashladnih sustava za slučaj poremećaja u jezgri (ZÜHR) ne obave svoju zadaću.

7.3 GORIVO

Predviđeno gorivo planirane nove nuklearne elektrane na lokaciji Paks je obogaćeni uranijev dioksid.

Doprema goriva do lokacije, u skladu s propisima, obavljati će se u kontejnerima, prvenstveno putem željeznice.

Prvo punjenje goriva će se dopremiti na lokaciju otprilike 1-1,5 godina prije početka komercijalnog rada. Tijekom planiranog vijeka trajanja od 60 godina svakih 18 mjeseci će se dovoziti novo gorivopotrebno za nadomjestak (preslaganje) istrošenog goriva. Kao strateška zaliha, na lokaciji će se skladištiti svježije gorivo ukoličini potrebnom za dva punjenja (preslaganja).

Istrošenigorivni elementi nakon vađenja iz reaktora odlažu se u **bazenu za istrošeno gorivos** osiguranimodvođenjem **remanentne topline** sve dok njezina vrijednost ne postigne razinu na kojoj je prikladna za prijelazni suhi smještaj. U bazenu za istrošeno gorivo elementimogu odležati najviše 10 godina.

Nakon odležavanja u bazenu, istrošeno gorivo se prevoziu privremenoskladište. U tu svrhu trenutačno stoje na raspolaganju dvije mogućnosti:

- istrošeni gorivni elementi se odvoze na teritorij Ruske Federacije u cilju privremenog tehnološkog odlaganja ili tehnološkog odlaganja i recikliranja. Istrošeni gorivni elementi, odnosno u slučaju recikliranja nuklearni otpad se skladišti na teritoriji Ruske Federacije isto toliko vremena, koliko je propisanosporazumom (ugovorom) iz članka 7. stavka1. za zbrinjavanje nuklearnog goriva (20 godina), a nakon toga se vraća u Mađarsku.
- privremeno odlaganje istrošenih gorivnih elemenata u Mađarskoj.

Imajući u vidu planirani vijek trajanja novih blokova i vremenska razdoblja utvrđenih međunarodnim ugovorom, za privremeno odlaganje istrošenih gorivnih elemenata predviđamo **privremeni smještaj u Mađarskoj** na lokaciji blokova ili u njenoj neposrednoj blizini. Privremeno odlaganje traje sve dok se ne osigura konačno odlaganje gorivnih elemenata ili visoko aktivnog otpada nastalog nakon njihove reciklaže.

Nakon privremenog odlaganja predviđamo **konačno pohranjivanje** istrošenih gorivnih elemenata u **Mađarskoj**, s obzirom na sljedeće:

- jedan od uvjeta iz Zakona o nuklearnoj energiji za trajno, inozemno pohranjivanje otpada nastalog u Mađarskoj – prema kojem objekt za odlaganje radioaktivnog otpada ima dozvolu za pohranjivanje otpada koji će se otpremiti, i bio je u funkciji prije otpreme – za sada nije ispunjen.
- zbog planirane dužine vijeka trajanja dugoročna ostvarljivost ostalih mogućnosti je nesigurna, i ima značajne rizike.

7.4 PRIMARNI KRUG

Prema procesu proizvodnje energije planirani novi blokovi mogu se podijeliti na dva glavna dijela, na primarni i sekundarni krug.

Toplinu koja nastaje u aktivnoj zoni primarni krug odvodi u parogeneratore, a para nastala u parogeneratorima tijekom pretvorbe obavlja rad u turbini sekundarnog kruga te uslijed toga se u generatoru priključenom na turbinu proizvodi električna energija.

7.5 SEKUNDARNI KRUG

Zadaća sekundarnog kruga je pretvorba termičke energije proizvedene u reaktorima prvo u mehaničku, zatim u električnu energiju. Voda iz primarnog kruga temperature između 300 i 320°C zagrijava i proključava u vodi koja struji u sekundarnom krugu u cijevima za izmjenu topline parogeneratora.

Para koja izlazi iz parogeneratora odlazi u turbinu gdje mehaničkom energijom pokreće rotor turbine. U turbini, na istom vratilu se nalazi rotor visokotlačnog i niskotlačnog kućišta, odnosno generatora. U visokotlačnom turbinskom kućištu temperatura pare se smanjuje, a sadržaj vlage u pari značajno raste. Zbog toga, prije ulaska u niskotlačno kućište para odlazi u tzv. eliminator kapljica i uređaj za pregrijavanje pare gdje se odstranjuju kapljice koje bi oštetile lopatice turbine.

Istrošena para se vraća u kondenzatore gdje kroz nekoliko tisuća tankih cijevi struji rashladna voda. Na rashladnim cijevima para se kondenzira na oko 25°C, zatim se – radi poboljšanja učinkovitosti – preko višestupanjskog predgrijača, pumpama vraća u parogenerator.

Stupanj efikasnosti parnog ciklusa je ~37%.

7.6 RASHLADNI SUSTAVI

U planiranim novim nuklearnim blokovima, pored korisne topline za proizvodnju električne energije, u primarnom i u sekundarnom krugu nastaje toplina koja se ne može iskoristiti za proizvodnju električne energije, čija se odvodnja osigurava rashladnim sustavima.

Rashladni sustavi planirane nove nuklearne elektrane se mogu podijeliti na tri glavna dijela:

Zadaća **rashladnog sustava kondenzatora** je odvodnja kondenzacijske topline kružnog parnog procesa iz kondenzatora sekundarnog kruga nuklearnih blokova mehanički filtriranom dunavskom vodom koja struji kroz površinskih kondenzatora.

Zadaća **tehnološkog rashladnog sustava** je odvodnja topline koja nastaje u pomoćnim sustavima sekundarnog kruga. Tehničkim rješenjem planiranih novih blokova sustav tehnološke rashladne vode, kroz zatvorene unutarnjih rashladnih krugova odvodi otpadnu toplinu iz grupe postrojenja turbine-generatora, pumpe i elektromotora velike snage. Sustav tehnološke rashladne vode se račva s rashladne vode kondenzatora u pogonskoj zgradi turbine, azagrijana tehnološka voda se vraća u Dunav zajedno s vodom zagrijanom u kondenzatoru.

Zadaća sigurnosnog rashladnog sustava je opskrba rashladnom vodom potrošača (postrojenja) primarnog kruga nove nuklearne elektrane, koji pri normalnom pogonu primarnog kruga zahtijevaju stalno hlađenje. Zadaća sigurnosnog rashladnog sustava je nadalje, hlađenje primarnog kruga pri normalnom radu i pri poremećajima, zatim pored hlađenja primarnog kruga, osiguranje odvodnje remanentne topline goriva iz reaktora, iz pretovarnih stanica iz bazena za istrošeno gorivo. Sigurnosni sustav rashladne vode može raditi na dva načina. Jedan od načina je da preko rashladnih čelija s umjetnim strujanjem predaje toplinu zračnom okruženju, a drugi mogući način je da se odvodnja topline obavlja svježom vodom, u kom slučaju konačni recipient topline je Dunav. Sigurnosni rashladni sustav u osnovi funkcionira svježom vodom crpljenom iz Dunava, ali ako sigurnosni rashladni sustav iz bilo kojeg razloga (npr. ekstremni vremenski uvjeti, ekstremni vodostaji Dunava, oštećenje objekata u vodi uslijed kojih gube sigurnost) ne može obavljati sigurnosne funkcije svježom vodom, prelazi na hlađenje rashladnim čelijama. Sigurnosni rashladni sustav blokova planirane nove nuklearne elektrane – prema projektu koji uzima u obzir pogodnosti lokacije – u značajnom dijelu radnog vijeka funkcionira svježom rashladnom vodom.

7.6.1 CRPLJENJE DUNAVSKE VODE

U ovisnosti o dva načina rada sigurnosnog rashladnog sustava, količina crpljene vode iz Dunava iznosi od 64,15 m³/s do 66,01 m³/s za jedan blok, a za dva bloka između 128,3 m³/s i 132,02 m³/s. Glede utjecaja crpljenja i povrata dunavske vode uzimane su u obzir veće vrijednosti.

Sljedeća tablica prikazuje zbiru količinu (rashladna voda kondenzatora, tehnološka rashladna voda, sigurnosna rashladna voda i priprema dodatne vode) iscrpljene sirove dunavske vode u slučaju rada sustava sigurnosne rashladne vode svježom vodom.

Naziv	Jedinica	1 x 1.200 MW _e	2 x 1.200 MW _e
Rashladna voda kondenzatora*	m ³ /s	61,5	123
Tehnološka rashladna voda (sekundarnog kruga) [31]	m ³ /s	2,6	5,2
Sigurnosna rashladna voda (primarnog kruga) [31]	m ³ /s	1,9	3,8
Sirova voda u pripremi dodatne vode (za pripremu desalinizirane vode)	m ³ /s	0,01	0,02
Ukupna količina vode iscrpljene iz Dunava	m ³ /s	66,01	132,02
Godišnja (8760 h) maksimalna potreba za rashladnom vodom	milijardi m ³ /godina	2,08	4,16

Tablica 13. Količine iscrpljene dunavske vode u slučaju rada sigurnosnog rashladnog sustava svježom vodom,

7.6.2 SUSTAV RASHLADNE VODE KONDENZATORA

Rashladni sustav kondenzatora – slično onima koji se koriste kod četiri bloka nuklearne elektrane koja je u funkciji – odvodi višak topline strujanjem vode crpljene iz Dunava preko kondenzatora. Dunavska voda se vadi pumpama crpilišta, a zatim se preko odgovarajućih filtera i vodova vodi do kondenzatora u turbinskoj zgradi bloka.

Na temelju obavljenih ispitivanja varijanti rashladnog sustava kondenzatora novih nuklearnih blokova, imajući u vidu tehnička, ekonomska i ekološka stajališta, odabrano je crpljenje i opskrba rashladnom vodom iz zaljeva, odnosno odvodnja tople vode križanjem postojećeg hladnovodnog kanala i proširenjem postojećeg toplovodnog kanala.

Očekivani potreban volumni protok rashladnog sustava kondenzatora pri temperaturnoj razlici od $\Delta t = 8^{\circ}\text{C}$ ukondenzatoru pri $\approx 2.075 \text{ MW}_{\text{th}}$ viška topline u kondenzatorima po bloku, u slučaju jednog bloka u normalnom pogonu iznosi 61,5 m³/s, a za dva bloka je 123 m³/s.

Snaga bloka	Jedinica	1 x 1 200 MW _e	2 x 1 200 MW _e
Volumni protok rashladne vode [31]	m ³ /s	61,5	123
Volumni protok rashladne vode	m ³ /h	221.400	442.800
Zagrijavanje rashladne vode u kondenzatoru [31]	°C	8	8
Godišnja (8760 h) maksimalna potreba za rashladnom vodom	milijardi m ³ / godina	1,94	3,88

Tablica 14. Količine vode u rashladnom sustavu kondenzatora

7.6.3 SUSTAV TEHNOLOŠKE RASHLADNE VODE (SEKUNDARNOG KRUGA)

Hlađenje sekundarnog kruga nuklearne elektrane osimhlađenja kondenzatora obavlja tehnološki rashladnisustav. Potrebna količina rashladne vode za tehnološki rashladni sustav dolazi preko rashladnogsustava kondenzatorado turbinske zgrade, gdje nakon račvanja,odgovarajućom pumpom za povećanje tlaka stiže do potrošača tehnološkog rashladnogsustava. Zagrijana voda tehnološkog rashladnog sustava se iza kondenzatora vraća u granu rashladnogsustava kondenzatora. Tehnološka rashladna voda se vraća u Dunav zajedno s rashladnom vodom kondenzatora. Rashladni medij tehnološkog rashladnogsustava je dunavska voda koja nakon filtriranja u rashladnomsustavu kondenzatoraprolazi kroz finih mehaničkih filtera kako bi se održalo pouzdano pogonsko stanje izmjenjivača topline. Na strani ohlađenog medija izmjenjivača topline tehnološkog rashladnogsustava, u unutarnjem krugu zatvorenog sustava rashladne vode turbinske zgradecirkulira desalizirana voda.

Izvedba tehnološkog rashladnogsustava je 2x100%, od najvažnijih elemenata sustava izrađuju se po 2 paralelne jedinice s odgovarajućim unakrsnim poveznicama.

Potreba za rashladnom vodom tehnološkog rashladnogsustava u slučaju jednog bloka pri normalnom pogonu iznosi 9.360 m³/h, za dva bloka pri normalnom pogonu se očekuje 18.720 m³/h. Potreba za rashladnom vodom prijelaznih pogonskih stanja (npr. pokretanje, zaustavljanje) ne odstupa značajno od potrebe rashladne vode u normalnom pogonu. Količina tehnološke rashladne vode određena je za višak topline ≈86,6 MW_{th} po bloku i zagrijavanje rashladne vode za 8°C, kao kod kondenzatora.

Snaga bloka	Jedinica	1 x 1.200 MW _e	2 x 1.200 MW _e
Volumni protok tehnološke rashladne vode pri normalnom pogonu	m ³ /s	2,6	5,2
Volumni protok tehnološke rashladne vode pri normalnom pogonu	m ³ /h	9.360	18.720
Zagrijavanje rashladne vode u tehnološkom rashladnomsustavu	°C	8	8
Godišnja, maksimalna potreba za tehnološkom rashladnom vodom	milijuna m ³ / godina	82	164

Tablica 15. Količine tehnološke rashladne vode [32]

7.6.4 SIGURNOSNI SUSTAV RASHLADNE VODE

Hlađenje pomoćnih sustava primarnog kruga nove nuklearne elektrane osiguranaje tzv. sigurnosnimrashladnimsustavomizgrađenimza svaki blok zasebno. Jednom bloku pripadaju četiri zasebna ali po funkciji istovjetna sustava, od kojih pri normalnom pogonu radi jedan redundantni sustav, a u prijelaznom pogonskom stanju dva.

Ovaj sustav je neovisan o rashladnomsustavukondenzatora i tehnološkom rashladnomsustavusekundarnog kruga, zajedničkih objekatabitiće samo u dijelu za napajanje rashladnom vodom i za odvodnju.

Potreba za rashladnom vodom sigurnosnog rashladnogsustava u slučaju jednog bloka pri normalnom pogonu iznosi 6.840 m³/h, za dva bloka se predviđa 13.680 m³/h. Potreba za rashladnom vodom u prijelaznim pogonskim stanjima (npr. pokretanje, zaustavljanje) po jednom bloku se predviđa 13.680 m³/h. S obzirom da oba blokani kada neće istodobno biti u prijelaznom pogonskom stanju, zbirna potreba oba bloka prema očekivanjima neće prelaziti volumni protok od 20.520 m³/h. Potrebne količine vode sigurnosnog rashladnogsustava određene su uzimajući u obzir zagrijavanje rashladne vode za 8°C, kao kod kondenzatora.

Snaga bloka	Jedinica	1 x 1.200 MW _e	2 x 1.200 MW _e
Volumni protok sigurnosne rashladne vode pri normalnom pogonu	m ³ /s	1,9	3,8
Volumni protok sigurnosne rashladne vode pri normalnom pogonu	m ³ /h	6.840	13.680
Volumni protok rashladne vode u prijelaznom pogonskom stanju	m ³ /h	13.680	20.520
Zagrijavanje rashladne vode u sigurnosnom rashladnomsustavu	°C	8	8

Tablica 16. Količine sigurnosne rashladne vode

Hlađenje ćelijama s umjetnom ventilacijom

Jedan od mogućih načina rada sigurnosnog rashladnogsustava je da se predaja topline vrši preko umjetno ventiliranih ćelija u okolišni zrak, te je zrak konačni recipijent. Tada sigurnosni rashladni sustav ne odvodi toplinu strujanjem dunavske vode, a ni oduzeta topline ne dospjeva u Dunav. U ovom slučaju sigurnosni rashladni sustav se smatra kao zatvoreni sustav, volumni protok rashladne vode čini rashladna voda cirkulirana između sigurnosnih rashladnih ćelija i izmjenjivača topline sigurnosnog rashladnogsustava. Nakon punjenja sustava prilikom puštanja u pogon, treba samodopunjavati vodu zbog gubitaka uslijed isparavanja, odnošenja kapljica i odmuljavanja, što se vrši iz tehnološke pripreme dodatne vode nuklearne

elektrane. Godišnja količina dodatne vode je minimalna, iz razloga što se za sigurnosnerashladne tornjeve pretpostavlja rad u trajanju od jednog mjesecagodišnje i zanemariva je u odnosu na količinu vode iscrpljene u cilju drugih vrsta hlađenja.

Snaga bloka	Jedinica	1 x 1.200 MW _e	2 x 1.200 MW _e
Količina dodatne vode	m ³ /s	0,04	0,08
Godišnja maksimalna potreba za dodatnom vodom (potreba za dunavskom vodom u cilju sigurnosnog hlađenja)	milijuna m ³ /godina	≈0,1	≈0,2

Tablica 17. Količine dodatne vode sigurnosnog rashladnogsustava u slučaju primjene rashladnih tornjeva.

Rashladni toranj s ćelijama i umjetnom ventilacijom za oduzimanje topline sigurnosnog rashladnogsustavaizgrađena je u izvedbi od4x100% po bloku. (omjer rezervekonako čese moći odrediti temeljem rezultata obavljenih sigurnosnih analiza lokacije). Pri normalnom pogonu u funkciji je jedan sigurnosni rashladni toranj po bloku, ostali su rezervni, dok pri pokretanju i zaustavljanju odnosno pri hlađenju nakon zaustavljanja blokova funkcioniraju dva sigurnosna rashladna tornjapo bloku.

4 sigurnosne rashladne ćelije po bloku smještenu pored kontejnmenta. Površina tlocrtasigurnosnih ćelija je oko 17 x 35 m, njihova ukupna visina je otprilike 15 m, od čega visina ćelija iznosi 13 m, a ventilacijski kanali iznad ćelija su visine oko 2 m. Pored rashladnih ćelija smještenajepumpasigurnosnih rashladnih sustava, kojacirkulira rashladnu vodu između sigurnosnih sustava i rashladne ćelije. Sigurnosni rashladni tornjevi su izvedeni s dvojnim ćelijama, u svakoj ćeliji se nalaze po dva sustava za distribuciju vode i dva ventilatora.

U sigurnosnim sustavima primarnog kruga zagrijana voda se odvodi u sigurnosne rashladne ćelije, i pomoću sapnica ravnomjerno se raspodjeljuje na mokre rashladne ispune. Vodeni film nanesen na ispunu hladi se pod utjecajem protustrujnog djelovanja okolišnog zraka. Za smanjenje odnošenja kapljicapri strujanju preko mokrih rashladnih ispuna koriste se eliminator kapljicaiznad rashladneispune i sapnica. Ohlađena rashladna voda s rashladneispune vraća se u bazen rashladne vode, te pomoću cirkulacijskih pumpi rashladna voda se vraća u sigurnosni sustav primarnog kruga. Nadoknadu količine isparene i odmuljene vode vrši sustav dodatne vode, gdje se istovremeno vrši i dodavanje kemikalija u cilju pouzdanog pogonskog rada sustava.

Hlađenje svježom vodom

Druga mogućnost za sustav sigurnosne rashladne vode je kada sigurnosni rashladnisustav oduzima toplinu strujanjem dunavske vodeoduzeta toplina dospijeva u Dunav preko toplovodnog kanala. U ovom slučaju sigurnosni rashladnisustav se smatra otvorenim, volumni protok rashladne vode čini rashladna voda vođenakroz izmjenjivača topline sigurnosnog sustava rashladne vodecrpljene iz Dunava. Maksimalna godišnja potreba za rashladnom vodom se odnosi na 8.760 sati rada, naime, mogu se pojaviti pogonske godine kada sigurnosni sustav rashladne vode preko cijele godine radi u pogonskom režimu„sa svježom vodom”.

Snaga bloka	Jedinica	1 x 1.200 MW _e	2 x 1.200 MW _e
Volumni protok sigurnosne rashladne vode pri normalnom pogonu (cirkulirana rashladna voda ili dunavska voda)	m ³ /s	1,9	3,8
Godišnja maksimalna potreba za sigurnosnom vodom (u slučaju crpljenja dunavske vode)	milijuna m ³ /godina	59,9	119,8

Tablica 18. Količine sigurnosne rashladne vode u slučaju hlađenja svježom vodom

Uzimajući u obzir način hlađenja i rezultate obavljenih tehničkih i sigurnosnih analiza za lokaciju može se konačno zaključiti da je opskrba sigurnosnih sustava rashladnom vodom ostvarljivai iz bazena rashladne vode s hlađenjem raspršivačima ili iz crpilišta neovisnog od sustava rashladne vode kondenzatora.

Sigurnosni rashladnisustav mora udovoljavati zahtjevu propisanom od strane Međunarodne agencije za nuklearnu energiju (IAEA) i uPravilnikuo nuklearnoj sigurnosti(NBSZ), prema kojima i u slučaju gubitka apsorpcije toplinepri normalnom pogonutreba osigurati odvodnju remanentne topline reaktora, čak i ako je takvo stanje nastalo uslijed vanjskih utjecaja (potres, ekstremni meteorološki uvjeti (ekstremni mraz, vjetar, snijeg), udar zrakoplova, požar i sl.) [32]

7.6.5 VODOTEHNIČKI OBJEKTI SUSTAVA VODENOG HLAĐENJA

Postojeći, prošireni hladnovodni kanal

Postojeće hladnovodne kanale zajednički će koristiti blokovi Nuklearne elektrane Paks i Paks II. U2030. godini kada počinje istodobni pogonu postojeća 4 bloka i planirana 2 bloka, radi osiguranja dovoda potrebne količine rashladne vode preko postojećeg hladnovodnog kanala, potrebno je proširiti hladnovodni kanal na dužini od 1.300 m.

Crpilište

Najpovoljnijemjesto u zaljevu za crpilište novih nuklearnih blokova je slobodni prostor na 150 metara sjeverno od postojećeg crpilišta, na obali postojećeg hladnovodnog kanala Nuklearne elektrane Paks. Crpilište ima pumpe za rashladnu vodu kondenzatora u izvedbi od 3 x 33% ili 4 x 25% po bloku i sustav filtera (za dva bloka 6-8 paralelnih sustava). U crpilištu se nalaze strojno čišćeni češljevi, trakasti filter i odgovarajuće oblikovaneoplatne ploče.

U slučaju sigurnosnog rashladnogsustava sa svježom vodomdunavsku vodu crpe sigurnosne pumpe za rashladnu vodu, 4 komada po bloku, smještene u crpilištu. Crpilištesigurnosnog rashladnogsustava– prema projektu koji uzima u obzir pogodnosti lokacije – funkcionirat će u značajnom dijelu radnog vijeka.

Vodovi rashladne vode

Rashladna voda rashladnogsustava kondenzatora (koja sadrži i rashladnu vodu tehnološkog rashladnogsustava) prolazi kroz podzemnih cijevi između crpilišta i turbinske zgrade na duljini od oko 300-400 metara. Za količinu rashladne vode koja prolazi kroz rashladni sustav potrebna su 3 cjevovoda promjera 3,2 – 4 m po bloku.

Rashladna voda sigurnosnog rashladnogsustava teče paralelno sa sustavom rashladne vode kondenzatora do turbinske zgrade, a zatim samostalnom trasom nastavlja do objekta u kojem se nalazi i sigurnosni sustav rashladne vode. Za količinu rashladne vode koja prolazi kroz sigurnosni sustav potrebna su 4 cjevovoda promjera 0,5-0,8 m po bloku.

Kondenzatoriturbina i izmjenjivači toplinesustava hlađenja

Rashladna voda koja struji u rashladnomsustavu kondenzatora oduzima višak topline u kondenzatorima turbine nastalu uslijed kondenzacije pri ulasku pare u kondenzator. Oduzeta toplina zagrijava rashladnu vodu koja prolazi kroz cijevi rashladnog sustavakondenzatora. Zagrijavanje rashladne vode u kondenzatoru u dimenzioniranom stanju iznosi 8°C.

U slučaju tehnološkog i sigurnosnog rashladnogsustava, rashladna voda koja prolazikroz izmjenjivača toplineoduzima toplinu hlađenja unutarnjeg zatvorenog rashladnogsustava priključenog na tehnološki i sigurnosni sustav rashladne vode. Oduzeta toplina zagrijava rashladnu vodu (dunavsku vodu) koja prolazikroz cijevi izmjenjivača topline. Očekivano zagrijavanje rashladne vode u tehnološkim i sigurnosnim rashladnomsustavima u dimenzioniranom stanju – slično rashladnomsustavu kondenzatora – iznosi 8°C.

Zatvoreni toplovodni kanali

Zagrijana rashladna voda od turbinske zgrade do hladnovodnog kanala, zatim preko mosta iznad hladnovodnog kanala i iza mosta do prelivne brane za održavanje nivoa, teče preko armirano betonskog kanala na trasi dužine oko 500 metara. Zagrijana rashladna voda sadržava zagrijanu tehnološku rashladnu vodu priključenu u turbinskoj zgradi i zagrijanu sigurnosnu rashladnu vodu priključenu izvan zgrade (pri sigurnosnom hlađenju svježom vodom). Za količinu rashladne vode koja prolazi kroz rashladni sustav potrebna su 2 armiranobetonska kanala po bloku, poprečnog presjeka 5x3 m.

Mosni kanal

Zagrijana rashladna voda iznad postojećeg hladnovodnog kanala do prelivne brane za održavanje nivoa vodit će se odgovarajuće izvedenim novim mosnim kanalom. Mosni kanal se gradi od armirano betonskih elemenata, sa stupovima smještenim u koritu postojećeg hladnovodnog kanala. Širina mosta je oko 25-30 m, najduži raspon ne prelazi 50 metara.

Prelivna brana za održavanje nivoa

Zadatak prelivne brane za održavanje nivoa osiguranje tlaka na strani rashladne vode kondenzatora, potrebnog za siguran rad rashladnog sustava kondenzatora, odnosno za osiguranje mogućnosti vraćanja tople vode u hladnovodni kanal radi miješanja.

Novi, otvoreni kanal trapeznog poprečnog presjeka

Od prelivne brane za održavanje nivoa postojećeg toplovodnog kanala potrebna je izgraditi novi, otvoreni toplovodni kanal trapeznog poprečnog presjeka, s novomračvom koja toplu vodu iz novih blokova vodi u postojeći toplovodni kanal. U novom, otvorenom kanalu topla voda teče gravitacijski prema postojećem toplovodnom kanalu na dužini od oko 500 metara. Projektirana širina dna novog kanala je 16 m, širina kanala je 80 m. (širina krune je 50 m) nagib pokosa je 1:2, prosječna visina vode je oko 2,5 – 3 m.

Postojeći, prošireni toplovodni kanal

Iza nove račve zagrijana rashladna voda preko postojećeg toplovodnog kanala s proširenim proticajnim presjekom dolazi do objekta za ispušt vode. Zagrijana rashladna voda se vraća u Dunav gravitacijom preko proširenog toplovodnog kanala.

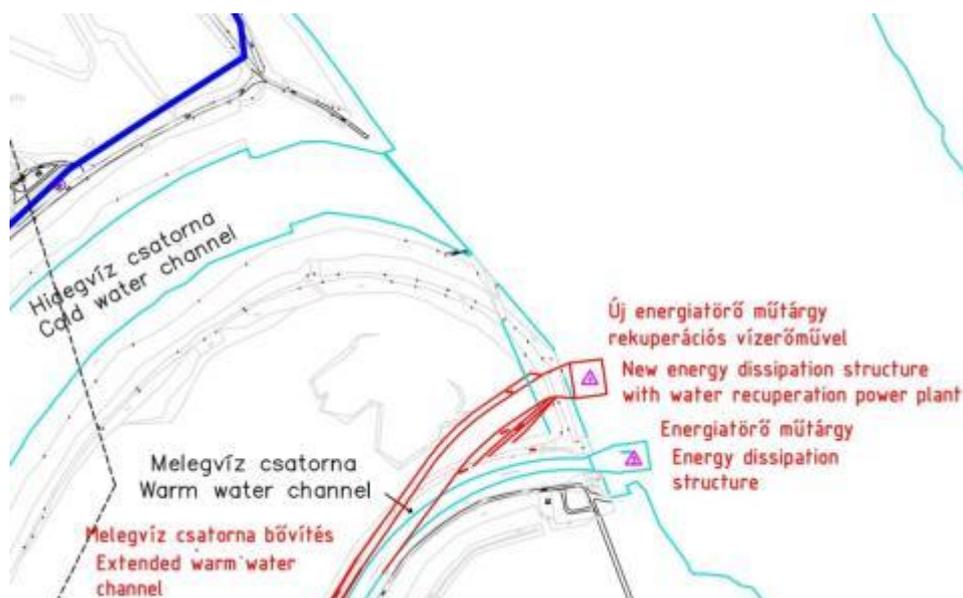
Postojeći toplovodni kanal je pri gradnji Nuklearne elektrane Paks izveden na način da bude pogodan za odvodnju tople vode Nuklearne elektrane Paks i tada planiranog proširenja od 2 x 1.000 MW. Sukladno tome dimenzionirani kapacitet toplovodnog kanala je bio 220 m³/s. Obavljeno je ispitivanje pogodnosti toplovodnog kanala za potrebe proširenja blokova snage 2 x 1.200 MW, uzimajući u obzir moguće vodostaje Dunava i ograničavajući utjecaj postojeće prelivne brane za održavanje nivoa Nuklearne elektrane Paks na najviše vodostaje u toplovodnom kanalu.

Kako bi se osiguralo da toplovodni kanal može odvesti toplu vodu svih 6 blokova, počev od 2030. godine kada će zajedno funkcionirati postojeća 4 bloka i planirana 2 nova, toplovodni kanal treba proširiti. S obzirom da količina tople vode blokova koji se uključuju u sustav od 2025. godine, znatno povećava razinu vode toplovodnog kanala što otežava izvedbu radova proširenja toplovodnog kanala, svrsishodno je proširenje kanala za potrebe od 2030. godine obaviti još prije puštanja u pogon prvog novog bloka, do 2025. godine.

Postojeći objekt za disipaciju (umirenje) energije s drugom točkom ulijevanja

Ulijevanje tople vode iz postojećeg 4 bloka i planirana 2 bloka u Dunav može se osigurati izgradnjom novog disipatora energije izvedenog u odgovarajućem obliku.

Izvedba druge točke ulijevanja ima više prednosti u odnosu na proširenje postojećeg disipatora energije. Primjenom novog disipatora s rekuperacijskom hidroelektranom, izgrađenog kod mjesta drugog ulijevanja, između ušća hladnovodnog kanala i toplovodnog kanala, može se poboljšati pomiješanos povratne tople vode s dunavskom, i može se povratiti značajna količina električne energije uz minimaliziranu korištenje područja Natura 2000.



Prikaz 32. Situacijski plan postojećeg objekta za disipaciju energije i druge, nove točke ulijevanja

Hidegvíz csatorna	Hladnovodni kanal
Melegvíz csatorna	Toplovodni kanal
Melegvíz csatorna bővítés	Proširenje toplovnog kanala
Új energiatörő műtárgy rekuperációs vízerőművel	Novidisipator energije s rekuperacijskom elektranom
Energiatörő műtárgy	Objekt zadisipaciju energije

7.6.5.1 Rekuperacijska hidroelektrana

Podizanjem razine vode toplovnog kanala nuklearne elektrane može se osigurati pad na ušću Dunava, pogodan za pokretanje vodenih turbina ~7-8 MW nazivne instalirane snage. Uzimajući u obzir vodostaje Dunava i rad blokova, količina električne energije koja se godišnje može proizvesti iznosi blizu 35 GWh.

Razinu vode na uzvodnoj strani rekuperacijske elektrane povisuje brana ugrađena na kraju toplovnog kanala u kojoj će se smjestiti vodne turbine i uslužna postrojenja. Tu spadaju i naprave koje reguliraju smjer vode i njihove upravne jedinice, naprave za dizanje i pomoćna postrojenja za opsluživanje i remont. Pored hidroelektrane čese izgraditi samostojeci objekt s električnim i upravnim uređajima, razvodnimormarimasa sklopkama i transformatorima. Ovdje će se priključiti i kablovi koji osiguravaju vezu s nuklearnom elektranom i dalekovodi za prijenos proizvedene električne energije. Tu će biti uređaji za opskrbu pomoćnom energijom, kompresor i postaja za ulje.

Rekuperacijska hidroelektrana imapreljevkoji pri ispadu ili remontu vodnih turbina može bez povratnog utjecaja odvoditi i sigurno vratiti u Dunav maksimalnu količinu rashladne vode koja dolazi iz nuklearne elektrane.

Hidroelektrana je ograđenisamostalni objekt koji ne zahtijeva stalnunazočnost operatora. Imovinsku sigurnost osigurava fizička brana i signalni sustav.

7.7 POMOĆNI SUSTAVI, POMOĆNI OBJEKTI

7.7.1 DESALINIZIRANA VODA

U svezi s planiranimproširenjem blokova planirana je i izgradnja novog postrojenja za pripremu vode s kapacitetom od 3x100%,radi osiguranjapotrebne redundancije. Od najvažnijih elemenataizgradit će se po 3 paralelne jedinice s odgovarajućim unakrsnim poveznicama.

Tehnološki proces pripreme rezervne vode sastoji se od sljedećih faza: bistrenje, multimedijsko filtriranje, membranska desalinizacija i po potrebi dodatna desalinizacija ionskom izmjenom. Proces membranskedesalinizacije sastoji se od daljnje tri podfaze:ultra filtriranje, desalinizacija postupkom obrnute osmoze i elektro-deionizacijska desalinizacija. Suština procesa pripreme dodatne vode je membranska desalinizacija, čija glavna značajka je da u odnosu nauobičajenomekšavanjekrećom iliionskom izmjenom, uporaba kemikalija je najmanje za jedan red veličine manja, te na taj način se znatno smanjuje emitirana količina kemikalija. Postrojenje za pripremododatne vode opskrbljuje rashladne tornjeve potrebnom količinom dodatne vode. Odgovarajuća kvaliteta dodatne rashladne vode postiže se nakon međuprocemembranske desalinizacije. Zbog togase prva faza pripreme dodatne vode radi s većim kapacitetom(ovisno o načinu skladištenja dodatne vode i kvalitetnih zahtjeva rashladnih tornjeva), a kroz finu desalinizaciju prolazi samo količina vode koja je potrebna za zahtjeveprimarnog i sekundarnog kruga.

Ovisno o dva moguća načina rada sigurnosnog rashladnogsustava,za pripremododatne vode također postoje dvije mogućnosti. S obzirom da režims rashladnim tornjevima sigurnosnog rashladnogsustava traje kratko (godišnje nekoliko dana, maksimalno mjesec dana), vodnu bilancu postrojenja za pripremododatne vode računamo na temelju karakterističnog režima, kada sigurnosni rashladnisustav funkcionira svježom vodom i nema potrebe za dodatnomrashladnom vodom.

Očekivana količina potrebne sirove vode za pripremu dodatne vode prema gore iznesenima, u normalnom pogonu za jedan blok iznosi 36 m³/h, a za dva bloka u normalnom pogonu treba 72 m³/h. Za planirana dva bloka ukupna godišnja potreba sirove vode prema očekivanjima ne prelazi 640 tisuća m³.

Naziv	Jedinica mjere	1x1.200 MW	2x1.200 MW
Sirova (dunavska) voda	m ³ /s	0,01	0,02
Sirova (dunavska) voda	m ³ /h	36	72
Otpadna voda	m ³ /h	12	24
Desalinizirana voda	m ³ /h	24	48

Tablica 19. Vodna bilanca pripreme rezervne vode u normalnom pogonu

Zadaća sustava za skladištenje i distribuciju desalinizirane vode je skladištenje, odnosno doprema desalinizirane vode do svih potrošača u turbinskoj zgradi i pomoćnim postrojenjima primarnog kruga. Postrojenje za pripremu dodatne vode i spremnik desalinizirane vode zajednički treba da zadovolje maksimalne potrebe za desaliniziranom vodom koje mogu istodobno nastupiti. Očekivana potreba za desaliniziranom vodom novih nuklearnih blokova, za jedan blok u normalnom pogonu iznosi 24 m³/h a za dva bloka u normalnom pogonu treba 48 m³/h. Veće potrebe za desaliniziranom vodom u prijelaznim pogonskim stanjima zadovoljavaju se iz spremnika desalinizirane vode. S obzirom da prijelazna pogonska stanja traju svega nekoliko dana u godini, mjerodavna je potreba za desaliniziranom vodom u normalnom pogonu. Očekivana godišnja potreba za desaliniziranom vodom, zbirno za oba bloka, ne prelazi 420 tisuća m³.

Očekivana količina otpadne vode zajedničkog postrojenja za pripremu dodatne vode novih nuklearnih blokova, u normalnom pogonu za jedan blok iznosi 12 m³/h, a za dva bloka 24 m³/h. Očekivana godišnja količina otpadne vode iz pripreme dodatne vode za planirana dva bloka ne prelazi 220 tisuća m³.

U postrojenju za pripremu dodatne vode otpadna voda nastala u pojedinim tehnološkim procesima skuplja se i odlaže u privremeni spremnik otpadnih voda. Voda prispjela iz raznih procesa se miješa, te prije ispuštanja se provjerava da li odgovara zahtjevima emisije. Po potrebi se obavlja kemijska neutralizacija. Otpadna voda se odvodi u sustav tehnološke otpadne vode elektrane. [32]

7.7.2 TEHNOLOŠKA OTPADNA VODA

7.7.2.1 Sustav za zbrinjavanje radioaktivne otpadne vode primarnog kruga

U sustavu otpadnih voda primarnog kruga skupljaju se, obrađuju i skladište radioaktivna otpadna voda nastala pri normalnom pogonu. Ovaj sustav eventualno prima i radioaktivnu otpadnu vodu iz sustava turbinske zgrade (npr. odmuljavanje parogeneratora sa strane napojne vode).

Osnovna zadaća zbrinjavanja tekućih radioaktivnih otpada je selektivno skupljanje raznih otpadnih voda prema osnovnim fizičkim i kemijskim svojstvima i prema zagađenosti. Selektivnim sakupljanjem otpadnih voda s razdvajanjem aktivnih i neaktivnih otpadnih voda značajno se smanjuje količina raznih kategorija otpada za trajno odlaganje. Najveći dio radioaktivnih voda, nakon nužnih procesa čišćenja, vraća se u odgovarajući tehnološki proces primarnog kruga. Radioaktivne otpadne vode koje se ne mogu vratiti u tehnološki proces, prolaze kroz liniju za tehnološko čišćenje, gdje se na kraju aktivna zagađivala zgusnu i skladište u odgovarajućem obliku. Nakon obrade i neutralizacije dobivena pročišćena otpadna voda kontrolirane koncentracije radionuklida iz sustava otpadnih voda primarnog kruga, po prolasku kroz kontrolnog spremnika preko kontroliranog cjevovoda puštase u toplovodni kanal.

Sljedeća tablica prikazuje očekivanu količinu maksimalnog dnevnog i prosječnog godišnjeg ispuštanja pročišćene vode iz sustava radioaktivne otpadne vode.

Naziv	Jedinica mjere	1x1 200 MW	2x1 200 MW
U normalnom pogonu	m ³ /h	5	10
Godišnja količina otpadne vode	tisuća m ³ /godina	44	88

Tablica 20. Količina tekućeg radioaktivnog otpada primarnog kruga [32]

7.7.2.2 Sustav zbrinjavanja otpadnih voda turbinske zgrade

Sustav zbrinjavanja otpadnih voda turbinske zgrade sakuplja i prerađuje otpadne vode iz turbinske zgrade i pomoćnih objekata. Ovaj sustav zbrinjava isključivo neradioaktivne otpadne vode.

Sustav za zbrinjavanje otpadnih voda turbinske zgrade može se podijeliti na tri glavna dijela:

- zatvoreni sustav za skupljanje kondenzata,
- sustav za skupljanje procjednih voda,
- sustav industrijske otpadne vode.

Otpadna voda zatvorenog sustava za sakupljanje kondenzata turbinske zgrade u normalnom pogonu vraća se u sustav napojne vode, ne pojavljuje se kao otpadna voda. Otpadna voda sustava za sakupljanje procjedne vode i sustava

industrijske otpadne vode, nakon odgovarajućeg čišćenja, neutralizacije ili uklanjanja ulja izlazi kao otpadna voda. Količine otpadnih voda prikazuje sljedeća tablica.

Naziv	Jedinica mjere	1x1.200 MW	2x1.200 MW
U normalnom pogonu	m ³ /h	20	40
Godišnja količina otpadne vode	tisućam ³ /godina	175	350

Tablica 21. Količina tekućeg otpada turbinske zgrade

Ukupna očekivana godišnja količina otpadnih voda turbinske zgrade i pomoćnih objekata za planirana dva blokane prelazi 350 tisuća m³.

Otpadne vode prikupljene u sustavu otpadnih voda, nakon odgovarajuće kontrole i udovoljavanja graničnim vrijednostima emisije odvođe se u toplovodni kanalpreko sustava otpadnih voda turbinske zgrade. [32]

7.7.3 OTPADNA VODA SIGURNOSNIH RASHLADNIH TORNJEVA

U slučaju režima sigurnosnog rashladnog sustava rashladnim tornjevima, zbog isparavanja pri predaji topline rashladnim tornjevima odnosno zbogonečišćavanja koja dopijeva u rashladne tornjeve sa zrakom, sustav rashladne vode treba stalno odmuljavati kako bi se izbjeglo prekomjerno ugušćivanje i moglo održati razinakoncentracije zagađenosti. Otpadna voda nastala zbogodmuljavanja tijekomrežimasa sigurnosnim rashladnim tornjevima, ispušta se u Dunav preko toplovodnih kanala, zajedno sa zagrijanom rashladnom vodom kondenzatora. Njena količina je više redova veličine manja od rashladne vode kondenzatora.

Otpadna voda u režimusa sigurnosnim rashladnim tornjevima potječe iz procesaodmuljavanja rashladnih tornjeva. Odmuljena voda nastaje uglavnom ugušćivanjem vode zbog isparavanja u rashladnim tornjevima, jer se ona u postrojenju za pripremu dodatne vode samo djelomično desalinizira. Sljedeća tablica prikazuje količinu otpadnih voda rashladnih tornjeva koja se očekuje po satu i na godišnjoj razini, uz pretpostavljeni način rada.

Naziv	Jedinica mjere	1x1.200 MW	2x1.200 MW
Otpadna voda zbogodmuljavanja sigurnosnih rashladnih tornjeva	m ³ /h	36	72
Maksimalna godišnja količina otpadnih voda (radimaks. 1 mjesec)	tisućam ³ /godina	26	52

Tablica 22. Maksimalna količina otpadne vode zbog odmuljavanja sigurnosnih rashladnih tornjeva

Očekivana količina otpadne vode u režimusa rashladnim tornjevima sustava sigurnosne rashladne vode, za planirana dva bloka ukupno, godišnje ne prelazi 52 tisuća m³.

Nakon odgovarajuće kontrole i udovoljavanja graničnim vrijednostima emisije, otpadna voda se odvođi u toplovodni kanal kroz sustav otpadnih voda elektrane.

7.7.4 PITKA VODA - KOMUNALNA OTPADNA VODA

Izvor: Pripremna analiza za odluku po temama napajanja pitkom vodom odnosno odvodnje otpadnih voda planiranih novih nuklearnih blokova na lokaciji u Paksu; MVMERBEZrt., 2013. [6-10]

Na temelju obavljenih ispitivanja, imajući u vidu tehnička i ekonomskastajališta, za izgradnju postrojenja za opskrbu pitkom vodom nove elektrane optimalni su vodotehnički objekti i pomoćni sustavi u mjestu Csámpa, a za odvodnju komunalnih otpadnih voda optimalno rješenje je objekt s pomoćnim sustavima za pročišćavanje otpadnih voda na lokaciji postojeće Nuklearne elektrane Paks.

Maksimalna potreba za pitkom vodom javljat će se u periodu nakon puštanja u rad prvog bloka, tijekom izgradnje drugog bloka, čija maksimalna količina iznosi 646 m³/dan, a maksimalna količina otpadne vode iznosi 95% te količine, odnosno 614 m³/dan.



Slika 33. Raspored vodotehničkih objekata u Csámpa [33]

Csámpa vízműtelep – Vodovodna stanica u Csámpa

7.7.5 PADALINSKA VODA

Padalinske vode prikupljene s dvorišta i krovovanih nuklearnih blokova, odnosno s ostalih područja, neposredno dopijevaju u toplovodni kanal kao nezagađene površinske vode.

Na lokaciji postoje mreže čistih padalinskih voda, i mreža padalinskih voda potencijalno zagađenih uljima. Na nadzemnim parkiralištima postavljaju se odvajачi (separatori) ulja potrebne veličine na mjestima sakupljanja padalinskih voda potencijalno zagađenih uljem. Temelji transformatora bit će izvedeni sa šahtama odgovarajućih kapaciteta za skladištenje padalinskih voda, odnosno sustavom za odvajanje ulja - za slučaj curenja ulja. Padalinska voda prikupljena oko spremnika uljaka također će biti odvedena preko odvajачa ulja. Padalinska voda očišćena od ulja odvodi se zajedno sa čistom padalinskom vodom.

7.7.6 VODA ZA GAŠENJA POŽARA

Novi nuklearni blokovi imaju zajedničku vodovodnu mrežu za gašenje požara koja se napaja sa sustava sirove vode novih blokova. Sirova voda u maksimalnoj količini od 380 m³/h dolazi vodovodnim cijevima od sustava za sirovu vodu do bazena sustava za gašenje požara. Sustav za opskrbu vodom za gašenje bit će izveden prema planu zaštite od požara, koji će se izraditi kasnije.

7.7.7 PRETAKANJE I SMJEŠTAJ KEMIKALIJA

Planirana nova nuklearna elektrana raspolaže vlastitom stanicom za pretakanje i skladištenje kemikalija. U zgradi za obradu vode, u posebnoj prostoriji će se vršiti prijem, pretakanje i skladištenje svih kemikalija korištenih u elektrani. Od kemikalija – uzimajući u obzir potrošnju kemikalija u normalnom pogonskom stanju elektrane – potrebno je držati količinu koja je dovoljna za najmanje 30 dana. Da bi se spriječilo dopijevanje kemikalija u okoliš, izgradit će se odgovarajući bazeni za sprečavanje zagađivanja. U zgradi za smještaj kemikalija, oko spremnika kemikalija bit će bazeni za skupljanje kemikalija i podni slivnici, iz kojih eventualno iscurile kemikalije dopijevaju u obradu otpadnih voda zagađenih kemikalijama, radi neutralizacije. Kod spremnika kemikalija instalirat će se odgovarajuće pumpe za kemikalije. Za transport kemikalija koje nisu u tekućem stanju, instalirat će se odgovarajući pneumatski sustav. Kemikalije pakirane u ambalaži transportirat će se viličarima ili dizalicama.

Naziv	Skladištena količina
Spremištehidrazinai amonijaka	
Amonijski hidroksid	1 m ³
Hidrazin	3 t
Spremište vodika	
13 m ³	
Skladište kemikalija	
Dušična kiselina	4 m ³
Sumporna kiselina	7 m ³
Postrojenje za obradu vode	
Solna kiselina	53 m ³
Natrijev hidroksid	40 m ³
Skladištenje bora	
2 x 3 t	

Tablica 23. Skladištenje kemikalija u pogonskom periodu

7.7.8 DIZEL GENERATORI

Napajanje sigurnosnih sustava tijekom pogonskih poremećaja osiguravaju 4 dizelgeneratora po bloku, pojedinačne snage ~7,5 MW_e, razvijena toplina izgaranja po jedinici iznosi 18,75 MW_{th}. Bilo koji dizelgenerator u stanju je osigurati potrebno napajanje električnom energijom u slučaju eventualnog zaustavljanja zbog opasnosti. U cilju sigurnog zaustavljanja treba osigurati neprekidan rad dizelgeneratora u trajanju od 168 sati. Potreban spremišni kapacitet (pri ogrjevnoj vrijednosti od 42 MJ/kg, specifičnoj težini 0,83 kg/l i iskorisćenosti od 40 %) iznosi ukupno ~325 m³ za rad 1 dizelgeneratora. Radiredundancije sigurne opskrbe gorivom svaki dizelgenerator zasebno imat će svoj vlastiti spremnik s količinom goriva potrebnom za 168 sati rada. Shodno tome, izgraditi će se spremišni kapacitet 8 x 325 m³ (odnosno ukupno 2.600 m³) za dizel gorivo.

Dizelgeneratori – u normalnim pogonskim uvjetima – planirano rade samo u testnom režimu, svaka jedinica mjesečno 8 sati u prosjeku, svaki zasebno, maksimalno vrijeme godišnjeg testnog režima je 8x8x12, to jest 768 sati.

7.7.9 POMOĆNIKOTAO

Pri izgradnji odnosno u pogonskom periodu, za osiguranje potrebne količine pare u cilju ubrzanja pokretanja bloka instalirat će se 2 električna pomoćna parnakotla, pojedinačne snage 15 MW. Kotlovi će se napajati iz električne mreže 10 kV, i zajednički mogu proizvesti paru 46 t/h, 12 bar / 192°C. [34]

7.7.10 INSTALACIJE

Ventilacijski sustavi nuklearne elektrane sprječavaju ili smanjuju proširenje radioaktivnih tvari unutar postrojenja, održavaju klimatske uvjete kvalificiranog stanja potrebnog za osoblje i/ili opremu.

7.7.11 SUSTAV KOMPRIMIRANOG ZRAKA

Potrebe za komprimiranim zrakom primarnog i sekundarnog kruga zadovoljavaju se kompresorima i uređajima za sušenje zraka. Za opskrbu primarnog i sekundarnog kruga komprimiranim zrakom obično postoje dvije kompresorske stanice po bloku.

7.7.12 SUSTAV TOPLINSKE ENERGIJE ZA GRIJANJE

Sustavom gradskog grijanja koji je u funkciji u Nuklearnoj elektrani Paks rješava se sljedeće:

- opskrba vrućom vodom primarne strane izmjenjivača topline utoplinskim stanicama u stambenom bloku, osiguravajući grijanje stambenog bloka;
- opskrba grada Paks potrošačkom toplom vodom, odnosno napajanje sustava grijanja elektrane.

Maksimalni zahtjevi gradskog grijanja se procjenjuju na oko 30 MW_{th}, postojeći sustav je predimenzioniran, raspolaže izvjesnim rezervama. Sustav gradskog grijanja je mrežnog karaktera, s dovodnim i povratnim glavnim vodom (nazivnadovodna / povratna temperatura: 130 / 70°C, uslučaju trajne hladnoće 150 / 70°C).

Tri glavna elementa sustava gradskog grijanja su:

- Toplinske stanice (izmjenjivači topline);
- Cirkulacijski sustav;
- Sustav dodatne vode.

Izgradnjom novih blokova planira se izgradnja proširenog sustava gradskog grijanja istovjetnog sa postojećim sustavom, odnosno para uzimana iz novih turbina bi se vodila preko zajedničkog razdjelnika, a za razdjelnika bi se instalirali izmjenjivači topline prema potrebi za grijanjem, imajući u vidu snagu od oko 30 MW. Kompletan sustav, izmjenjivači topline, sustav cirkuliranja i razdjelnici smjestit će se u zasebnom dijelu (objektu). [35]

7.8 UPRAVLJAČKA TEHNIKA

Zadaća sustava upravljačke tehnike je sigurno i pouzdano upravljanje procesima proizvodnje energije u elektrani, smanjenje vjerojatnosti kvaraporemecaja odnosno nezgodana prihvatljivu razinu. Sustav upravljačke tehnike u potpunosti nadzire i automatski upravlja tehnološkim procesima odnosno procesima proizvodnje energije, o nepravilnim pojavama generira izvješća, odnosno sanira ih preko redundantnih rješenja.

Sredstva i sustavi monitoringa, neovisni o upravljanju tehnološkim procesima, vrše konstantnu kontrolu procesa i uređaja koje su za rad elektrane nužne, ali za prirodni okoliš odnosno za stanovništvo predstavljaju opterećenje ili rizik.

7.9 ELEKTRIČNI SUSTAVI

Glede opterećenja okoliša, sustav električne energije sa strane novih blokova elektrane čine tri monofazna glavna transformatora, dva trofazna transformatora vlastite potrošnje i jedan rezervni trofazni mrežni/ starter transformator po bloku. [36]

Glavni transformator

Efektivna snaga min. 1.200/3 MW (~1.500/3 MVA)
Količina: 3 komada monofaznih
Sadržaj ulja: ~ 90 tona / monofazni transformator; ~270 tona / 3 komada monofaznih transformatora
Maksimalna buka: ~75 dB / transformator

Normalni transformator vlastite potrošnje

Efektivna snaga min. : ~70 MW (~90 MVA)
Količina: 2 komada
Sadržaj ulja: ~33 tone / transformator; ~66 tona / 2 kom
Maksimalna buka: ~70 dB / transformator

Rezervni mrežni/ starter transformator

Svrishodno je računati s najmanje jednim rezervnim transformatorom po bloku, iste snage kao normalni transformator vlastite potrošnje.
Efektivna snaga min. : ~70 MW (~90 MVA)
Količina: 1 kom.
Sadržaj ulja: ~33 tone
Maksimalna buka: ~70 dB

Procijenjena ukupna količina ulja za svenavedene glavne, vlastite i rezervne transformatora iznosi: ~370 tona / blok.

Ispod transformatora izgradit će se bazeni za sakupljanje, radi sprečavanja zagađivanja uljem.

7.10 GRAĐEVINARSTVO

7.10.1 RAZINE TEMELJENJAPLANIRANIH BLOKOVA

Na ispitanom području, do dubine od 10 metara geološku strukturu obično čine sitnozrnati, slabovezani, klastični sedimenti. Sedimenti sitnijih čestica obično suslojevipromjenjive konzistencije, niskog plasticiteta, stišljivi, male nosivosti. Ispod njih, pješčanavodoplavna geološka formacija je srednje zbijena, prikladnaje za temeljenje, odgovarajućeje nosivosti, ali zboggranulacijskog sastava osjetljiva je na eroziju i dinamičke utjecaje (npr. potres), pod vodom sklono je tečenju. Iznad muljevutih, glinenih leća zadržava se procjedna padalinska voda i u obliku tzv. pendularne vode. Razina pendularne vodepri prosječnoj razini podzemnih voda uvijek je viša od razine podzemnih voda.

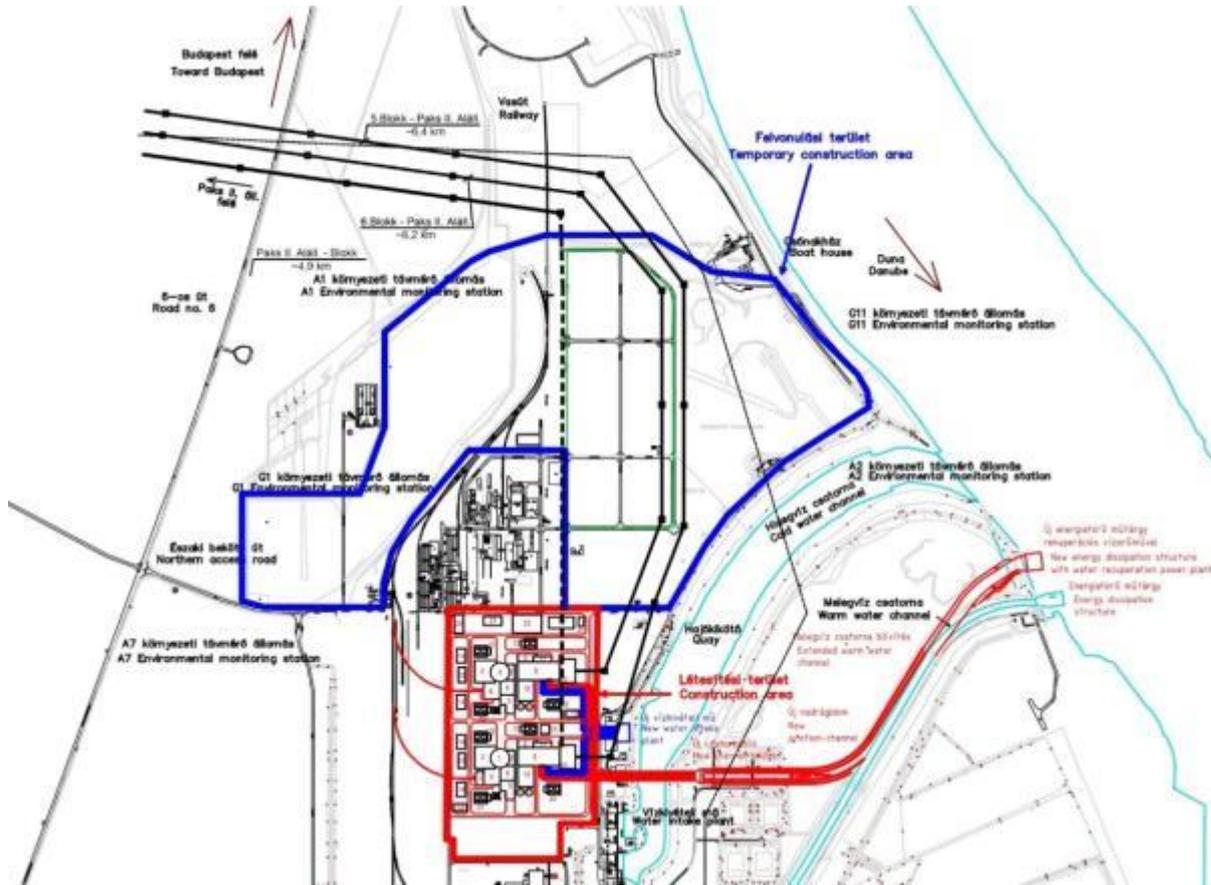
Opća $\pm 0,00$ razinaplaniraneNuklearne elektrane Paks II nalazise na visini 97 m n.v.B (nadmorska visina iznad Baltičkog mora)

Uzimajući u obzir pretpostavljene polazne osnovne podatke, procijenjene dubine temeljenja su sljedeće:

- ❖ Zgrade reaktora (nuklearni otok), turbinskazgrada, zgrade dizel generatora i ostale zgrade sigurnosnog sustava. Procijenjena dubina temeljenja– ovisno o prostornom zahtjevu tehnologije, odnosno zbog značajnih dinamičkih opterećenja od grupe turbo postrojenja –očekuje se na dubini od~14-20 m. Na ovim mjestima predviđamo temeljnu ploču na armirano betonskim pilotima.
- ❖ Ostale zgrade koje ne spadaju u sigurnosni sustav. Za ostale samostojeće zgrade bez tehnološke opreme koja bi izazvala značajno dinamičko opterećenje,predviđamo produbljene plitke temelje ili temeljnepločeuz djelomičnuzamjenu tla. Predviđene dubine temeljenja su između 2 i 6 metara.

7.10.2 SITUACIJSKI PLAN NUKLEARNE ELEKTRANE PAKS II

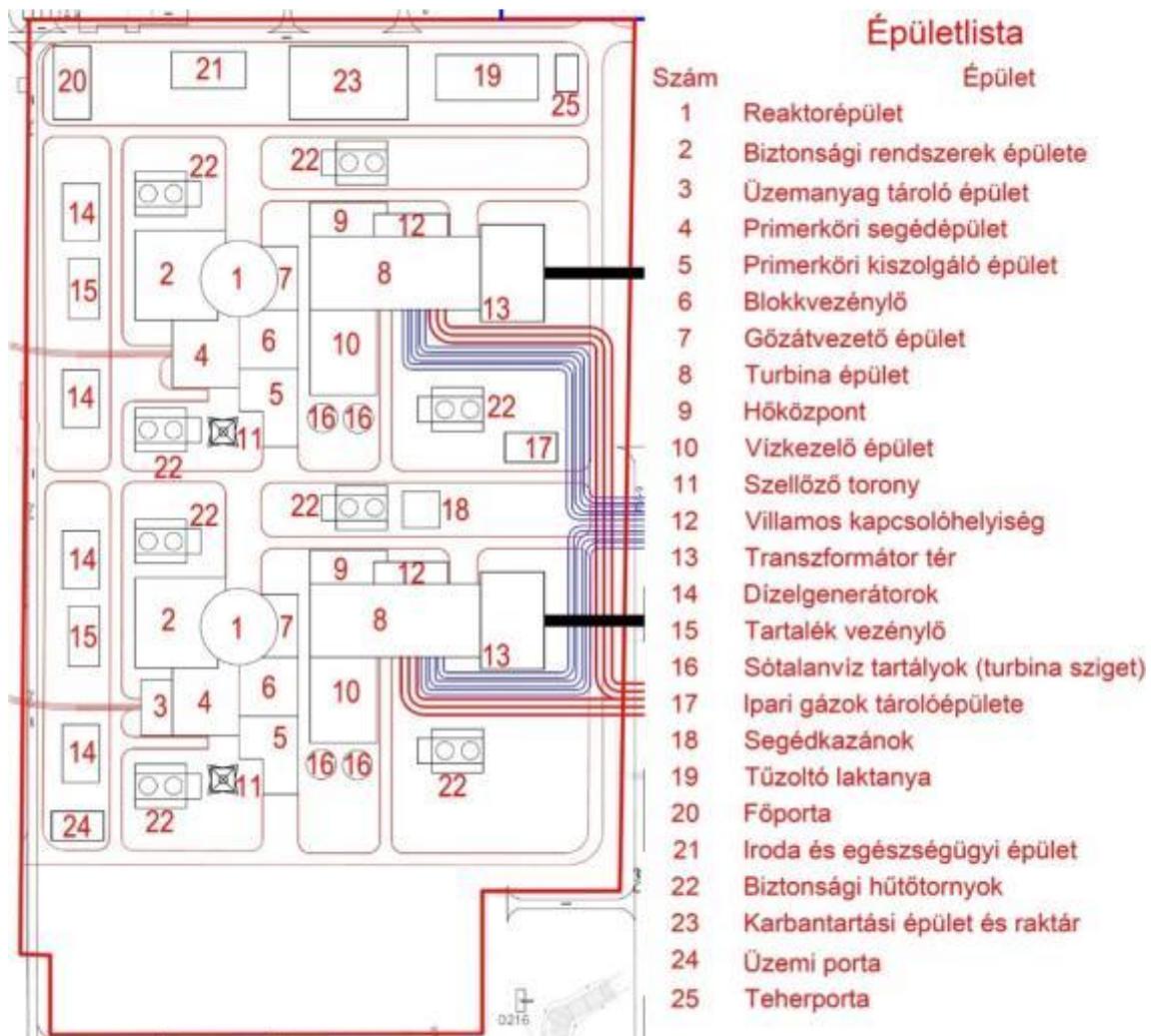
Na situacijskom planu izrađenomu svrheprocjene utjecaja na okoliš, raspored zgrada i objekata je odabranuzimajući u obzir prostorne potrebe najvećih tehnoloških jedinica. U kasnijim fazama radova može doći do odstupanja u rasporedu i veličini zbog funkcionalnih,građevinsko-fizičkih, konstruktivnih, seizmoloških ili protupožarnih razloga.



Slika 34. Situacijski plan Paks II –pregledna karta

Budapest felé	Ka Budimpešti
5. Blok – Paks II. Aláll.	Blok br. 5. – Podstanica Paks II;
Vasút	Željezničkapruga
Paks II. áll. felé	Ka stanici Paks II;
6. Blok – Paks II. Aláll.	Blok br. 6. – Podstanica Paks II
6-os út	Cesta broj 6;
Paks II. Aláll. – Blok	Podstanica Paks II – Blok;
A1 környezeti távmérő állomás	Postaja za daljinska mjerenja A1
Felvonulási terület	Privremeno gradilište;
Csónakház	Spremište za čamce
Duna	Dunav;
G11 környezeti távmérő állomás	Postaja za daljinska mjerenja G11;
G1 környezeti távmérő állomás	Postaja za daljinska mjerenja G1
Északi bekötőút	Sjeverna pristupna cesta;
A7 környezeti távmérő állomás	Postaja za daljinska mjerenja A7;
A2 környezeti távmérő állomás	Postaja za daljinska mjerenja A2; Hidegvíz csatorna – Hladnovodni kanal;
Melegvíz csatorna	Toplovodni kanal
Melegvíz csatorna bővítés	Proširenje toplovodnog kanala
Új energiatörő műtárgy rekuperációs erőművel	Novi disipator energije s rekuperacijskom elektranom
Energiatörő műtárgy	Objekt za disipaciju energije
Hajókötő	Pristanište;
Létesítési terület	Lokacija za gradnju
Új vízkivételi mű	Novo crpilište
Új nadrágidom	Nova račva kanala;
Új csatornahíd	Novi mosni kanal
Víz kivételi mű	Crpilište

7.10.3 KARAKTERISTIKE ZGRADA, OBJEKATA PAKSAII



Slika 35. Raspored zgrada i objekata Paks II na situacijskom planu

Popis zgrada

Broj	Zgrada
1	Reaktorska zgrada
2	Zgrada sigurnosnih sustava
3	Skladište goriva
4	Pomoćna zgrada primarnog kruga
5	Zgrada za opsluživanje primarnog kruga
6	Upravna zgrada blokova
7	Zgrada za prijenos pare
8	Turbinska zgrada
9	Toplinska stanica
10	Zgrada za obradu vode
11	Ventilacijski toranj
12	Prostorija s električnim sklopama
13	Transformatorski prostor

- 14 Dizelgeneratori
- 15 Rezervna komanda
- 16 Spremnici desalinizirane vode (turbinski otok)
- 17 Skladište industrijskih plinova
- 18 Pomoćnikotlovi
- 19 Vatrogasna postaja
- 20 Glavna porta
- 21 Uredi i zdravstvena stanica
- 22 Sigurnosni rashladni tornjevi
- 23 Zgrada održavanja i skladište
- 24 Pogonska porta
- 25 Teretna porta

Karakteriziranje zgrada i objekata Paks II razrađeno je do detalja potrebnih za određivanje osnovnih podataka procjene utjecaja na okoliš, i zasnivaju se uglavnomna podacima dobivenih od dobavljača. Gdje nismo našli podatke, pošli smo od konstrukcija postojeće nuklearne elektrane. Svi objekti i zgrade na lokaciji moraju biti *dimenzionirani glede otpornosti prema požaru i potresu*.

7.10.4 VIZUALIZACIJA PAKSA II

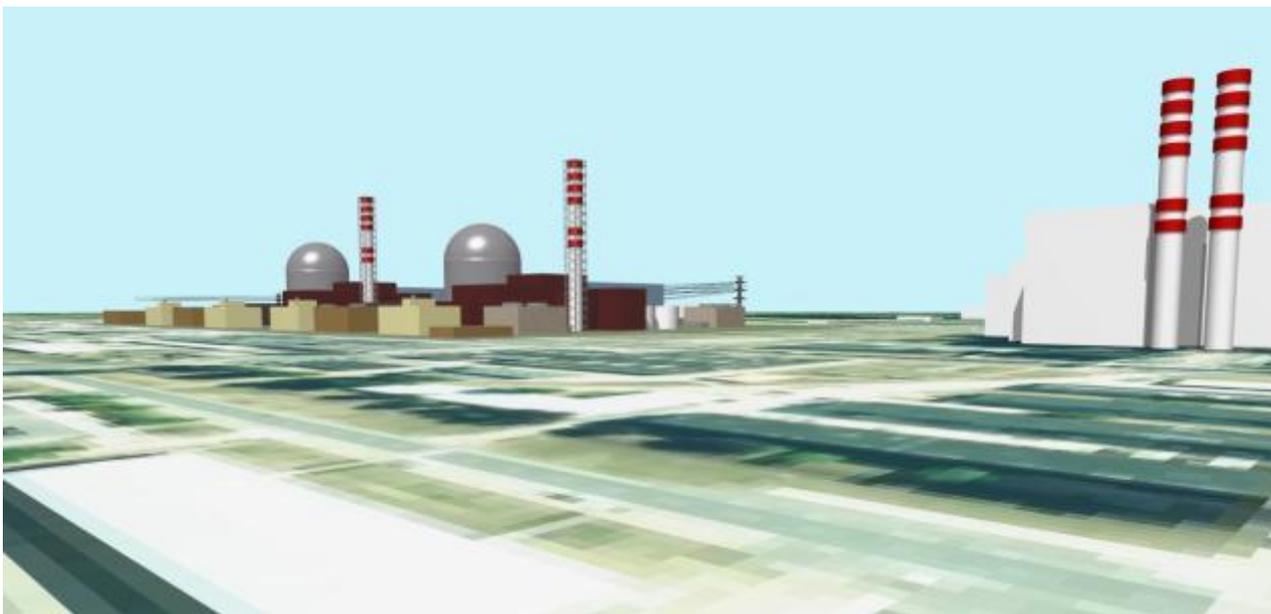
Na sljedećim slikama prikazujemo vizualizacijublokovazgrada Paks II, odnosno priključenje na 400 kV dalekovod, iz ptičje perspektive odnosno u visini očiju:

- 1. gledišna točka: s jugozapadnog dijela lokacije, na mjestu između Nuklearne elektrane Paks i Paks II
- 2. gledišna točka: sa sjeverozapadnog dijela lokacije, pogledizuglaprivremenog gradilišta

1. GLEDIŠNA TOČKA

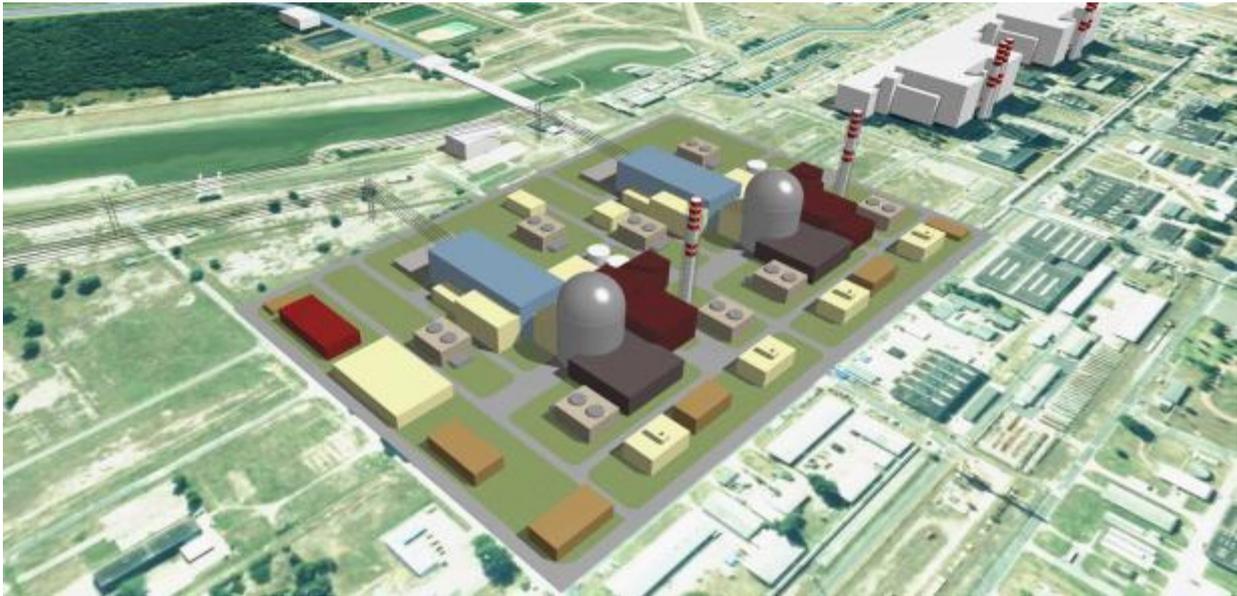


Slika 36. Planirani blokovi i 400 kV dalekovod iz ptičje perspektive – s jugozapada

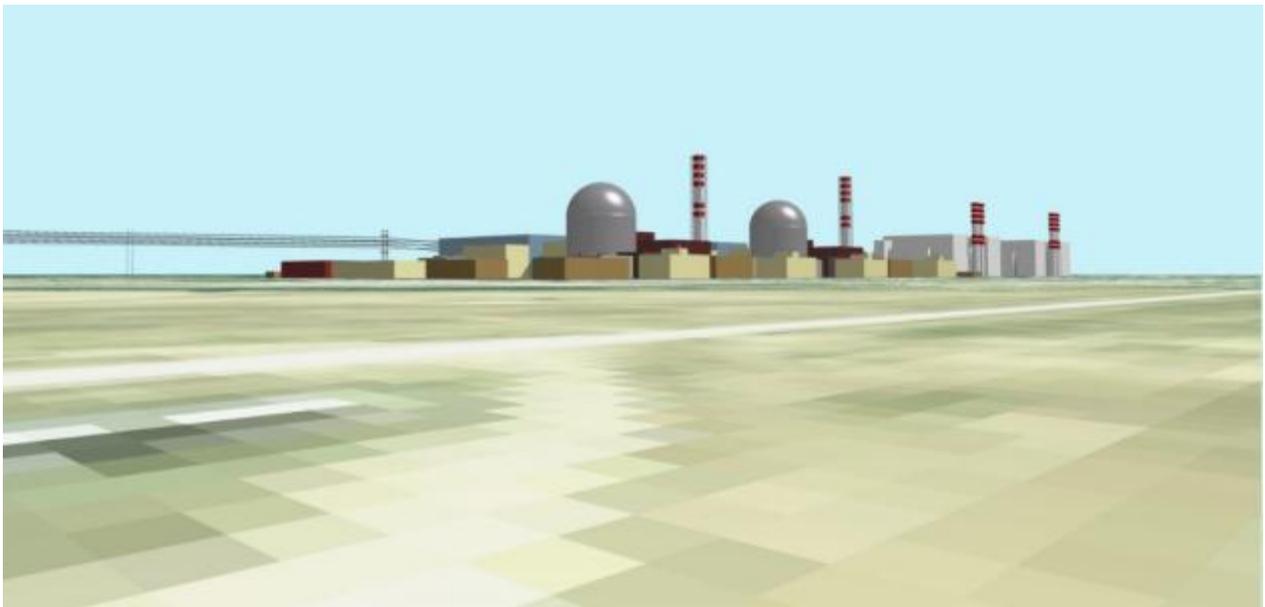


Slika 37. Planirani blokovi i 400 kV dalekovod, u visini očiju – s jugozapada

2. GLEDIŠNA TOČKA



Slika 38. Planirani blokovi i 400 kV dalekovod iz ptičje perspektive – sa sjeverozapada



Slika 39. Planirani blokovi i 400 kV dalekovod u visini očiju– sa sjeverozapada

7.11 KRITERIJI ZA USVAJANJE POGONSKIH STANJA

7.11.1 NORMALNI POGON

Pogonsko stanje	Naziv	Učestalost f [1/godina]	Dodatna izloženost stanovništva zračenju	
			Kriterij	VVER-1200 prognoza
PO1	Normalni pogon	1	20 μ Sv/godina	< 2 μ Sv/godina

Tablica 24. Kriteriji za usvajanje – normalni pogon [30]

7.11.2 DOGAĐAJI KOJI SPADAJU U PROJEKTNU OSNOVU

Pogonsko stanje	Naziv	Učestalost f [1/godina]	Dodatna izloženost stanovništva zračenju	
			Kriterij	VVER-1200 Prognoza
PO2	Predvidljivi događaji tijekom rada	$f \geq 10^{-2}$	100 μ Sv/godina	< 60 μ Sv/godina*
PO3	Rijetki poremećaji predviđeni projektom	$10^{-2} > f \geq 10^{-4}$	1 mSv/događaj	< 1 μ Sv/događaj
PO4	Vrlo rijetki poremećaji predviđeni projektom	$10^{-4} > f \geq 10^{-6}$	5 mSv/događaj	< 3,4 mSv/događaj

Doza stanovništva prema NBSz-u ne smije prekoračiti vrijednost ograničenja doze (90 μ Sv), koja je manja od kriterija u ovoj tablici (100 μ Sv), ali je veća od prognozirane vrijednosti (60 μ Sv).

Tablica 25. Kriteriji usvajanja – događaji koji spadaju u projektну osnovu [30]

7.11.3 VAŽEĆI MEĐUNARODNI I MAĐARSKI PROPISI ZA DOGAĐAJE KOJI NISU PREDVIĐENI PROJEKTOM

VAŽEĆI MEĐUNARODNI I MAĐARSKI PROPISI (STANJE TEKSTA NBSZ-ANA DAN 20. LISTOPADA 2014.)		
Volume 2 - GENERIC NUCLEAR ISLAND REQUIREMENTS Chapter 1 - SAFETY REQUIREMENTS	<u>Prilog 3. Vladine uredbe br.118/2011. (11.VII.)</u> <i>Pravilnici Nuklearne Sigurnosti (NBSz)</i> Svezak 3.: Projektni zahtjevi za nuklearne elektrane	Uredba Ministarstva zdravlja br. 16/2000. (8.VI.) o izvršenju pojedinih odredaba zakona br. CXVI iz 1996. godine o atomskoj energiji
2.5.1 Off-site release Targets for Severe Accidents 2.5.2 Off-site release Targets for Complex Sequences Appendix B 1. Criteria for Limited Impact for DEC	3.2.4.0700 U slučaju nuklearnih blokova za ispunjenje kriterija ograničenog utjecaja na okoliš za događaje koja uzrokuju pogonsko stanje PPO1, i u slučaju novih nuklearnih blokova s obzirom na odredbe točke 3.2.2.4100. za događaje koja uzrokuju pogonsko stanje PPO2, treba dokazati da	Intervencijske razine koje se odnose na izloženosti opasnom zračenju <i>Intervencijska razina:</i> vrijednost uštedene ekvivalentne doze, uštedene efektivne doze ili izvedenih vrijednosti kod kojih je potrebno uzeti u obzir intervencijske mjere. Uštedene doze i izvedene vrijednosti odnose se samo na prijenosni put izlaganja za koji se primjenjuju intervencijske mjere.
no Emergency Protection Action beyond 800 m from the reactor during releases from the containment <i>Emergency Protection Action:</i> Actions involving public evacuation, based on projected doses up to 7 days, which may be implemented during the emergency phase of an accident, e. g. during the period in which significant releases may occur. This period is generally shorter than 7 days.	a) na udaljenosti od 800 m od nuklearnih reaktora nema potrebe za preventivnomjere zaštite, odnosno nema potrebe za hitnu evakuaciju stanovništva;	Zaklanjanje: efektivna doza u iznosu od 10 mSv za razdoblje do 2 dana Evakuacija: efektivna doza u iznosu od 50 mSv u razdoblju do 1 tjedna Profilaksajodom: apsorbirana doza za štitnu žlijezdu u iznosu od 100 mGy
no Delayed Action at any time beyond about 3 km from the reactor <i>Delayed Action:</i> Actions involving public temporary relocation, based on projected doses up to 30 days caused by ground shine and aerosol resuspension,	b) na udaljenosti 3 km od nuklearnog reaktora ne treba poduzeti nikakve prijelazne mjere, odnosno nema potrebe za privremenom evakuacijom stanovništva;	Privremeno preseljenje: efektivna doza u iznosu od 30 mSv/mjesec (završetak: efektivna doza od 10 mSv/mjesec)

which may be implemented after the practical end of the releases phase of an accident.		
no Long Term Action at any distance beyond 800 m from the reactor <i>Long Term Action:</i> Actions involving public permanent resettlement, based on projected doses up to 50 years caused by ground shine and aerosol resuspension. Doses due to ingestion are not considered in this definition.	c) na udaljenosti preko 800 m od nuklearnog reaktorana nema potrebe za nikakvim kasnijim zaštitnim intervencijama, odnosno nema potrebe za konačnu evakuaciju stanovništva;	Trajno preseljenje: životna efektivna doza > 1 Sv
limited economic impact: restrictions on the consumption of foodstuff and crops shall be limited in terms of timescale and ground area	d) izvan lokacije nuklearne elektrane mogu nastupiti samo privredni utjecaji u ograničenoj mjeri.	
Appendix B 2. Release Targets for Design Basis Category 3 and 4 Conditions (1) no action beyond 800 m (2) limited economic impact	3.2.4.0100. Za početne događaje koji uzrokuju pogonsko stanje PPO2-4 treba dokazati da dozaza odnosnu grupu stanovništva ne prelazi: a) u slučajnovog nuklearnog bloka: aa) vrijednost ograničenja doze (90µSv/godina) za početne događaje koja uzrokuju pogonsko stanje PO2 ab), vrijednost 1 mSv/događaj za početne događaje koji uzrokuju pogonsko stanje PO3, i ac), vrijednost 5 mSv/događaj za početne događaje koji uzrokuju pogonsko stanje PO4.	<u>Prilog 2. Uredbe Ministarstva zdravlja br. 16/2000. (8.VI.)</u> <i>I. Intervencijske razine za zaposlene glede ograničenja doze koncentracije radona</i> 4.2 Zbir izloženosti vanjskom i unutarnjem ozračenju članova stanovništva iz umjetnih izvora – osim izloženosti zračenju tijekom medicinskih dijagnostičkih ili terapijskih intervencija, njege bolesnika izvan profesije, dobrovoljnog sudjelovanja u medicinskim istraživanjima – ne smije prelaziti efektivno ograničenje doze od 1 mSv. U izvanrednim okolnostima, za jednu godinu OTH može dozvoliti veće efektivno ograničenje doze pod uvjetom da počevši od zadane godine, u narednih 5 uzastopnih godina prosječna osobna izloženost zračenju ne prelazi efektivnu dozu od 1 mSv.godišnje Bez obzira na gore navedeno ograničenje efektivne doze, godišnje ograničenje efektivne doze za očne leću je 15 mSv. Za kožu, prosječno na bilo koji 1 cm ² – odnosno na udove, godišnje ograničenje efektivne doze je 50 mSv.

Tablica 26. Važeći međunarodni i mađarski propisi za događaje kojimisu predviđeni projektom

7.11.4 MJERODAVNA DOGAĐAJI

Za svako pogonsko stanje planiranih blokova VVER-1200 mogu se odrediti događaji koji u tom pogonskom stanju uzrokuju najveću emisiju u okoliš. Mjerodavni događaji prema prethodno dobivenim podacima moći će se konačno preispitati na temelju detaljne tehničke dokumentacije.

7.12 KARAKTERISTIKE IZGRADNJE PAKSA II

7.12.1 PODRUČJA GRADNJE PAKSA II I POVEZANIH POSTROJENJA

Gradnjatehnoških dijelovanovih nuklearnih blokova elektrane, odnosno izgradnja povezanih postrojenjapotrebnih za funkcioniranje, obuhvatit će sljedeća područja:

Nuklearna elektrana Paks II

- Područje za opsluživanje gradnje elektrane: Privremeno gradilište
- Područje novih nuklearnih blokova: Pogonsko područje

Povezanapostrojenja

Crpljenje svježe vode iz Dunava: *hladnovodni kanal, područje crpilišta*

Odvodnja zagrijane vode: *toplovodni kanal, „otok” omeđen toplovodnim i hladnovodnim kanalima, područje rekuperacijske elektrane*

Vodovi blokova i dalekovodi

Trasa 400 kV vodova blokovado nove podstanice i trasa 120 kV dalekovoda

7.12.2 PLANIRANEFAZE IZGRADNJE PAKSA II

Proces izgradnje novih nuklearnih blokova sastoji se od sljedećih glavnih koraka, koji se mogu započeti samonakonishođenja potrebnih i važećih projektnih i građevnih dozvola:

- ❖ Radoviprije početka gradnje
 - Priprema gradilišta, uređenjelokacije
 - Rušenje zgrada, objekata i obloga na pogonskom području
 - Rušenje / nadomještanje linijskih postrojenja na pogonskom području
 - Odstranjivanje/presadnja biljaka s pogonskog područja
 - Odstranjivanje/deponiranje gornjeg sloja tla
 - Izgradnja infrastrukture
 - Montaža ureda i sanitarnih blokova za graditelje
- ❖ Građevinski i montažniradovi
 - Iskop građevinske jame
 - Izvedba dijafragme i/ili zagatne stijene u tlu
 - Izvedba temelja
 - Odvodnja vode iz građevinske jame svedok se s radovimapostavljanjapilota/ temeljenja ne stigne iznad razine podzemne vode, odnosno do ostalih suhих montažnih radova
 - Izgradnja skupa objekata reaktora (nuklearni otok) i pripadajuće turbinskezgrade
 - Izgradnja samostojećih zgrada koje ne sadržavaju tehnološku opremu
 - Izgradnja crpilišta
 - Izgradnja povezanih objekata
 - Proširenje hladnovodnog i toplovodnog kanala
 - Izgradnja nove grane toplovodnog kanala
 - Izgradnja rekuperacijske elektrane
 - Izgradnja rashladnih ćelija
 - Izgradnja vodova blokova i dalekovoda
 - Tehnološke instalacije
 - Uređenje terena oko elektrane

❖ Procesi prije trajnog pogona

- Puštanja u pogon
- Pogonske probe
- Pojedinačne probe (sigurnosnih i ne-sigurnosnih) postrojenja
- Pogonske (kompleksne) probe (sigurnosnih i ne-sigurnosnih) tehnoloških sustava
- Prvo punjenje gorivom/testovi
- Pogonske probe u blokovima
- Paralelno spajanje
- Probni rad
- Garancijska mjerenja

Objektiva koje treba ishoditi posebne dozvole (nova električna podstanica, privremenoskladišteisrošenih gorivnih elemenata) izgradit će u skladu s dinamičkim planom izgradnje blokova.

7.12.3 DINAMIČKI PLAN IZGRADNJE PAKS II

Predviđeni datum pojedinih faza izgradnje prikazani su sljedećoj tablici, pretpostavljajući da će postupak ishođenja dozvola teći bez zastoja, odnosno da će između izgradnje dvaju blokova proteći 5 godina:

Djelatnost	Paks II	
	blok1.	blok2.
Pokretanje postupka ishođenja ekološke dozvole	2014	
Radovi rušenja na gradilištu	2017-2022.	
Izrada projekata za ishođenje dozvola odnosno izvođačkih projekata	2018-2019.	
Uređenje terena	2018-2019.	
Ishođenje potrebnih dozvola za početak izvođačkih radova	2018-2020.	
Početak izvođačkih radova	2020.	2025.
Izvedba temelja	2020-2021.	2025-2026.
Gradnja konstrukcije, montaža	2022-2023.	2027-2028.
Probe, puštanje u pogon	2024.	2029.
Prvo punjenje gorivom	2024.	2029.
Prvo paralelno spajanje	2024.	2029.
Početak probnog rada	2025.	2030.
Početak komercijalnog rada	2025.	2030.

Tablica 27. Dinamički plan izgradnje blokova Paks II

7.12.4 POTREBA ZA RADNOM SNAGOM TIJEKOM GRADNJE

Vrijeme potrebno za izgradnju jednog bloka procjenjuje se na 5 godina. Za početak izgradnje drugog bloka uzeto je u obzir vremenski pomak od 5 godina. Tijekom izgradnje 1 bloka (prema informacijama od dobavljača tehnologije) predvidjeli smo maksimalno 5.250 osoba.

Glede vremenskog rasporeda radne snage za osnovu smo uzeli podjelu prema planu dobivenom od projektnog društva PÖYRY ERŐTERV Zrt.



Slika 40. Dijagram rasporedaradne snage nalokaciji, primijenjen u proračunima [33], [37], [38]

A számítások során figyelembe vett munkaerő terhelési diagramm	Dinamički raspored radne snage primijenjen u proračunima
Létszám (fő)	Brojno stanje (osoba)
Fizikai dolgozó	Fizički radnici
Szellemi dolgozó	Psihički radnici
Hónapok	Mjeseci

7.13 KARAKTERISTIKE RADA PAKSII

7.13.1 PLANIRANI DINAMIČKI PLAN RADA PAKSII

Komercijalni rad 1. bloka Paks II počinje 2025., a 2. bloka 2030. godine.

Planirani vijek trajanja nuklearnih blokova je 60 godina.

Pretpostavljeno je da će se za blokove 1. i 2. provesti postupak ili proces produljenja radnog vijeka, ali u ovoj studiji taj utjecaj nećemo razmotriti.

7.13.2 POTREBA ZA RADNOM SNAGOM TIJEKOM RADA NOVIH NUKLEARNIH BLOKOVA

Na temelju analize ERBE, tijekom rada 1. bloka treba računati sa 600 zaposlenika od kojih će 400 raditi u osnovnoj dnevnoj smjeni, a 200 zaposlenika će raditi u smjenama. Od 200 zaposlenika u smjenama, pretpostavljajući 5 smjena, dnevno po 3 smjene, dobivamo 120 osoba/dan iznad broja zaposlenika u osnovnoj dnevnoj smjeni, dakle na pogonskom području možemo računati na prisustvo 520 zaposlenika dnevno.

Od dana puštanja u pogon bloka 2., tijekom rada oba bloka bit će potrebno 800 zaposlenika, od kojih će 300 raditi u smjenama, a 500 u osnovnoj dnevnoj smjeni. Od 300 zaposlenika u smjenama, pretpostavljajući 5 smjena, dnevno po 3 smjene, dobivamo 180 osoba/dan iznad broja zaposlenika u osnovnoj dnevnoj smjeni, dakle možemo računati na prisustvo 680 zaposlenika dnevno.

U ukupan broj zaposlenika nisu uračunati ljudi koji obavljaju poslove održavanja, s obzirom na sadašnju praksu da značajan dio ovih poslova obavljaju radnici drugih tvrtki.

Prema objavljenim podacima dobavljača elektrane, tijekom velikih remonta koji se očekuju svakih 10 godina u svakom bloku, dodatno brojno stanje iznosi oko 1000 radnika, od kojih 200 radi u osnovnoj dnevnoj smjeni a 800 u smjenama. Pretpostavljajući 5 smjena, dnevno po 3 smjene, dobivamo 480 osoba/dan iznad broja zaposlenika u osnovnoj dnevnoj smjeni, dakle tijekom radova održavanja, iznad brojnog stanja osoblja pogona možemo računati na prisustvo 680 zaposlenika dnevno. [37], [38]

7.13.3 KARAKTERISTIKE RUKOVOĐENJA RADOM NOVIH NUKLEARNIH BLOKOVA

7.13.3.1 Mogućnost regulacije, stanje pripravnosti, održavanje

Električna snaga novih nuklearnih blokova se može regulirati između 50-100%, može se prilagoditi opterećenju mreže, ili da se radineovisno o domaćim potrebama potrošnje. Brzina promjene opterećenja blokova, bilo naviše ili naniže, iznosi 5% /minuta (60 MW / minuta). Očekivana godišnja iskorištenost novih nuklearnih blokova je >90%, uračunavajući i manje radove održavanja i vrijeme preslaganja istrošenih gorivnih elemenata. Predviđa se da će velikih remonta biti svakih 10 godina koji će trajati oko 1 mjesec. Predviđeno trajanje redovnih godišnjih održavanja je 20 kalendarskih dana (preslaganje goriva i manji popravci), a trajanje velikih obustava je 30 kalendarskih dana (velika održavanja na primarnom i sekundarnom krugu).

7.13.3.2 Godišnji energetske podaci novih nuklearnih blokova

Naziv	Jedinica mjere	Vrijednost/blok
Broj sati vršne iskorištenosti	h/ godina	8.147
Instalirana električna snaga (bruto)	MW	1.200
Vlastita potrošnja	MW	87
Proizvedena električna energija po bloku	GWh/godina	9.776
Distribuirana električna energija po bloku	GWh/godina	9.068

Tablica 28. Godišnji energetske podaci

7.13.4 GODIŠNJA BILANCA MATERIJALA I ENERGIJE NOVIH NUKLEARNIH BLOKOVA

Godišnja materijalna i energetska bilanca je određena imajući u vidu vrijeme rada u odgovarajućem pogonskom stanju (8.147 sati) i potpuno opterećenje blokova snage 2 x 1200 MW_e. U ovisnosti o odabiru glavne opreme, vrijednosti u tablici mogu se mijenjati.

Naziv	Jedinica mjere	Vrijednost
Bruto godišnja proizvodnja električne energije	GWh/godina	19.552
Vlastita električna potrošnja	GWh/godina	1.418
Neto godišnja proizvodnja električne energije	GWh/godina	18.136
Potrošnja goriva	t/18 mjeseci	64,6
Potrošnja gorivnih elemenata (gorivo +kazete)	t/18 mjeseci	96
Strateško punjenje goriva	t	225,6
<i>Potrošnja ulja</i>		
Punjenja parnih turbina uljem	m ³	~240
Punjenja transformatora uljem	t	~804
Količina ulja glavnih transformatora	t	~540
Količina ulja transformatora vlastite potrošnje	t	~132
Količina ulja rezervnih transformatora vlastite potrošnje	t	~66
Uljeza podmazivanje i hidraulična ulja	t/godina	20
Dizelgeneratori	m ³ /168 sati	2.600
Hlađenje generatora vodikom		8 m ³
Mast za podmazivanje	kg/godina	~280
<i>Potrošnja vode</i>		
<i>Potrošnja tehnoloških voda</i>		
Rashladna voda kondenzatora (uključujući i tehnološku rashladnu vodu)	milijuna m ³ /godina	≈3.900
Desalinizirana voda	tisuća m ³	640
<i>Potrošnja komunalnih voda</i>		
za vrijeme maksimalnih potreba (prvi blok u pogonu, drugi blok u izgradnji)	m ³ /godina	235.790
<i>Potrošnja kemikalija</i>		
Solna kiselina(33 % HCl)	m ³ /godina	640
Natrijev hidroksid(100 % NaOH)	m ³ /godina	480
Amonijev hidroksid	m ³	15
Hidrazin	t	32
Dušična kiselina	m ³	51
Sumporna kiselina	m ³	80
Bor	t	62
Ostale kemikalije za pripremu vode (kemikalija za odstranjivanje klora, za sprječavanje taloženja, za čišćenje)	t/godišnje	25
<i>Tehnološke otpadne vode</i>		
Otpadna voda iz pripreme vode	tisuća m ³ /godina	200
Tekuća radioaktivna otpadna voda primarnog kruga	tisuća m ³ /godina	88
Tekuća otpadna voda iz turbinske zgrade i pomoćnih postrojenja	tisuća m ³ /godina	350
Komunalna otpadna voda	m ³ /godina	24.012
maksimalna u vremenu nastajanja (prvi blok u radu, drugi blok u izgradnji)	m ³ /godina	224.110
<i>Otpadi</i>		
<i>Radioaktivni otpadi</i>		
Niskoaktivni radioaktivni otpadi	m ³ /godina	140
Srednje aktivni radioaktivni otpadi	m ³ /godina	22
Visokoaktivni radioaktivni otpadi	m ³ /godina	1,0
Radioaktivni otpad velikih dimenzija koji se ne može reciklirati (nastaje za vrijeme održavanja/popravke)	m ³ /godina	10
<i>Obični, neradioaktivni otpadi</i>		
Neopasni otpad	t/godina	800
Opasni otpad	t/godina	100

Tablica 29. Materijalna i energetska bilanca rada Paks II

7.14 DEKOMISIJA NOVIH NUKLEARNIH BLOKOVA

7.14.1 STRATEGIJA ZA RAZGRADNJU NOVIH NUKLEARNIH BLOKOVA

U ovoj Studiji o utjecaju na okoliš (SUO) za dekomisiju Paksa II uzimamo u obzir opciju neodložnog demontiranja, s obzirom na međunarodne tendencije i na slijedeća gledišta:

- trenutno važeće pravne regulative osiguravaju da troškovi demontiranja budu na raspolaganju pri isteku životnog vijeka
- u raspoloživom vremenu može se riješiti konačno skladištenje radioaktivnog otpada nastalog nakon razgradnje
- ne postoji opasnost za gubljenje spoznaja nužnih za demontiranje.

Dekomisija jednog nuklearnog postrojenja – nuklearne elektrane – dugotrajna je i kompleksna djelatnost. Aktualno važeći krug stvarnih poslova demontiranja, njihovo projektiranje i detaljna razrada uvijek je specifična, ovisna o lokaciji i tehnologiji, i u značajnoj mjeri ovisi o odabranoj strategiji dekomisije postrojenja. Stvarna strategija koja će se primijeniti za demontiranje blokova nakon prestanka njihovog rada utvrdit će se kasnije, na temelju detaljnih analiza sa znatno širim horizontima. Strategiju zaustavljanja koja će se odabrati u budućnosti, prema Direktivi Vijeća 2011/70/Euratom treba optimizirati u okviru izrade nacionalnog programa.

Postupak ishođenja dozvole za dekomisiju i demontiranje – najranije za 60 godina, najkasnije oko 2080. godine – treba provesti s obzirom na tadašnje aktualno stanje, te imajući u vidu okruženje aktualnih pravnih regulativa. [39]

7.14.2 TROŠKOVI I FINANCIRANJE RADOVA DEKOMISIJE

Prema članku 62. stavak 1. Zakona o atomskoj energiji Mađarske (zakon br. CXVI. iz 1996. godine - Atomtörvény) troškove razgradnje nuklearnih postrojenja financira Središnji Nuklearni Fond (Központi Nukleáris Pénzügyi Alap - KNPA) kao izdvojeni državni fond za financiranje.

Središnjim Nuklearnim Fondom upravlja ministarstvo pod upravom određenog ministra.

Tijekom realizacije novih blokova treba pripremiti izmjene u fondu KNPA kojima će se omogućiti, između ostalog, i financiranje troškova demontiranja novih blokova po zakonu.

Troškove demontiranja, na temelju sadašnjih saznanja moguće je samo procijeniti. Na temelju predviđanja dobavljača može se usvojiti prognoza prema kojoj će razgradnja blokova novih tipova reaktora vjerojatno biti jednostavnije, i da će nakon demontiranja nastati manje otpada nego što se prognozira za demontirane energetske reaktora koji su danas u funkciji.

8 PRIKLJUČENJE (UMREŽAVANJE) NA ELEKTROENERGETSKI SUSTAV MAĐARSKE

U narednom odjeljku prikazujemo zadaće elektrotehničke struke i zahtjeve za proširenjem elektroenergetskog sustava, koji se na temelju sadašnjih projekata ispitivanja nužno nadovezuju, stoga su potrebni za izgradnju Nuklearne elektrane Paks II. Njihovi zajednički utjecaji na okoliš su zanemarivi u odnosu na ukupne utjecaje na okoliš planirane nuklearne elektrane. Ovisno o kasnijim ispitivanjima i odlukama, mjesto lokacije i izvedba stanice, trase dalekovoda i način izvedbe stupova može se izmijeniti. [36]

8.1 MOGUĆNOST PRIKLJUČENJA NOVIH BLOKOVA NA ELEKTROENERGETSKI SUSTAV MAĐARSKE

Blokovi Nuklearne elektrane Paks koji su trenutno u funkciji priključit će se na elektroenergetski sustav Mađarske preko sklopnog uređaja 400 kV podstanice 400/120 kV u vlasništvu društva MAVIR Zrt., ovlaštenog operatora prijenosnog sustava.

Vezano za pripremu izgradnje Nuklearne elektrane Paks II u okviru projekta Lévai, prethodna ispitivanja nužnog razvijanja električne mreže obavilo je društvo PÖYRY ERŐTERV Zrt. u studiji ostvarivosti izrađenoj za pripremu donošenja odluke,

ispitalo je više varijanti za lokaciju stanica i nužne preinake dalekovoda. Obavljeni su prethodni proračuni mreže u cilju ispitivanja uvjeta za distribuciju proizvedene energije iz blokova neto snage 1.200 MW, u normalnim pogonskim stanjima kao i slučaju pogonskih smetnji.

Prema rezultatima, integriranje novih blokova u elektroenergetski sustav moguće je riješiti samo preko novih priključaka na mrežu.

- Za pripajanje novih blokova na električnu mrežu potrebno je izgraditi jednu novu podstanicu 400 / 120 kV (podstanica Paks II).
- Prema rezultatima ispitivanja koji se odnose na dvostruko manjkavo stanje i za rezervno napajanje nove nuklearne elektrane, u regiji treba izgraditi treći transformator 400 / 120 kV.
- Izgradnja dvosustavnog dalekovoda Paks-Albertirsa osnovni je i neophodan uvjet proširenja.

Osiguranje odgovarajuće stabilnosti elektroenergetskog sustava iziskuje da se u slučaju neplaniranog ispada izvora napajanja najveće jedinične snage iz sustava njegova snaga može nadomjestiti u kratkom vremenskom roku. Za ispunjenje tog zahtjeva u Mađarskoj odgovara društvo MAVIR Zrt. kao operator sustava. Pojedinačna snaga novih blokova procjenjuje se na otprilike 1.200 MW i ona će biti najveća u cijelom elektroenergetskom sustavu Mađarske. Do početka rada prvog novog bloka Nuklearne elektrane Paks II treba osigurati odgovarajući tercijarni rezervni kapacitet koji odgovara snazi novog bloka. Ovaj zahtjev treba zadovoljiti putem uvoza preko elektroenergetskog prijenosa na temelju međunarodnih sporazuma i/ili izgradnjom novog kapaciteta elektrane s brzim pokretanjem koji će služiti kao nova tercijarna rezerva.

Na temelju ispitivanja ustanovljeno je da gore opisanim razvijanjima i proširenjima snaga proizvedena novim blokovima sigurno će se moći uključiti i koristiti u elektroenergetskom sustavu Mađarske.

8.2 LOKACIJE NOVE PODSTANICE 400 / 120 kV ZA PAKS II

Uzimajući u obzir kriterije instalacije tipskih stanica MAVIR-a, zahtjeve i posebne ciljeve prijenosnih mrežnih stanica MAVIR-a, odnosno posebna gledišta priključenja Nuklearne elektrane Paks II na sustav, određeno je više mogućih lokacija za Podstanicu Paks II. S gledišta ostvarivosti i sigurnosti opskrbe električnom energijom, najpovoljnije mjesto lokacije je uz trasu dalekovoda ka sjeverozapadu, na području između cesta koja vode od Paksa prema Nagydorogu, odnosno prema Kölesdu – na križanju 400 kV dalekovoda na putu prema Kölesdu – koja se nalazi na 6 km od planirane lokacije novih blokova, kod 2. km ceste br. 6233., na sjevernoj strani ceste, u neposredno pored trase vodova.

Na temelju dobivenih podataka ovu lokaciju smo uzeli kao polaznu, ali napominjemo da konačan odabir lokacije Podstanice Paks II spada u nadležnost društva MAVIR Zrt. kao budućeg vlasnika Podstanice Paks II, a o čemu prema našim saznanjima još nije doneseno konačno stajalište.

Podstanica Paks II, u skladu s mađarskom praksom, biti će tipska stanica MAVIR 400 / 120 kV.

Podstanica Paks II i dalekovodi za pripajanje u mađarski elektroenergetski sustav (osim vodova blokova) bit će u vlasništvu društva MAVIR Zrt. i predstavljat će dio mreže za javnu potrošnju.

8.3 VODOVI BLOKOVA 400 kV I DALEKOVOD 120 kV

Svaki 400 kV dalekovod prijenosne mreže u našoj zemlji je zračni, nadzemni vod.

Lokacijsko okruženje, odnosno tehnička, ekonomska i ekološka gledišta omogućavaju izvedbu vodova koji se neposredno priključuju na elektranu prema slijedećem:

- 400 kV vodovi blokova biti će zračni vodovi,
- unutar područja elektrane 120 kV vodovi za osiguranje rezervnog napajanja biti će podzemni, a izvan lokacije će biti zračni.

8.3.1 VODOVI BLOKOVA 400 kV

Proizvedena električna energija u Nuklearnoj elektrani Paks II transportirat će se preko 400 kV vodova blokova (proizvođački vodovi) do buduće Podstanice Paks II. Trasu vodova blokova prikazuje slika 41., a na slici 42. su pripadajuća objašnjenja znakova.



Slika 41. Trasa vodova blokova između Nuklearne elektrane Paks II i Podstanice Paks II (2. lokacija)

Létesítendő 400 kV-os blokkvezeték Paks II Erömű - Paks II. Aláll. – 6,2 km és – 6,4 km	Planirani 400 kV vodovi blokova od Nuklearne elektrane Paks II do Podstanice Paks II – 6,2 km i – 6,4 km
Létesítendő 120 kV távvezeték Paks II Erömű – Paks II Aláll. (tartalék ellátás) – 4,9 km	Planirani 120 kV dalekovodi od Nuklearne elektrane Paks II do Podstanice Paks II (rezervno napajanje) – 4,9 km
Létesítendő 120 kV kábel (tartalék ellátás) – 1,4 km és 2,0 km	Planirani 120 kV kablovi (rezervno napajanje) 1,4 km i 2,0 km
Paks II. Erömű felvonulási tér	Privremeno gradilište elektrane Paks II
Új blokk	Novi blokk
Paks II Erömű létesítési terület	Područje gradnje elektrane Paks II
Hidegvíz csatorna	Hladnovodni kanal
6. sz. főközlekedési út	Glavna prometnica broj 6.
Létesítendő Paks II Alállomás	Planirana Podstanica Paks II
Meglévő 120 és 400 kV-os távvezetékek	Postojeći 120 i 400 kV dalekovodi
M6 autópálya	Autocesta M6

Jelmagyarázat:

	Létesítendő 400 kV-os blokkvezeték nyomvonala
	Létesítendő 120 kV-os vezeték (tartalék ellátás) nyomvonala
	Létesítendő 120 kV-os kábel (tartalék ellátás) nyomvonala
	Meglévő 400 kV-os távvezeték nyomvonala
	Meglévő 120 kV-os távvezeték nyomvonala
	Paks II. Erömű létesítési terület határa
	Paks II. Erömű felvonulási terület határa
	Paks II. Alállomás határa

Slika 42. Objašnjenje znakova plana trase vodova blokova, crtež broj V-01195 ERBE

Létesítendő 400 kV-os blokkvezeték nyomvonala	Trasa planiranih 400 kV vodova blokova
Létesítendő 120 kV-os vezeték (tartalék ellátás) nyomvonala	Trasa planiranih 120 kV vodova (rezervno napajanje)
Létesítendő 120 kV-os kábel (tartalék ellátás) nyomvonala	Trasa planiranih 120 kV kablova (rezervno napajanje)
Meglévő 400 kV-os távvezetékek nyomvonala	Trasa postojećih 400 kV dalekovoda
Meglévő 120 kV-os távvezetékek nyomvonala	Trasa postojećih 120 kV dalekovoda
Paks II Erömű létesítési terület határa	Granice planiranog područja gradnje elektrane Paks II
Paks II. Erömű felvonulási terület határa	Granice privremenog gradilišta elektrane Paks II
Paks II Alállomás határa	Granice Podstanice Paks II

Električna energija proizvedena u dva nova nuklearna bloka transportirat će se do Podstanice Paks II dalekovodima, iz svakog bloka na zasebno izgrađenom nizu stupova. Zasebnim nizovima stupova povećava se sigurnost, a ovo rješenje je opravdano i zbog relativno kratke dužine trase.

Dužine trasa 400 kV vodova blokova između Elektrane Paks II i Podstanice Paks II su: ~6,4 km i ~6,2 km. Stupovi su tipa „FENYŐ“ („jela“), ukupan broj im je 40 komada. Širina sigurnosnog pojasa na obje strane od osi trase iznosi po 34,4 m, ukupno 68,8 m za svaki vod, u slučaju dva paralelna voda ukupna širina sigurnosnog pojasa je 128,8 m.

Ovisno o kasnijim ispitivanjima i odluci u cilju povećanja sigurnosti blokova nuklearne elektrane, tehnička izvedba blokovskih vodova, odnosno tip stupova još se može izmijeniti.

Uklapanje u krajolik

Predmetni dalekovodi će prolaziti na skoro ravnom terenu. Trasa izvan lokacije elektrane prolazi pretežno preko poljoprivredno obrađenih zemljišta i kroz područja pod šumama.

S planiranim tipovima stupova za vodove priključene na elektranu, u Mađarskoj već postoji mreža, prikazana na sljedećim fotografijama:



Slika 43. Martonvásár-Győr 400 kV zračni vod sa stupovima tipa „FENYŐ“



Slika 44. Pécs-Državna granica, 400 kV zračni vod sa stupovima tipa „FENYŐ“, dalekovodni koridor

Prema potrebi i mogućnostima kod planiranih zračnih vodova želimo primijeniti načine koji su već bili uspješni i kod ranije izgrađenih zračnih vodova za uklapanje u krajolik, odnosno smanjenje ometanja okoliša (npr. paralelne trase, stupovi zelene boje, formiranje mjesta za gniježđenje na stupovima, primjena sredstava za lakšu uočljivost vodova za ptice).

Utjecaji funkcioniranja dalekovoda

Jakost električnog i magnetnog polja

U ovisnosti o kasnijim ispitivanjima i odluci, u cilju povećanja sigurnosti nuklearnih blokova može biti nužno da se za svaki blok izgradi zaseban niz stupova za 120 kV vodove rezervnog napajanja. Pored toga može se izmijeniti i broj i tip dalekovodnih stupova.

8.3.3 ZAJEDNIČKI SIGURNOSNI POJAS

U slučaju paralelne trase dvaju 400 kV vodova blokova i 120 kV voda za rezervno napajanje, ukupna širina sigurnosnog pojasa koju treba uzeti u obzir iznosi 170 m.

8.3.4 GRADNJA DALEKOVODA

Važnije faze gradnje dalekovoda su sljedeće:

- priprema gradnje, kolčenje trase
- izrada temelja
- montaža stupova i izolatorskih lanaca
- postavljanje stupova
- razvlačenje vodova i regulacija

Tijekom izgradnje dalekovoda obično duž trase treba ostaviti jedan pojas širine 3-5 m koji služi kao gradilište. U slučaju rabljenja poljoprivrednih zemljišta pri izvođenju radova, izrađuje se ekspertiza tla za rekultivacijske radove, te na temelju toga se vrši prenamjena zemljišta u nadležnom zemljišnoknjižnom uredu.

Dimenzije nadzemnog obujma stupa ovisi o tome je li stup predviđen za nošenje ili zatezanje, ali ovisi i o promjeru i broju vodova.

Pri određivanju potrebe za prostorom treba voditi računa i o veličini prostora potrebnog za montažu i za postavljanje stupova na licu mjesta, koji ovisno o tipu stupa i mjesta ugradnje može biti slijedećih dimenzija:

- U slučaju 400 kV stupova oko 60x40 m
- U slučaju 120 kV stupova oko 40x40 m

Ove površine u slučaju poljoprivrednog zemljišta privremeno se izuzimaju iz obrade.

Tri dalekovoda (niza stupova) koji se priključuju na Paks II mogu se izgraditi istodobno ili po određenom dinamičkom planu. U slučaju dinamičke gradnje prvo treba izgraditi 400 kV i 120 kV dalekovode koji pripadaju bloku broj 1., a nakon toga se može pristupiti izgradnji 400 kV dalekovoda za blok broj 2.

Vrijeme potrebno za izgradnju:

- Uređenje terena, zemljani radovi: 2 radna dana/km
- Izvođenje temelja 2 tjedna/km
- Montaža i postavljanje stupova: 1 tjedan/km
- Montaža vodova: 1-3 tjedna/km

Navedeni radovi se djelomično izvode paralelno, te iz tog razloga izvođenje navedenih radova traje oko 8-10 mjeseci. U slučaju dinamičke gradnje, vrijeme potrebno za izvođenje radova može biti i znatno duže. Za to vrijeme neće doći do istodobnog ometanja okoliša duž cijele trase vodova. Radni strojevi na gradilištu provode samo toliko vremena koliko im je neophodno, napreduju od stupa do stupa. Tijekom izgradnje obavlja se i strojni i ručni (ljudski) rad, u ovisnosti o montažnoj tehnologiji.

Sljedeća slika prikazuje montažu stupa tijekom jedne ranije izvedbe dalekovoda.



Slika 45. 400 kV zračni vod Martonvásár-Győr, montaža stupa

9 POTENCIJALNI UTJECAJNI FAKTORI I RECEPTORI (PODRUČJA UTJECAJA) NUKLEARNE ELEKTRANE PAKS II

9.1 POTENCIJALNI UTJECAJNI FAKTORI

Prvi korak u izradi ispitivanja utjecaja na okoliš je određivanje utjecajnih faktora koji potiču iz naprijed opisanih tehnoloških parametara vezanih za stvaranja uvjeta za proizvodnju nuklearne energije odnosno za rad postrojenja. Prilikom razmatranja utjecajnih faktora u svezi s planiranim blokovima, grupirali smo ih sagledavano s tri gledišta: prema zahvaćenim područjima, u vremenskom rasporedu, odnosno po karakterističnim faktorima utjecaja.

Izgradnjom novih blokova nuklearne elektrane, odnosno njihovim funkcioniranjem zahvaćana su sljedeća područja:

Nuklearna elektrana Paks II

- Pogonsko područje novih nuklearnih blokova elektrane
- Privremeno gradilište

Povezana postrojenja Nuklearne elektrane Paks II

- Hladnovodni kanal
- Toplovodni kanal
- Područje „otoka” omeđenog hladnovodnim i toplovodnim kanalom
- Područje rekuperacijske elektrane

Vodovi blokova i dalekovodi

- Trasa 400 kV voda blokova do nove podstanice i 120 kV dalekovod

Transportne linije

- Ceste za dovoz i odvoz

Faktore utjecaja novih nuklearnih blokova i povezanih postrojenja ispitujemo grupiranih u **vremenskom** redoslijedu – gradnja/montaža postrojenja, pogon, odnosno dekomisija –, uzimajući u obzir područja koja će biti zahvaćena:

Gradnja/montaža postrojenja: Nakon obavljanja prethodnih radnji, stvarna izgradnja traje oko 5 godina, što u slučaju 2 bloka znači 2 ciklusa s djelomičnim kontinuitetom, ukupno 10 godina.

Tijekom rada: Planirani vijek trajanja blokova je 60 godina, koji se može podijeliti na više etapa, uzimajući u obzir dinamiku izgradnje, kao i postupak za produljenje radnog vijeka 4 bloka koji su sada u funkciji:

Zajednički rad blokova 1-4 Nuklearne elektrane Paks i bloka 1. Paks II u periodu 2025-2030.
Zajednički rad blokova 1-4 Nuklearne elektrane Paks i blokova 1-2 Paks II u periodu 2030-2032.
Zajednički rad blokova 1-2 Paks II nakon obustave rada blokova 1-4 Nuklearne elektrane Paks u periodu 2037-2085.
Samostalni rad bloka 2 Paks II nakon isteka vijeka trajanja i obustave rada bloka 1 Paks II između 2085-2090.
Istek vijeka trajanja bloka 2 Paks II: 2090.

Razgradnja: Nakon isteka vijeka trajanja obustavlja se rad prvo bloka 1. Paks II, zatim bloka 2. (za ovu djelatnost prema točki 31. Priloga 1. Vladine uredbe br. 314/2005. obavezno treba izraditi zasebnu PUO)

Pojedine etape ispitujemo grupirane prema **najkarakterističnijim grupama** utjecajnih faktora. S obzirom na karakter postrojenja, emisije i otpade, kao utjecajne faktore, podijelili smo na klasične neradioaktivne, i na radioaktivne.

- ❖ **korištenje elemenata okoliša**
- ❖ **emisije onečišćujućih tvari**
 - klasične neradioaktivne emisije onečišćujućih tvari
 - radioaktivne emisije
- ❖ **otpadi**
 - nastajanje i zbrinjavanje klasičnih neradioaktivnih otpada
 - nastajanje i zbrinjavanje radioaktivnih otpada
- ❖ **istrošeni gorivni elementi**
 - zbrinjavanje i skladištenje gorivnih elemenata izvađenih iz reaktorske jezgre

9.2 RECEPTORI

Drugi korak u izradi procjene utjecaja na okoliš je procjena i određivanje procesa prouzročenih utjecajnim faktorima koji su u povezanosti s događajima tijekom izgradnje, pogona, odnosno razgradnje Paks II. Na temelju procijenjenih uzrokovanih procesa može se odrediti **krug elemenata i sustava okoliša na koje** procesi izazvani utjecajnim faktorima (korištenje okoliša, opterećenje okoliša) **mogu utjecati neposredno ili posredno.**

Pri izgradnji, pogonu, odnosno razgradnji novih nuklearnih blokova, kao receptore treba uzeti u obzir slijedeće elemente i sustave okruženja:

Površinske vode - Dunav
Geološko tlo, podzemna voda (lokacija, dolina Dunava)
Zrak
Okruženje naselja (buka, otpadi, radioaktivne emisije)
Životni svijet - ekosustav
Umjetno okruženje, izgrađeni objekti
Stanovništvo (radioaktivne emisije)

9.3 MATRICE POTENCIJALNIH UTJECAJA

Procjenu utjecaja potencijalnih faktora saželi smo i u matrici utjecaja.

Faktore utjecaja i receptore odredili smo za fazu izgradnje, pogona i razgradnje planiranog postrojenja, odnosno za sve tri faze u slučaju eventualnog odstupanja od normalnog načina (pogonske smetnje, nesreće, odnosno događaji koji spadaju u projektnu osnovu).

Utjecajni faktori	Receptori								
	Elementi/sustavi okruženja								
	Površinska voda	Geološko tlo, podzemna voda		Zrak	Okruženje naselja	Životni svijet ekosustav	Kulturna baština	Stanovništvo	Gradeni okoliš
	Dunav	Lokacija	Dolina Dunava						
Gradnja									
Rušenje zgrada	-	I	-	T	T	T	-	I, T	I, T
Zauzimanje prostora	I	I	-	T	I	T	-	-	I
Prijevoz	-	-	-	T	I, T	T	T	T	I, T
Gradnja postrojenja	I	I	-	T	I, T	T	-	T	I, T
Instalacija tehnologije	I	I	-	T	I, T	T	-	T	I, T
Povezane djelatnosti	I	I	-	T	I, T	T	-	T	I, T
Havarija	T	T	-	T	T	T	T	T	T
Pogon									
Tehnologija	T	I	T	T	I, T	T	-	T	I, T
Povezane Djelatnosti	-	-	-	T	I, T	T	-	T	I, T
Prijevoz	-	-	-	T	I, T	T	T	T	I, T
Havarija	T	T	-	T	T	T	T	T	T
Razgradnja									
Demontaža tehnologije	-	T	-	T	I, T	T	-	T	T
Rušenje zgrada	-	T	-	T	I, T	T	-	T	T
Prijevoz	-	T	-	T	I, T	T	-	T	T
Povezane djelatnosti	T	T	-	T	I, T	T	-	T	T
Uređenje prostora	-	T	-	T	I	T	-	T	I
Havarija	T	T	-	T	T	T	T	T	T

Objašnjenje znakova:
T – opterećenje okoliša
I – korištenje okoliša

Tablica 32. Sažeta matrica utjecaja, određivanje karakteristika utjecajnih faktora i receptora

Utjecajni faktori	Građeno okruženje								
	Elementi/sustavi okruženja								
	Površinska voda	Geološko tlo, podzemna voda		Zrak	Okruženje naselja	Životni svijet ekosustav	Kulturna baština	Stanovništvo	Građeni okoliš
	Dunav	Lokacija	Dolina Dunava						
Gradnja									
Rušenje zgrada	-	I	-	H	H	H	-	H, I	H, I
Zauzimanje prostora	I	I	-	H	I	H	-	-	I
Prijevoz	-	-	-	H	I, H	H	H	H	I, H
Gradnja postrojenja	I	I	-	H	I, H	H	-	H	I, H
Instalacija tehnologije	I	I	-	H	I, H	H	-	H	I, H
Povezane djelatnosti	I	I	-	H	I, H	H	-	H	I, H
Havarija (H)	H	H	-	H	H	H	H	H	H
Pogon									
Tehnologija	H+R	I	H	H+R	I, H+R	H+R	-	H+R	I, H+R
Povezane djelatnosti	-	-	-	H	I, H	H	-	H+R	I, H
Prijevoz	-	-	-	H	I, H+R	H+R	H	H+R	I, H+R
Događaji koji spadaju u projektnu osnovu (R); Havarija (H)	H+R	H+R	-	H+R	H+R	H+R	H	H+R	H+R
Napuštanje									
Demontaža tehnologije	-	H+R	-	H+R	I, H+R	H+R	-	H+R	H+R
Rušenje zgrada	-	H+R	-	H+R	I, H+R	H+R	-	H+R	H+R
Prijevoz	-	H+R	-	H+R	I, H+R	H+R	-	H+R	H+R
Povezane djelatnosti	H	H+R	-	H	I, H+R	H+R	-	H+R	H+R
Uređenje prostora	-	H	-	H+R	I	H+R	-	H+R	-
Događaji koji spadaju u projektnu osnovu (R); Havarija (H)	H	H+R	-	H+R	H+R	H+R	H+R	H+R	H+R

Objašnjenje znakova

I – korištenje okoliša

H – Klasični utjecaji na okoliš

R – Radiološki utjecaji

Tablica 33. Sažeta matrica utjecaja, određivanje klasičnih i radioloških utjecaja

10 DRUŠTVENO-EKONOMSKI UTJECAJI PROŠIRENJA U PAKSU

10.1 EKONOMSKI UTJECAJI, UVJETI

Planirano proširenje u Paksu imat će značajan utjecaj na gospodarstvo cijele zemlje, regije i grada Paksu.

Na razini države može se istaći rast bruto nacionalnog dohotka (GDP) zahvaljujući ovoj investiciji, naime već i s pripremom planirane investicije počelo je pripremanje domaćih poduzeća koja žele sudjelovati u realizaciji, što ima/ će imati utjecaj na obrazovanje, na proširenje i inovaciju osobnih i materijalnih sredstava poduzeća.

U smislu članka 4. točke 2. Zakona o proglašenju Sporazuma sklopljenog između Vlade Mađarske i Vlade Ruske Federacije o suradnji u korištenju nuklearne energije u mirne svrhe (zakon broj II iz 2014. godine), Sporazumne strane će učiniti sve što mogu, da ako je to ostvarivo u interesu ispunjenja suradnje prema ovom Sporazumu i ako okviri utvrđeni pravnom regulativom to omogućavaju, postignu minimalnu lokalizacijsku razinu od 40%", dakle planiranu investiciju Mađarska Vlada smatra važnom ne samo s energetske-političkog stajališta, nego joj daje poseban značaj i u industrijsko-političkom pogledu. Planirano je da će se od investicije ukupne vrijednosti 12,5 mrd EUR, 5 mrd EUR realizirati uz sudjelovanje domaćih poduzeća, što predstavlja oko 5% godišnjeg domaćeg GDP-a, dakle to je vrlo je značajna stavka i na razini nacionalnog gospodarstva.

S energetske-političkih gledišta, prema očekivanjima Vlade, „miks” koji osigurava proizvodnju električne energije u državi i nakon zaustavljanja 4 bloka Nuklearne elektrane Paks ostaje uravnotežen u odnosu na izostanak proširenja, smanjuje se ovisnost o uvozu energenata (nuklearno gorivo se može nabaviti iz više izvora, i može se držati veća količina na zalih), odnosno ovisnost o neposrednom uvozu električne energije, nadalje, cijena električne energije proizvedene u proširenju elektrane Paks dugoročno će biti konkurentna, čime se može osigurati prednost domaćim proizvođačima s većim potrebama za energijom, omogućujući čak i povećanje volumena proizvodnje.

S industrijsko-političkih gledišta od posebne je važnosti da, shodno spomenutima, poduzeća koja sudjeluju u investiciji, preko povećanja broja radnika i razvoja opreme ostaju konkurentni i nakon realizacije investicije, što će osim neposrednog utjecaja proširenja u Paksu imati utjecaj multiplikatora u kasnijim razdobljima na funkcioniranje nacionalne privrede, na zaposlenost, na proširenje potrošnje stanovništva i slijedom toga i na prilive poreza i doprinosa. Također je s gledišta nacionalnog gospodarstva značajno da s investicijom u Paksu povećava se i državna imovina s jednim modernim postrojenjem visoke vrijednosti, a nije sporedno ni to da ova investicija služi i za opstanak svjetski poznate i priznate strukovne kulture.

Ovom investicijom planiranih novih blokova nacionalni gospodarski cilj je da u izgradnji u što većoj mjeri učestvuju domaći dobavljači. Realno se može postići gornja granica udjela od oko 30-40 %. Trenutačne inozemne (međunarodne) investicije u nuklearne elektrane jednoznačno pokazuju da se kooperanti (dobavljači) iz nacionalnog gospodarstva naručitelja mogu intenzivno uključiti u radove pripreme, izgradnje, montaže, proizvodnje i održavanja samo u slučaju ako su za to svjesno i planski pripremljeni i razvijeni, odnosno ako su povezani u sustav međusobnog upotpunjavanja i pomaganja. Korisnost projekta glede nacionalnog gospodarstva znatno povećava dobro organizirana, pripremljena i sistematski izvršena priprema kooperanata, čime se mogu izbjeći značajni dodatni troškovi investicije.

Proces realizacije novih blokova je investicija koja domaćim poduzećima, poduzetnicima osigurava narudžbe značajnog volumena tijekom više godina pa čak i jednog desetljeća, i osigurava radno mjesto za više tisuća radnika kako na licu mjesta, tako i u projektnim i istraživačkim ustanovama tijekom pripremnih radova, odnosno u raznim montažnim i proizvodnim radionicama. Pokrivenost investicijskih troškova u omjeru 30-40 % pretpostavlja plansku pripremu domaćih dobavljača i suradnju koja sadržava i organiziranu kooperaciju poduzeća i institucija. Proizvodni kapacitet energetske grane u Mađarskoj i volumen učinkovitosti pojedinih građevnih poduzeća u znatnoj je mjeri smanjen tijekom protekla dva desetljeća. Potpuno oživljavanje se ne može realno očekivati, ali se može postaviti cilj da se potencijalno sposobna, prvenstveno mala i srednja poduzeća programski pripremaju.

U okviru pripremnog projekta izvršena je utvrđivanje – prikaz aktualnog stanja - kruga poduzeća koji se mogu uključiti planiranu investiciju. Ispitivanja su izvedena s dva aspekta. S jedne strane, na državnoj razini su ispitivana poduzeća koja se mogu smatrati istaknutim, a s druge strane, u širem okruženju Nuklearne elektrane Paks prikupljena su poduzeća koja mogu eventualno doći do posla, prvenstveno u kooperantskom lancu. Na temelju rezultata ispitivanja na državnoj razini evidentirana su skoro sto pedeset potencijalnih poduzeća, gdje su dobavljačke i uslužne specifikacije razvrstane po

zanimanjima (nuklearna struka, strojarstvo, upravljačka tehnika, elektroindustrija, građevinarstvo, kemijska struka, ostalo) i po djelatnostima (istraživanje i razvoj, projektiranje, proizvodnja, transport, gradnja, montaža, puštanje u pogon, ekspertiza i sl.). Izvršen je popis sredstava (opreme), kapaciteta, referenci, karakteristike osiguranja kvalitete, a na području proizvodnje i omjer uvoznih komponenti.

Prirodno je nastojanje i očekivanje da poduzeća koja djeluju u široj okolini Nuklearne elektrane Paks ulaze u projektni sustav kao potencijalni partneri, jačajući na taj način poduzetnički potencijal regije i stvarajući mogućnosti angažiranja ljudskog resursa iz okruženja. Točno utvrđeno područje, precizirano s više gledišta sadržava 90 naselja, uključuje obje strane Dunava, prostire se na području 3 županije. Predmet ispitivanja su bila poduzeća koja svoju djelatnost obavljaju na polju građevinarstva, proizvodnje, montaže i transporta, s najmanje 10 zaposlenih, nadalje, zainteresirani su i voljni da u nekoj ugovornoj konstrukciji sudjeluju u investiciji. Tijekom ispitivanja potencijalna partnerska poduzeća su kategorizirana po pripremljenosti (osoblje i oprema), referencama, kapitalu, bilančnim podacima, pribavljenim kvalifikacijama i volji za sudjelovanje u strukovnoj izobrazbi. Inače, poduzeća iz okruženja nisu samo direktni kandidati u ovoj velikoj investiciji, već se mogu uključiti i u prateće posredne radove (npr. izgradnja infrastrukture). Na temelju ovog ispitivanja, u bazu podataka uneseno je skoro 240 lokalnih poduzeća.

10.2 DRUŠTVENI MEĐUODNOSI, SUSTAV UVJETA

Društvo MVM Paks Atomerőmű Zrt, (MVM Nuklearna elektrana Paks d.d.) je već skoro četiri desetljeća prisutno u ovoj regiji s centrima Paks-Szekszárd-Kalocsa. Promišljenim i sistematskim radom je izgradilo regijski sustav međusobnih odnosa koji podrazumijeva suradnju zasnovanu na međusobnom poštivanju, razumijevanju i prednostima. Ovi čvrsti, podržavajući i simbiotski odnosi pružali su stabilnu društvenu osnovu za donošenje dalekosežnih odluka kao što su produljenje radnog vijeka postojećih i izgradnja novih blokova. Odlukama Parlamenta i Vlade donesenim u smjeru izgradnje novih nuklearnih blokova posebno se zahtijeva produbljivanje i oživljavanje ekonomskih i društvenih odnosa s okruženjem elektrane, odnosno njihovo podizanje na višu razinu. Promicanje sklonosti prema prihvaćanju i suradnji u regiji, povećanje povjerenja lokalnih samouprava, poduzeća i građana jedan je od osnovnih uvjeta programa proširenja kojim se treba baviti već u pripremnom periodu ove velike investicije.

Društvo MVM Paks Atomerőmű Zrt kao najveće poduzeće i poslodavac u regiji, osjeća posebnu odgovornost za stanje svog okruženja, za standard žitelja, za razvoj i budućnost regije. Elektrana i povezani razvojni projekt mogu biti uspješni samo ako i ona sama funkcionira u snažnom gospodarskom i društvenom okruženju, njihova efikasnost se međusobno jača. Lokalno stanovništvo iz okruženja Nuklearne elektrane Paks je vrlo zainteresirano u procesu izgradnje novih blokova, s očekivanjem promatra demokratske postupke uz mogućnost stavljanja primjedbi. Potpora od strane stanovništva područja trenutačno je na odgovarajućoj razini, međusobni odnosi se razvijaju, ali se postavljaju i ozbiljni zahtjevi. Lokalne samouprave i stanovništvo, kao i zainteresirana poduzeća već u pripremnom periodu ove velike investicije očekuju inicijalne korake u cilju ovjeravanja dugoročne suradnje.

Nezaobilazno treba uključiti prihvatno područje i utemeljiti zainteresiranost, što se osim razvoja poduzeća prvenstveno može postići na polju usluga vezanih za ljudske resurse i logističke sustave. Ove teme su detaljno razmotrene u dokumentaciji za pripremu proširenja. Prije svega, trebalo je sastaviti popis struka koji su neophodni za izgradnju, montažu, puštanje u pogon, i upravljanje nuklearnom elektranom, u skladu sa sustavom Nacionalnog registra zanimanja i sa smjernicama domaćeg visokog obrazovanja. Ovaj dokument je sastavljen uključivanjem energetskih stručnjaka s ogromnim iskustvom u investicijama, odnosno uz pomoć fakultetskih katedri. Osnove uspoređivanja za sve daljnje procjene čine prognozirane potrebe za radnom snagom iz prijašnjih tendera ovih tipova blokova. Sklapanjem međuvladinog sporazuma između Mađarske i Rusije pojednostavljena je situacija, u daljnjem se treba oslanjati samo na prethodno dobivene podatke od Atomstrojeksporta.

U cilju upoznavanja raspoloživog, odnosno prognoziranog stručnog kadra u okruženju obavljeno je istraživanje velikih razmjera u 90 naselja županije Tolna, Baranya i Bács-Kiskun. U nedostatku sustava evidencije državne uprave, baza podataka je sastavljena uzorkovanjem na temelju opsežnog terenskog rada. Sve to pruža dobru osnovu za ispitivanje mogućnosti uključivanja i pripreme ljudskih resursa u radove ovog velikog projekta. Utvrđena potreba za radnom snagom raščlanjena na zanimanja može se lako usporediti s raspoloživim potencijalom strukovne radne snage u regiji. Polazeći od pretpostavke da se u ispitanom području svega 20% raspoložive strukovne radne snage može usmjeriti na građevinske-montažne radove na novim blokovima elektrane, možemo utvrditi da od ukupne potrebe za radnom snagom iz okruženja može se osigurati svega 25-30%. Naravno, javljaju se velika odstupanja u određenim strukama. Nakon upoznavanja rezultata usporednih analiza unaprijed se može utvrditi da problem manjka radne snage dominira prvenstveno u strukama tesar - monter građevinski skela, armirač, kvalificirani zavarivač, bravar, električar i monter upravljačke tehnike.

Ispitane su područne obrazovne ustanove srednjeg obrazovanja i poduzetništva za izobrazbu odraslih, utvrđeni su im uvjeti obrazovanja, infrastrukture, mogućnosti praktičnog rada, kapacitet, razvojni plan, elastičnost. Pokretanjem novih stručnih smjerova, povećanjem broja učenika na postojećim strukama, poboljšanjem uvjeta obrazovanja ove škole i obrazovne ustanove mogu osigurati potreban broj radnika koji na tržištu radne snage trenutačno nedostaju, odnosno koji se za sada i ne predviđaju. Obavljena je procjena domaćih tehničkih visokoškolskih ustanova, fakulteta, struka, dopunjeno ispitivanjem istaknutih ustanova sličnog profila u nekoliko susjednih zemalja. Također je izrađena dokumentacija za pripremu odlučivanja u kojoj je analizirana mogućnost ponovnog pokretanja visokog obrazovanja energetskog smjera u Paksu, isključivo u vidu ispostave neke matične institucije.

Izrađen je sustav za pripremu i usmjeravanje u visoko školstvo tehničkog smjera, razrađeno do razine nastavnog plana, dopunjeno energetskim vježbama i praktičnim radom na licu mjesta. Na području oko nuklearne elektrane potpisani su sporazumi sa srednjim školama o njihovom sudjelovanju, što znači specijalno dopunsko obrazovanje iz fizike od 11. razreda, sa zahtjevom polaganja mature na višoj razini. Oni koji iz ove regije nastavljaju školovanje, s većom vjerojatnošću se vraćaju ako im se ovim proširenjem pruža mogućnost za rad i karijeru. Izrađen je mentorski sustav i specijalne stipendije na razini srednjeg i visokog obrazovanja, jer se samo na taj način mogu zadržati mladi stručnjaci u elektroenergetskoj industriji, te se na taj način može smanjiti odliv mozgova u inozemstvo.

Na temelju istraživanja ljudskih resursa za svaku godinu se može utvrditi potreban broj zaposlenih tijekom investicije, uz kojih se mogu dodijeliti i razni uslužni zahtjevi. Forsiranim zapošljavanjem radne snage iz regije (što bi trebao biti istaknuti cilj) znatno se može smanjiti potreba za smještajem i drugim uslugama, ali se povećavaju zahtjevi u svezi s prometovanjem. Isticanjem značaja regije Kalocse vidimo potrebu za rješavanjem alternative prelaska preko Dunava. Mora se voditi računa o ekološki prihvatljivim prometnim rješenjima, nadalje, o mogućnostima korištenja velikih parkirališta u druge svrhe u kasnijem periodu. Treba procijeniti postojeće mogućnosti za smještaj, rješenja za njihovo proširenje i povećanje kapaciteta imajući u vidu preporuke Međunarodne Agencije za Atomsku Energiju. Pored izgradnje prijelaznih smještajnih kapaciteta, sposobnih da udovoljavaju zahtjevima XXI. stoljeća, treba se brinuti i o konačnom smještaju članova opslužnog osoblja i njihove obitelji. Treba ispitati stavove okolnih naselja o prihvaćanju novih stanovnika. Treba se baviti s pitanjima opskrbe namirnicama, ishrane, zdravstvene i socijalne skrbi, javne sigurnosti i osiguranja rekreacijskih mogućnosti za više tisuća ljudi. Pravodobno treba planirati mogućnosti proširenja kapaciteta jaslica, vrtića, škola, nadalje, nezaobilazno treba voditi brigu o zapošljavanju ženske radne snage (članovi obitelji), pravodobnim otvaranjem mogućnosti zaposlenja.

Planirano proširenje na regionalnoj razini prvenstveno ima značaj tijekom gradnje: razvija se infrastruktura, poduzetnici u regiji koji se bave smještajem i uslužnim djelatnostima zaposlenih na radovima izgradnje mogu ostvariti veće prihode, a nakon izgradnje, prestankom rada blokova 1-4 i dalje dugoročno ostaje platežno sposobni sloj zaposlenih i poduzetnika koji će obavljati poslove upravljanja i održavanja novih blokova, kompenzirajući negativne ekonomske i društvene utjecaje nastale uslijed obustave rada starih blokova.

Gradu Paks – i pored jasnih decentralizacijskih zamisli – pripada istaknuta uloga već u pripreмноj fazi investicije, potrebno je dakle, njegovo konstanto uključivanje u projekt. Radi se na procjeni nužnog razvoja infrastrukture, s tim u vezi počeli su projektantski i pripremni radovi, a utvrđivanje nužnih izvora za ostvarenje je u tijeku. Treba ispitati mogućnosti razvoja i teritorijalnog proširenja industrijske zone u Paksu. Vrlo je važno da subjekti za pripremu gradnje-montaže elektrane, poduzeća koji će raditi za vrijeme izgradnje, i ostali subjekti kao što su uredi, budu smješteni na ovom području. O Szekszárdu, županijskim gradu za vrijeme pripremnih i izvedbenih radova investicije treba voditi računa sukladno njegovom značaju. U Mrežu partnerskih naselja uključena su naselja iz okruženja elektrane koja čine konkretne napore u cilju ostvarenja investicije (npr. smještaj kontejnerskog naselja, osiguranje teritorija i infrastrukture za njih, rješavanje dozvola, mobilizacija radne snage, suradnja u izobrazbi, komunikacijska pomoć, parceliranje stambenih nekretnina, osiguranje rekreativnih programa, mogućnosti odmaranja). Članovi Mreže ne dobivaju materijalnu nadoknadu, već mogućnosti. Sve ovo iziskuje podroban pripremní terenski rad u svakom naselju, kako bi konačan rezultat bio zasnovan na realnim lokalnim izvorima.

Društvo MVM Paksí Atomerőmű Zrt. skoro već deset godina ima specijalan sustav pomoći u obliku zaklade čiji je cilj razvoj regije i naselja, promicanje razvoja poduzetništva, otvaranje novih radnih mjesta. U regiji uz pomoć ove zaklade, putem neposredne ili posredne pomoći (osiguranje vlastitog udjela u natječaju) ostvaren je razvoj u vrijednosti više od 30 milijardi forinti u povlaštenoj regiji, a zahvaljujući tome došlo je i do stvaranja više stotina radnih mjesta.

Za uspješno vođenje dijaloga između nuklearne elektrane i okolnog stanovništva neophodno je bilo osnovati jednu organizaciju koja je upisana pravna osoba i raspolaže vlastitim programom, pravilnikom o radu odnosno proračunom, i u stanju je djelotvorno zastupati realne zahtjeve, interese stanovništva regije. Shodno tome, 1992 godine osnovano je udruženje Társadalmi Ellenőrző, Információs és Településfejlesztési Társulás (Udruženje za društvenu kontrolu,

informiranje i razvoj naselja - TEIT) sastavljen od predstavnika 13 samouprava. Udruženje s jedne strane obavlja poslove kontrole, a s druge strane tijesno surađuje s elektranom radi prenošenja informacija. Cilj nije suprotstavljanje elektrani, već zaštita interesa stanovništva, iskreni dijalog i održavanje suradnje, jačanje međusobnog povjerenja. TEIT objavljuje povremene publikacije, a u cilju kontrole formiralo je društveno povjerenstvo.

Između društva MVM Paks Atomerőmű Zrt. i stanovništva postoje i funkcioniraju mogućnosti za komunikaciju već više desetljeća. Opsežne mogućnosti informiranja i davanja primjedbi stvaraju temelj za gradnju povjerenja, mirne suradnje i uspostavljanja konsenzusa. U okviru politike otvorenosti elektrana vodi centre za posjetitelje, pored elektrane i u Kalocsi, koji služe kao najvažnija mjesta za susrete stanovništva s predstavnicima nuklearne industrije, svakom mađarskom državljaninu, među njima i žiteljima regije pružaju svakodnevnu mogućnost za osobno informiranje. Elektranu je tijesno povezana s mjesnim, regionalnim i državnim predstavnicima tiska, pruža im informacijske materijale redovno, odnosno prema potrebi, ovisno o situaciji. Društvo MVM Paks Atomerőmű Zrt. raspolaže vlastitim novinama, u kojima daje točne informacije o događajima u elektrani, o planovima i razvojnim nastojanjima. List u svakom naselju u krugu od 12 km (TEIT) dostiže u svaki poštanski sandučić. Žitelji naselja Paks, Kalocsa, Gerjen i Uszód mogu se informirati 24 sata dnevno o aktualnim vrijednostima zračenja prikazanim na razumljiv, uspoređan način na monitorima postavljenim u centrima naselja.

11 SADAŠNJI I OČEKIVANI VREMENSKI UVJETI U KRUGU OD 30 KM OKO PAKSA

11.1 KARAKTERIZACIJA KLIME PODRUČJA OKO PAKSA U KRUGU OD 30 KM

Prosječna godišnja **srednja temperatura** na postaji u Paksu je 10,7°C, koja nadmašuje državni prosjek. Glede godišnjeg hoda prosječne temperature, najtopliji mjesec u regiji je srpanj, a najhladniji je siječanj. Na temelju analize temperatura vidi se da prosječna godišnja temperatura pokazuje tendenciju rasta, a analizom ljetnih vrućina i učestalosti vrućih dana možemo zapaziti da su i ekstremiteti unutar godine sve učestaliji.

Glede godišnjih količina **padalina**, promatrajući od 1951. godine, najsušnija godina u Paksu bila je 1961. (285,9 mm), dok je najkišnija bila godina 2010. (990,9 mm), koja je premašila i dotadašnji apsolutni maksimum. Glede desetogodišnjih prosjeka u području Paksa karakterističan je lagani trend rasta, a po ispitivanjima ekstremnih vrijednosti, u ovom 30-godišnjem razdoblju u više navrata su nadmašeni stoljetni rekordi. Glede godišnjeg hoda padalina možemo reći da na području Paksa najviše padalina ima u lipnju, zatim slijede druga dva ljetna mjeseca i svibanj, dakle, obično ima najviše padalina u ljetnim mjesecima. Nakon tog razdoblja drugi maksimum možemo opaziti u studenom. Najsušniji mjesec je ožujak, ali obično ima malo padalina i u siječnju i veljači.

Najmanje **sunčanih** razdoblja ima u mjesecu prosincu zbog jakog naoblačenja i kratkih dana, tada je prosječan broj sunčanih sati 53. Najviše sunčanih razdoblja ima u od svibnja do rujna, tada se javljaju mjesečne srednje vrijednosti preko 250 sati, a srpanj je u prosjeku zadnjih 30 godina bio najvedriji mjesec, zatim slijede kolovoz i lipanj. Ljetno polugodište ima dva i pol puta više sunčanih sati nego zimsko.

Na području Paksa godišnji prosjek **atmosferskog tlaka** na morskoj razini je 1017,5 hPa, tijekom godine se mijenja slično kao u zemlji, najveće vrijednosti se javljaju obično u siječnju, a najniže u travnju. Ljetni polugodišnji prosjek tlaka je niži od zimskog polugodišnjeg prosjeka.

Stvarno **isparavanje** u okolici Paksa najmanje je u periodu od studenog do veljače, a najveće u periodu svibanj–kolovoz. Zimi je najniže potencijalno isparavanje, tada je skoro identično stvarnom isparavanju, a od proljeća do jeseni znatno ga prelazi, s obzirom da tada ne stoji na raspolaganju dovoljna količina isparljive vode. Po količinama padalina okolica Paksa smatra se suhim područjem.

Temperatura površine tla neposredno prati hod sunca, te zagrijavanje i hlađenje gornje površine tla tijekom dana i godine mijenja se paralelno s promjenama temperature zraka. S povećanjem dubine u tlu međutim, utjecaj Sunca sve više slabi, te se smanjuje kako dnevna tako i godišnja fluktuacija, a na određenim dubinama je temperatura stalna.

Vjetar: na području Paksa u godišnjoj usporedbi najučestaliji smjer vjetra je sjeverozapad odnosno sjever-sjeverozapad, a drugi maksimum se javlja iz južnog smjera. U ljetnom polugodištu dominira vjetar iz smjera sjever-sjeverozapad, zatim slijedi sjeverozapadni i sjeverni, a južni je potisnut na četvrto mjesto. U zimskom polugodištu glavni smjer vjetra je sjeverozapadni, ali u tom periodu stupa na drugo mjesto južni smjer, a na trećem je sjever-sjeverozapad. Period između 1997-2010. godine karakterizira trend smanjenja godišnje srednje brzine vjetra. Najjači udar vjetra vrijednosti 24,8 m/s zabilježen je 19. studenog 2004. godine. Najčešći smjer maksimalnih udara vjetra je sjeverozapadni, nakon njih slijede

južni, zatim sjever-sjeverozapadni smjer. S gledišta brzine najčešći su udari vjetra između 2-4 m/s, ali su učestali i 1-2 m/s, odnosno 4-6 m/s. Brzine iznad 12 m/s se javljaju u manjem omjeru u godini, a preko 17 m/s su vrlo rijetki.

Na temelju podataka **mjernog tornja u Paksu** na visini 20 metara prikupljenih u ispitanoj periodu od 7 godina utvrđeno je da je vladajući smjer vjetra bio sjever-sjeverozapad, a sljedeći najučestaliji smjer je bio sjeverni. Relativna je učestalost južnog i smjera jug-jugoistok. Na visini od 50 metara također je vladajući smjer sjever-sjeverozapad, sa sličnim rasporedom kao na 20 metara, ali na visini od 120 metara pokazuju se znakovi povećanja sjeverozapadnog smjera vjetra. I tu je vladajući smjer vjetra bio sjever-sjeverozapad, zatim slijede sjeverozapadni, pa sjeverni vjetar, a južni vjetrovi su bili manje naglašeni nego na nižim visinama. Dok na visini od 20 metara učestalost raspona brzine od 2-4 m/s jedva je bio veći od nižih vrijednosti, na 50 metara je uvjerljiva njegova prevaga, a na 120 metara se najčešće pojavljuje brzina između 4 i 6 m/s. U periodu ispitivanja maksimalna srednja brzina na 20 metara visine bila je 12 m/s, na 50 metara skoro 18 m/s, a na visini od 120 metara su se pojavljivale i vrijednosti preko 20 m/s. Na visini od 20 metara vrijednost preko 25 m/s se nije pojavila, ali na visini od 120 metara su bili udari vjetra i veći od 30 m/s.

11.2 KLIMATSKE PROMJENE U XXI. STOLJEĆU U REGIJI PAKSA TEMELJEM KLIMATSKIH MODELA

Nakon 2010. godine često puta smo čuli da je „prošla godina bila izuzetno kišna”, a možda imamo još svježije doživljaje u svezi sa sljedećom rečenicom: „ljetu 2012. bilo je ekstremno vruće”. **Promjenljivost** pojedinih godina prirodna je pojava u našoj klimi koja se javlja i bez ikakve vanjske prisile, stoga se ona ne može pripisati na račun promjene klime. U vezi s klimom ispitujemo dugogodišnje prosječne vrijednosti, trendove i promjene.

Najbitnija nesigurnost u modeliranju klime je **nesigurnost koja proizlazi iz modela**. Modeli rješavaju formule upravljanja procesom klimatskog sustava pomoću numeričkih metoda. Tijekom numeričkog rješavanja faktori (temperatura, brzina vjetra i sl.) se promatraju u točkama trodimenzionalne prostorne mreže, a određene interakcije se opisuju u pojednostavljenom obliku, pomoću takozvanih. parametrizacija. Modeli razvijeni u pojedinim zavodima razlikuju se u više detalja: za opis istih fizičkih procesa primjenjuju se različite aproksimacije i parametrizacije, nadalje, primjenjuju se mreže različitih razlučivosti. Sve ove razlike imaju utjecaje i na rezultate modela.

Antropogene (ljudskog podrijetla) djelatnosti dokazano imaju utjecaj na klimatske procese, stoga ih treba uzeti u obzir i u klimatskim modelima. Nemoguće je egzaktno utvrditi kako će se mijenjati ljudske djelatnosti u budućnosti: ne znamo u kojoj će se mjeri povećati broj stanovništva, kakvu će energetska i gospodarska politiku provoditi pojedine države, na kojoj će razini biti tehnološka razvijenost, dakle ni količinu buduće emisije štetnih tvari. U tu svrhu izrađeno je više tipova scenarija emisije (Nakicenovic and Swart 2000.), koji utjecaj ljudske djelatnosti iskazuju brojčano u vidu emisije ugljičnog dioksida. Postoje pesimističke prognoze o budućnosti (koje pretpostavljaju daljnju, značajnu emisiju), nadalje, ima i optimističnih i srednjih scenarija koji za 2100. godinu predviđaju pojavu stakleničkih plinova u atmosferi u vrlo različitim količinama. Nesigurnost koja proizlazi iz navedenih, nazivamo **nesigurnost scenarija**.

Modeli se testiraju prvo u odnosu na klimu prošlosti, te ih temeljem tih rezultata usavršavaju. Nakon toga izrađuju simulacije za budućnost u kojima se za ulazne parametre uzima povećanje stakleničkih plinova nastalih uslijed ljudske djelatnosti. S obzirom da različiti modeli na različite načine karakteriziraju klimu, pri analizi promjene klime promatraju se rezultati dobiveni iz više modela (to je tzv. ensemble metoda) jer se na taj način nesigurnosti rezultata klimatskih simulacija mogu brojčano izraziti.

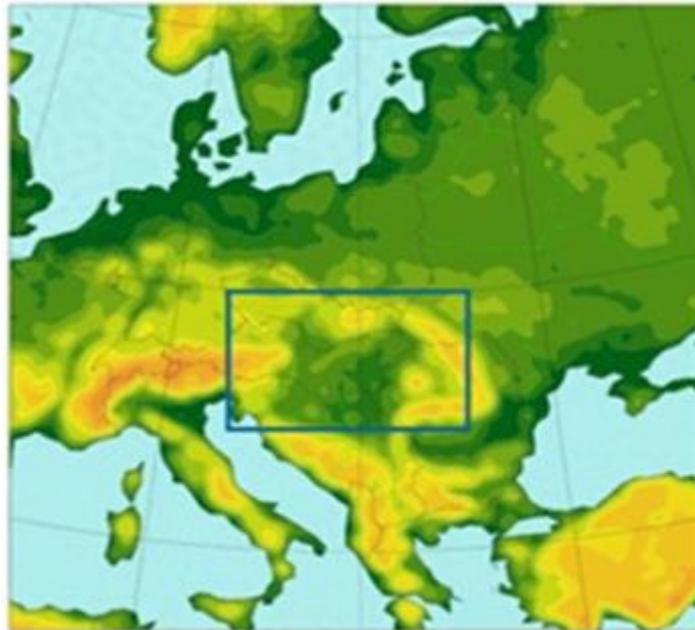
Nesigurnost scenarija javlja se od druge polovice XXI. stoljeća. Pri analizi promjene klime važno je primijeniti više, najmanje dva modela za brojčano iskazivanje nesigurnosti s obzirom da svaki model opisuje klimu budućnosti na podjednako moguć način.

11.2.1 RASPOLOŽIVI MODELI

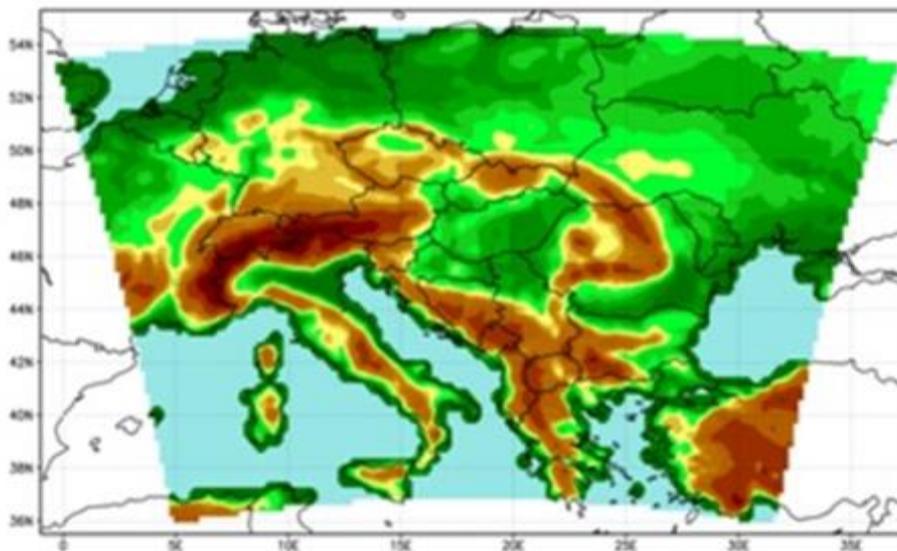
Rezultati globalnih modela u manjem omjeru se mogu primijeniti na **Karpatsku nizinu**, među ostalim i zbog njihove slabe razlučivosti. Iz tog razloga za određivanje omjera nesigurnosti potrebno je precizirati globalne informacije pomoću regionalnih klimatskih modela. U okviru projekta Europske unije ENSEMBLES (van der Linden and Mitchell, 2009.) korišteni su mnogi regionalni klimatski modeli s horizontalnom rezolucijom mreže od 25 i 50 km, za koje je primijenjen **prosječni scenarij (A1B)**.

Državna Meteorološka Služba (OMSz) je za analizu promjene klime u proteklih godinama adaptirala dva regionalna klimatska modela:

- **ALADIN-Climate** razvijen od strane *Météo France* iz *Toulouse-a* u međunarodnoj suradnji, odnosno
- **REMO** regionalni klimatski model razvijen u hamburškom Institutu *Max Planck*



Slika 46. Model ALADIN-Climate s rezolucijom 25 km (cijela slika) i 10 km (uokvireno polje)



Slika 47. REMO model s rezolucijom 25 km

U cilju testiranja modela prvo su provedene simulacije za prošlo razdoblje, za jedan duži vremenski period za koji su rezultati mjerenja na raspolaganju, da bi zaključcima izvedenim na temelju tih testova izvršili njihovo usavršavanje.

Period	ALADIN-Climate 4.5		REMO 5.0	
	1961–2000.	1961–2100.	1961–2000.	1951–2100.
Rezolucija	25 i 10 km	10 km	25 km	25 km
Granični uvjet	Re-analize	GCM	Re-analize	GCM

GCM: Global Climate Model – globalni klimatski model.

Tablica 34. Karakteristike obavljenih pokusa s regionalnim klimatskim modelima ALADIN-Climate i REMO

Pomoću dva klimatska modela (ALADIN-Climate i REMO) primijenjenih od strane OMSz-a rezultati globalnih modela konvertiraju se na finiju rezoluciju, za koje su kao ulazni podaci - tzv. granični uvjeti - uzimani, u slučaju ALADIN-Climate iz modela globalne opće cirkulacije (ARPEGE-Climate), a u slučaju modela REMO iz modela globalno povezane atmosfere i oceana (ECHAM5/MPI-OM).

Simulacije su sažete u slijedećoj tablici.

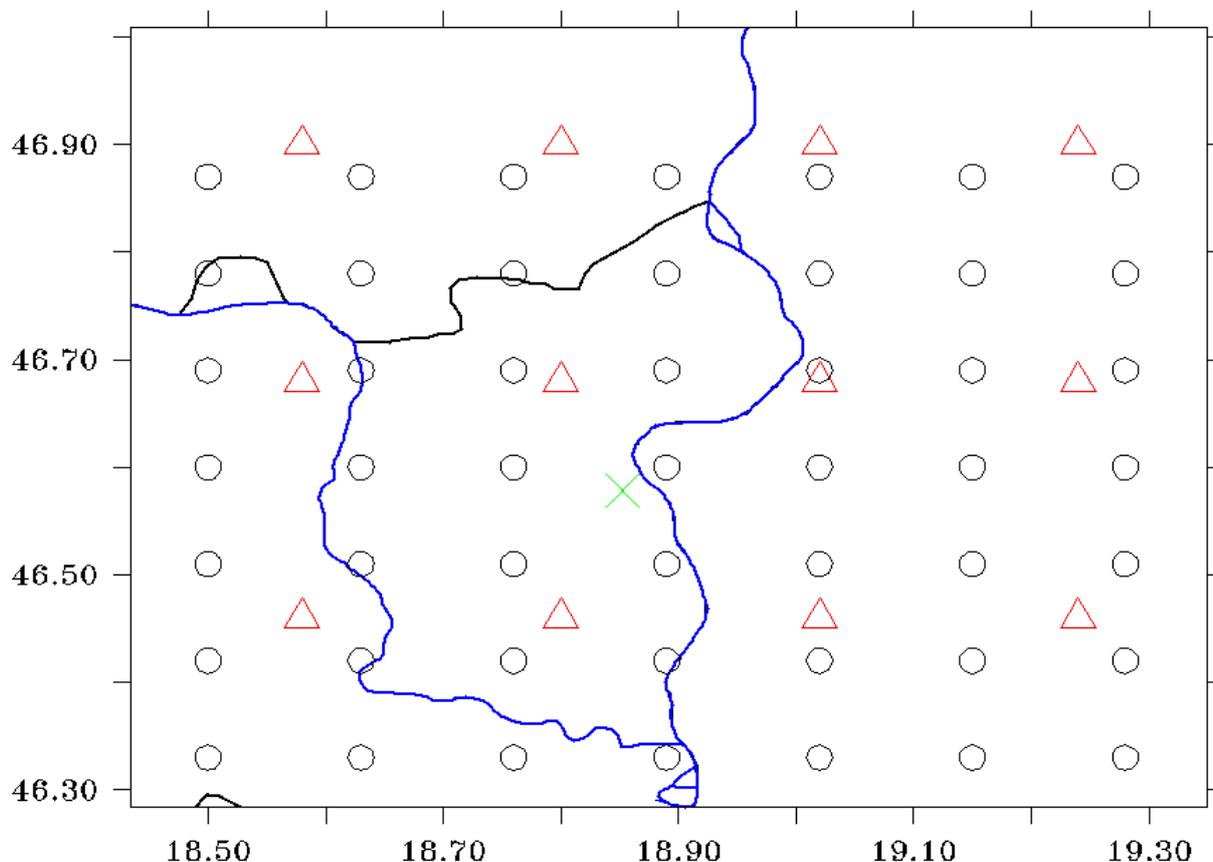
Model	Rezolucija	Granični uvjet	Scenarij	Period
ALADIN-Climate 5.2	50 km	ERA-Interim	-	1989–2008.
	10 i 50 km	ARPEGE	RCP8.5	1951–2100.
REMO 2009	10 km	ERA-Interim	-	1989–2008.
	10 km	ECHAM	RCP8.5	1951–2100.

Tablica 35. Projektni pokus planiran modelima ALADIN-Climate i REMO

Osvježavanje simulacija s finijom rezolucijom još je u početnoj fazi.

11.2.2 OBRADA RASPOLOŽIVIH REZULTATA MODELA GLEDE PROSJEČNIH VREMENSKIH UVJETA ZA OKOLICU PAKSA U KRUGU OD 30 KM

Odabrano područje u modelu rezolucije 10 km znači 7x7, a za rezoluciju 25 km znači 4 x 3 točke.

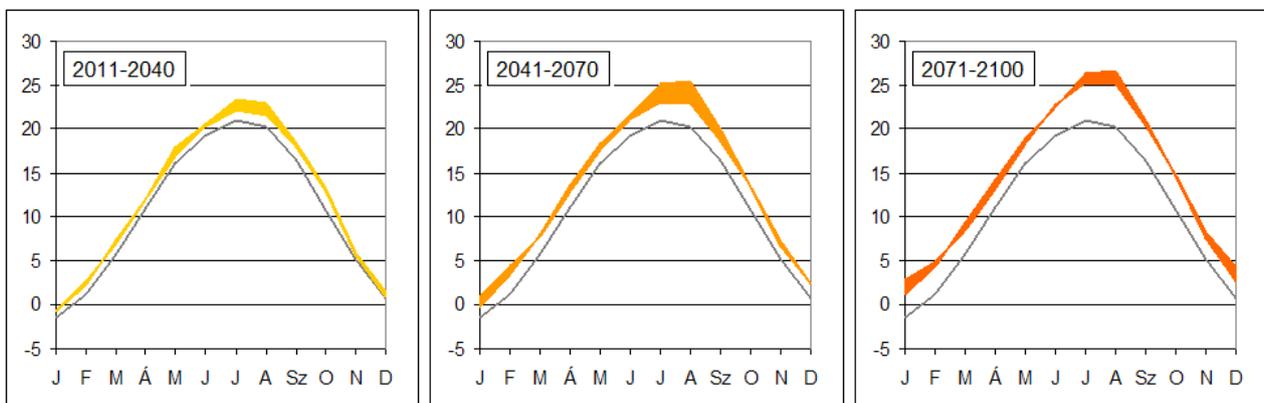


Slika 48. Točke mreže modela ALADIN-Climate (crne) i REMO (crvene) u okolini Nuklearne elektrane Paks (zeleno)

Odabrana buduća razdoblja su bila 2011–2040., 2041–2070. i 2071–2100. s obzirom na preporuku Svjetske meteorološke organizacije, prema kojoj se klima može interpretirati samo na dužoj, najmanje 30-godišnjoj vremenskoj skali. Modeli samo približno opisuju stvarne procese, stoga rezultati sadrže manje ili više greške. Kako bi se izbjegle sistematske pogreške, budući se rezultati ne ocjenjuju sami za sebe već u usporedbi s vlastitim referentnim vremenskim razdobljem modela od 1961. do 1990. godine - dakle određuju se promjene (mada greške modela neće obavezno biti konstantne u vremenu).

U simulaciji modela pored procesa koji formiraju prirodnu klimu uzima se u obzir i utjecaj ljudske djelatnosti. S obzirom da ne možemo unaprijed znati tijek toga procesa za cijelo XXI. stoljeće, postavljaju se razne hipoteze, tzv. scenariji koji predviđaju različite mogućnosti razvoja budućih antropogenih djelatnosti. Za modele se ljudski utjecaj brojčano izražava u obliku emisije ugljičnog dioksida, odnosno pojedini scenariji opisuju različiti (ali uvijek obavezno monotono rastući) razvojni proces koncentracije atmosferskog ugljičnog dioksida. Među scenarijima postoje optimistične, pesimistične i nijansirane varijante, modelski pokusi provedeni od strane OMSZ-a oslanjaju se na **prosječni scenarij (A1B)**. **Tijekom provedbe pokusa u modelske simulacije se ugrađuje koncentracija ugljičnog dioksida izmjerena u periodu do 2000. godine, a nakon tog razdoblja uzima se u obzir već spomenuti hipotetički scenarij. Najveći broj stručnjaka koji se bavi klimatskim modeliranjem za osnovu uzima razdoblje od 1961. do 1990. godine jer na taj način model pokazuje dovoljno signifikantni, veliki znak odstupanja za XXI. stoljeće.**

Tijekom XXI. stoljeća u okruženju Paksu se prema oba modela očekuje postepeno zatopljenje kako na razini godina, tako i po godišnjim dobima i mjesecima. To znači, što dalji 30-godišnji period promatramo, tim će biti izraženije povećanje mjesečnih, sezonskih (godišnje doba) i godišnjih srednjih temperatura. Prirodne razlike između godina će ostati, pa će i ubuduće biti mjeseci i godišnja doba hladniji od prosjeka.



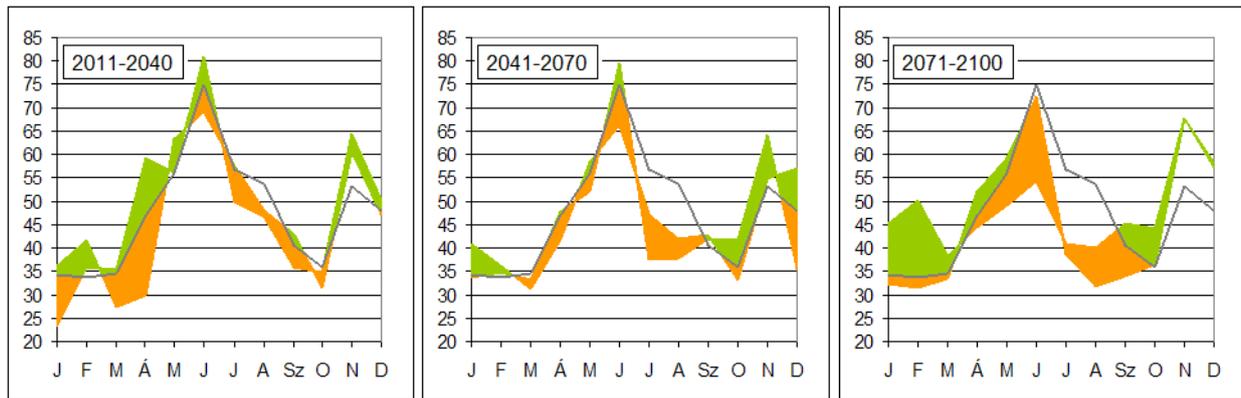
J – S; F – V; M – O; Á – T; M – S; J – L; J – S; A – K; Sz – R; O – L; N – S; D – P

Napomena:

U prikazu podataka koji se odnose na budućnost, promjene prognozirane modelima za zadani period dodali smo mjerjenjima iz perioda 1961-1990., zatim smo obojili područje između dvije godišnje linije dobivenih prema rezultatima dva modela.

Slika 49. Godišnji hod srednjih mjesečnih temperatura (°C) prema mjerjenjima iz perioda 1961-1990. (siva linija), odnosno očekivani godišnji hod na temelju dva modela (°C; obojeni pojasevi predstavljaju interval nesigurnosti) u području Paksu

U slučaju padalina u tijeku XXI. stoljeća, nasuprot temperaturi ne možemo govoriti o jednoznačnoj i linearnoj promjeni niti u tri predstojeća vremenska razdoblja niti u godišnjim dobima niti glede dva modela. Modeli se slažu u slaboj promjeni godišnjih padalina, ali važno je promatrati raspoređenost po godišnjim dobima gdje možemo primijetiti značajna odstupanja. Prema modelima jednoznačno je ljetno smanjenje, jesensko povećanje, a za proljetno i zimsko razdoblje su modeli nesigurni glede smjera promjena. Prema modelima promjene su jednoznačne: za svako godišnje doba, pa tako i na razini godine, za sva tri vremenska razdoblja na području Paksu. Veće promjene se prognoziraju bliže kraju stoljeća, odnosno za ljetni i jesenski period kada je i inače najniža atmosferska vlažnost.



J – S; F – V; M – O; Á – T; M – S; J – L; J – S; A – K; Sz – R; O – L; N – S; D – P

Napomena:

U prikazu podataka koji se odnose na budućnost, relativne promjene (s predznakom) prognozirane modelima za zadani period dodali smo mjerenjima iz perioda 1961-1990, zatim smo obojili područje između dvije godišnje linije dobivenih prema rezultatima dva modela. (zelenom bojom povećanje, žutom smanjenje).

Slika 50: Godišnji hod padalina (mm) prema mjerenjima iz perioda 1961-1990. godine (siva linija), odnosno očekivani godišnji hod na temelju dva modela (mm; obojeni pojasevi predstavljaju interval nesigurnosti) u području Paksu.

Glede brzine vjetra modeli ne prognoziraju velike, ili makar jednoznačne promjene, posebno ne na godišnjoj razini.

12 OČEKIVANI UTJECAJI PLANIRANOG PROŠIRENJA I OKOLIŠNIH UVJETA NA TEMPERATURU VODE DUNAVA, IZLOŽENOST POPLAVAMA, SIGURNOST CRPLJENJA RASHLADNE VODE I PROMJENE KORITA

Cilj obavljenih modelskih ispitivanja Dunava u okviru procjene utjecaja Paksu II na okoliš je da se odredi zahvaćenost područja Nuklearne elektrane Paksu u slučaju najnepovoljnijih ekstremnih okolnosti, iskažu morfodinamičke promjene Dunava uslijed utjecaja raznih hidroloških događaja, odnosno da se ispituju karakteristični parametri toplinskog mlaza u Dunavu zagrijane rashladne vode vraćene u Dunav.

Modeliranjem Dunava detaljno je ispitano i analizirano sljedeće:

- Jednodimenzijско (1D) modeliranje utjecaja ekstremnih prirodnih ili umjetnih okolnosti
 - izloženost lokacije poplavama
 - sigurnost crpljenja rashladne vode
- Dvodimenzijско (2D) modeliranje utjecaja ekstremnih događaja pri niskom i visokom vodostaju
- Promjene korita, morfodinamika
 - Jednodimenzijско (1D) modeliranje promicanja lebdećeg i kotrljajućeg taloga
 - Dvodimenzijско (2D) modeliranje morfodinamičkih procesa korita Dunava
- Trodimenzijско (3D) modeliranje utjecaja zagrijane rashladne - toplinskog mlaza vode puštene u Dunav
- Ispitivanje miješanja uslijed rada pročištača otpadnih voda u havarijskom stanju

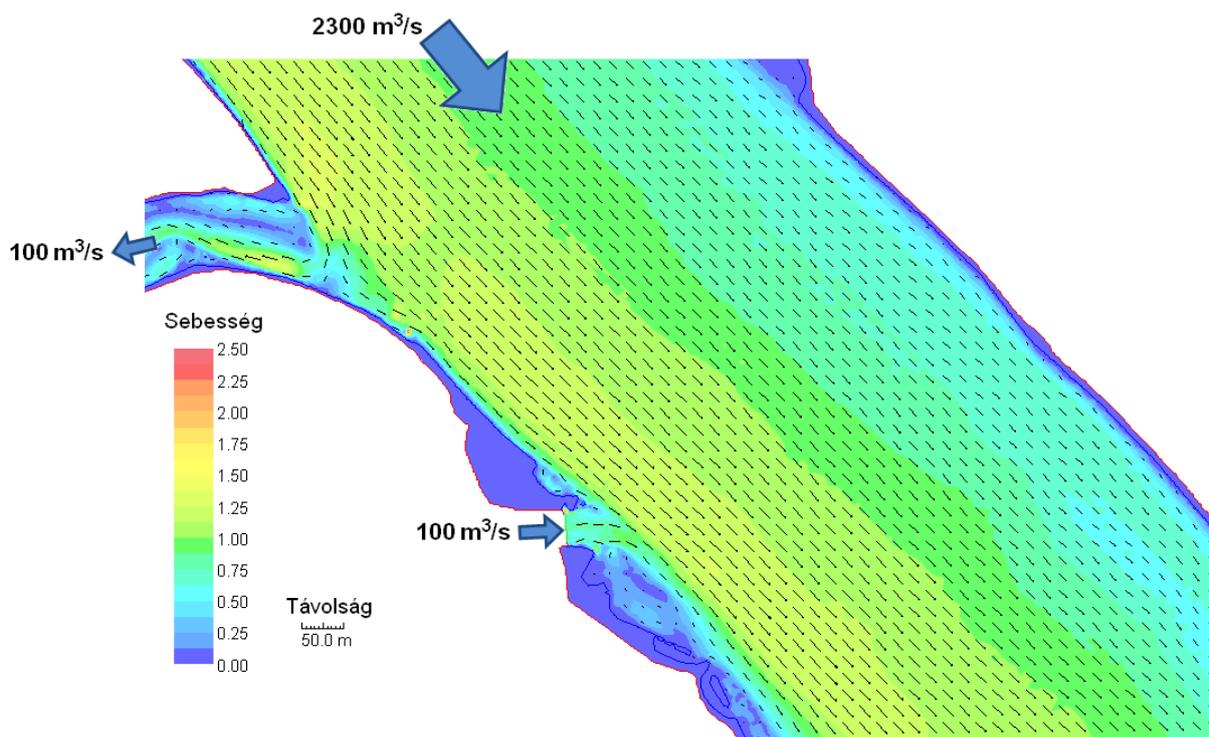
12.1 UTJECAJ IZGRADNJE PAKSA II NA DUNAV

Tijekom izgradnje Paksu II minimalni utjecaj na svojstva toka Dunava na desnoj obali imat će proširenje poprečnog presjeka hladnovodnog kanala na ušću, odnosno temelji planirane rekuperacijske elektrane na oko 200 metara uzvodno od postojećeg mjesta ispuštanja tople vode.

Za potvrdu gore iznijete pretpostavke u slijedećem potpoglavlju prikazat ćemo utjecaje na promjene rasporeda brzine toka, prikazom rezultata ispitivanja 2D hidrodinamičkim modeliranjem.

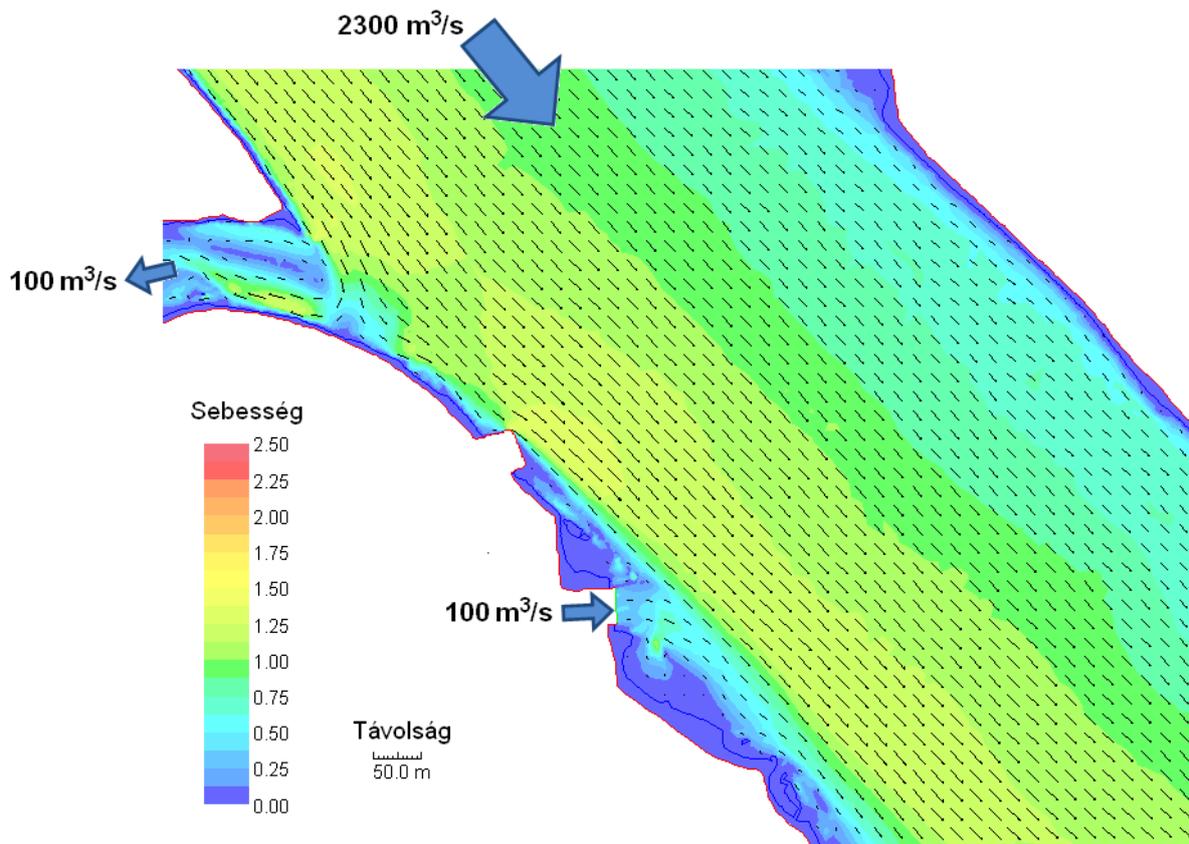
12.1.1 UTJECAJ IZGRADNJE PAKSA II NA PROSTOR TOKA DUNAVA I NA PROCESE PROMJENE KORITA

2D modelom toka kalibriranim prema postojećem stanju, odredili smo dubinski integrirani polje toka za vodni prostor Dunava - u okolici lokacije - za dugogodišnji srednji protok Dunava ($2.300 \text{ m}^3/\text{s}$), za slučaj Nuklearne elektrane Paks i za stanje tijekom izgradnje. Na temelju usporedbe dva brzinska polja može se ustanoviti da izgradnja Paksa II uzrokuje vrlo male promjene u toku Dunava (raspoređenost brzine, vodostaji). Stoga, zbog gore navedenih treba računati s minimalnim promjenama glede promjena korita i miješanja ispuštene tople vode tijekom realiziranja planiranog proširenja.



Slika 51. Računato brzinsko polje u okolici ušća toplovodnog i hladnovodnog kanala, u slučaju dugogodišnjeg srednjeg protoka Dunava od $2.300 \text{ m}^3/\text{s}$ i crpljenja rashladne vode $100 \text{ m}^3/\text{s}$ – Nuklearna elektrana Paks samostalno

Sebesség	Brzina
Távolság	Udaljenost



Slika 52. Računato brzinsko polje u okolini ušća toplovodnog i hladnovodnog kanala, u slučaju dugogodišnjeg srednjeg protoka Dunava od 2.300 m³/s i crpljenja rashladne vode 100 m³/s (Nuklearna elektrana Paks – stanje tijekom izgradnje Paks II)

Sebesség	Brzina
Távolság	Udaljenost

12.1.2 ISPUŠTANJE PROČIŠĆENIH KOMUNALNIH OTPADNIH VODA TIJEKOM IZGRADNJE

Maksimalna potreba za pitkom vodom javlja se tijekom započetog pogona prvog bloka i istovremene gradnje drugog bloka, čija maksimalna dnevna količina iznosi 646 m³/dan, a maksimalna količina nastale otpadne vode iznosi 95% od te količine, to jest 614 m³/dan.

Ukupni kapacitet postrojenja za pročišćavanje komunalnih otpadnih voda na području elektrane trenutno iznosi 1.870 m³/dan, od kojih sada radi pročištač s oznakom II, obnovljen 2012. godine, kapaciteta 1.200 m³/dan, a drugi trenutno služi kao rezerva. S obzirom da na području Nuklearne elektrane Paks dnevno nastaje oko 300 m³/dan komunalne otpadne vode (pogon Nuklearne elektrane Paks), sa sigurnošću nam stoji na raspolaganju ~1570 m³/dan slobodnog kapaciteta.

Uzimajući u obzir planirano proširenje, mjerodavna količina protoka komunalnih otpadnih voda koje treba pročititi je 1000 m³/dan na strani sigurnosti (300 + 614 = 914 m³/dan), koju količinu kapacitet (1200 m³/dan) postrojenja za pročišćavanje s oznakom II, obnovljenog 2012. godine, može samostalno osigurati.

Granične vrijednosti kvalitete vode recipijenta određene su Uredbom Ministarstva ruralnog razvoja broj 10/2010. (18.VIII.) o „graničnim vrijednostima onečišćenosti površinskih voda i njihovoj primjeni“ (Prilog 2: Granične vrijednosti kvalitete tekućih voda).

Kategorizaciju tipova vodnih tijela prema ekološkom stanju sadržava Državni Plan gospodarenja vodama (PGV) izrađen sukladno načelima Zajedničke usklađene uredbe Ministarstva zaštite okoliša i Ministarstva ruralnog razvoja broj 31/2004. (30.XII.) o „pojedinih pravilima o promatranju i ocjeni stanja površinskih voda“, Okvirno načelo voda (ONV) („Pomoćni materijal za 5. poglavlje državnog PGV, Fizičko-kemijske granične vrijednosti dobrog stanja površinskih vodnih tijela i sustav kvalificiranja“). Utvrđen je petostupanjski sustav ocjenjivanja fizičko-kemijskih komponenti (5. klasa: Odlično, 4. klasa: Dobro, 3. klasa: Umjereno, 2. klasa: Slabo, 1. klasa: Loše).

Mjerodavni protok otpadne vode – tijekom gradnje i istodobnog pogona – manji je od kapaciteta postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda (1870 m³/dan). S obzirom da je mjerodavna količina protoka otpadne vode u fazi izgradnje, ispitivanja miješanja izrađena su na bazi 1000 m³/dan s 2D transportnim modelom, za sljedeće slučajeve:

1.) *Ispitivanje miješanja vode postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda pri normalnom radu*

- neposredni recipijent je desna obala toplovodnog kanala na mjestu 0+050 riječnog kilometra (mjerodavno: pogon s 3 bloka, protok kanala 75 m³/s),
- posredni recipijent: desna obala Dunava na riječnom kilometru 1526+250,
- protok pročišćene otpadne vode: 1000 m³/dan,
- koncentracije komponenti pročišćenih onečišćivača: granična vrijednost prema vodopravnoj dozvoli za rad (Dél-dunántúli Környezetvédelmi Természettudományi és Vízügyi Felügyelőség - Inspekcija zaštite okoliša, prirode i voda Južnog Zadunavlja, broj rješenja 917-20/2009-9992).

1.1.) U slučaju ekstremno malog protoka Dunava (Q = 579 m³/s),

1.2.) U slučaju višegodišnjeg srednjeg protoka Dunava (Q = 2300 m³/s).

2.) *Ispitivanje miješanja uslijed rada pročistača otpadnih voda u havarijskom stanju*

- neposredni recipijent: desna obala Dunava na riječnom kilometru 1525+810,
- protok nepročišćene otpadne vode: 1000 m³/dan,
- koncentracije komponenti nepročišćenih onečišćivača: koncentracije sirove otpadne vode koje stižu u pročistač

2.1.) U slučaju ekstremno niskih protoka Dunava (Q = 579 m³/s),

2.2.) U slučaju višegodišnjeg srednjeg protoka Dunava (Q = 2300 m³/s).

Pri ispitivanju miješanja treba voditi računa o opteretivosti površinskog vodnog tijela recipijenta, u svezi čega informacije za kvalifikaciju daje veličina prostora na kojima se mijenja klasa kvalitete vode, kao područja utjecaja.

12.1.2.1 Sažetak utjecaja ispuštanja otpadnih voda na vodno tijelo Dunava

Na temelju rezultata ispitivanja miješanja može se utvrditi da je pri normalnom radu postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda povećanje koncentracije za red veličine manje od fizičko-kemijske granične vrijednosti (granica II klase, odnosno „dobre“ kvalitete ONV PGV) iz Uredbe Ministarstva ruralnog razvoja broj 10/2010. (18.VIII.) o „graničnim vrijednostima onečišćenosti površinskih voda i njihovoj primjeni“ (Prilog 2: Granične vrijednosti kvalitete tekućih voda), stoga u vodnom prostoru Dunava praktički nigdje ne uzrokuje pogoršanje klase kvalitete u vodnom tijelu Dunava, čak ni u slučaju ekstremno niskog protoka (koji se javlja svakih 20.000 godina, Q = 579 m³/s). Glede metala utjecaj je još slabiji. Područje utjecaja ograničava se na pojas ~20 m nizvodno i ~4 m poprečno od ulijevanja očišćenih otpadnih voda u toplovodni kanal. Utjecaj na vodno tijelo Dunava je zanemariv. Toplovodni kanal je obložen, stoga ne treba računati s neposrednim utjecajem na podzemne vode. Utjecaj ulijevanja otpadnih voda preko vodnog tijela Dunava na kvalitetu vode neposredno ispod površine je zanemariv.

U slučaju havarijskog opterećenja (direktno ulijevanje u Dunav, zaobilaženjem toplovodnog kanala), kada računamo s opterećenjem otpadnom vodom na desnoj obali Dunava kod 1525+810 riječnog kilometra, povećanje količine fizičko-kemijskih komponenti je takve veličine da možemo računati s promjenom klase kvalitete (manje pogoršanje kvalitete vode) na određenim dionicama vodnog tijela Dunava, područje utjecaja se ograničava nizvodno, na dužini od ~200 m i poprečno do ~10 m, u pojasu na desnoj obali Dunava u slučaju ekstremno niskog vodostaja. U slučaju prosječnog protoka Dunava područje utjecaja se smanjuje na manje od pola: ~80 m nizvodno i ~4 m poprečno. Eventualno nastupajuća havarijska stanja su povremena, sanacijom pročistača dolaze do izražaja normalna pogonska stanja, odnosno područje utjecaja se ograničava u toplovodnom kanalu na 50 metara nizvodno i ~8 m poprečno uz desnu obalu, te utjecaj na Dunav praktično prestaje.

12.1.2.2 Sažetak utjecaja ispuštanja otpadnih voda na izvorišta pitke vode

Najbliže mjestu ispuštanja pri normalnom pogonu (Dunav 1526+205 riječni kilometar, desna obala), na udaljenosti od 3.450 m je hidrogeološko zaštićeno područje izvorišta vode u mjestu Foktő-Baráka sa zalihom za 50 godina, čiji sjeverni rub dodiruje Dunav kod riječnog kilometra 1522,8. Na zaštićenim područjima korištenih ili perspektivnih izvorišta s obalnim procjeđivanjem, sa zalihom za 50 godina, zajedničkom uredbom Ministarstva zaštite okoliša i gospodarenja vodama,

Ministarstva zdravstva i Ministarstva poljoprivrede i ruralnoga razvoja broj 6/2009. (14.IV.) o „graničnim vrijednostima određenim za zaštitu geološke strukture i podzemnih voda od onečišćenja i o mjerenju onečišćavanja” određena je granična vrijednost „B“ za koncentraciju nitrata u vrijednosti od 25 mg/l (= 5,65 mg/l Nitrat-N), i za koncentraciju amonija 0,5 mg/l (= 0,39 Amonij-N). Prema proračunima, tijekom izgradnje, uslijed mjerodavnog ispuštanja otpadnih voda pri normalnom radu, povećanje koncentracije u vodnom tijelu Dunava nema očekivanih utjecaja na zahvaćena izvorišta.

U slučaju havarijskog opterećenja kada zbog zaobilazanja toplovodnog kanala računamo s opterećenjem otpadnom vodom na desnoj obali Dunava kod 1525+810 riječnog kilometra, utjecaj će biti mjerljiv (najosjetljivija komponenta u slučaju amonija je maksimalno povećanje vrijednosti koncentracije 0,04 mg/l koja je izvanredno niska, i pri srednjem protoku Dunava prosječno iznosi 0,02 mg/l), ali na zaštićenom području izvorišta u mjestu Foktő-Baráka sa zalihom za 50 godina koji se nalazi 3.010 metara nizvodno od mjesta ulijevanja, ne povećava pozadinsku koncentraciju amonija (i nitrata) Dunava iznad dozvoljene granične vrijednosti određene za zaštitu kvalitete vode. Utjecaj mlaza otpadne vode, zbog poprečnog spljoštavanja mlaza nestaje unutar ~20 metara. Nastupanje eventualnog havarijskog događaja je povremeno, njegov utjecaj se eliminira sanacijom pročistača, vrativši na taj način područje utjecaja normalnog rada i njegov umjereni utjecaj na porast koncentracije.

12.1.2.3 Monitoring kvalitete vode i otpadnih voda

I u vrijeme izgradnje i tijekom pogona novih postrojenja je važno konstantno praćenje ispuštanja otpadnih voda postojećeg pročistača elektrane, kao i kontrola parametara kvalitete pročišćenih otpadnih voda i graničnih vrijednosti emisija propisanih vodopravnom dozvolom za rad i važećim propisima, odnosno konstantni monitoring u skladu sa Planom gospodarenja vodama (PGV) izrađenog prema okvirnim načelima voda (ONV).

12.2 UTJECAJ POGONA PAKSA II NA DUNAV

12.2.1 MJERODAVNA POGONSKA STANJA

Modeliranje rada postojećih i planiranih novih blokova izradili smo za dolje navedena mjerodavna pogonska stanja.

Pogon Nuklearne elektrane Paks (2014-2025.)

Crpljenje rashladne vode preko postojećeg hladnovodnog kanala i povrat tople vode preko postojećeg toplovodnog kanala, $Q = 100 \text{ m}^3/\text{s}$

Tijekom zajedničkog pogona Nuklearne elektrane Paks i Paks II (2030-2032.)

Zahvaćanje rashladne vode u presjeku ušća na Dunavu i povrat tople vode u Dunav s jedne strane kroz postojećeg toplovodnog kanala, preko disipatora energije s maksimalnim protokom tople vode od $100 \text{ m}^3/\text{s}$, a s druge strane preko planiranog rekuperacijskog postrojenja 200 metara uzvodno, s maksimalnim protokom tople vode od $132 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q = 132+100 = 232 \text{ m}^3/\text{s}$.

U slučaju samostalnog pogona Paks II (2037-2085.)

Crpljenje rashladne vode i povrat tople vode, $Q = 132 \text{ m}^3/\text{s}$

12.2.2 OPIS OČEKIVANIH PROMJENA NA TEMELJU ANALIZE BRZINSKOG POLJA PROTOKA

Najveće zahvaćanje vode i vraćanje tople vode očekuje se u periodu od 2030. do 2032. godine s protokom od $232 \text{ m}^3/\text{s}$ ($100 \text{ m}^3/\text{s}$ za postojeća 4 bloka i $132 \text{ m}^3/\text{s}$ za 2 nova bloka)

Novo crpilište će se izgraditi na hladnovodnom kanalu čije korito će se proširiti, tako da nema neposrednog utjecaja na prostor toka i na korito Dunava, jedino će u maloj mjeri posredno utjecati korištenje pumpi crpilišta i dionice uvodnog dijela hladnovodnog kanala (zbog taloženja mulja, čišćenja korita). Ovaj posredni utjecaj, slično utjecaju postojeće elektrane, prostire se na beznačajnom prostoru i javlja se samo povremeno.

Odvodnju tople vode iz postojeća četiri bloka u Dunav vrši toplovodni kanal (rkm 1526+250, desna obala) preko postojećeg objekta za disipaciju energije.

Za odvodnju tople vode novih blokova izgradit će se nova dionica toplovodnog kanala, na čijem ušću u Dunav (Dunav, rkm 1526+450) izgradit će se rekuperacijsko postrojenje. Planirana izgradnja ušća toplovodnog kanala neposredno utječe na uvjete toka i lokalne izmjene korita Dunava.

Utjecaji se javljaju u lokalnim promjenama toka:

Novo mjesto ulijevanja tople vode uzrokuje podizanje razine vode na uzvodnom dijelu, neposredno ispod ušća hladnovodnog kanala, jer u priobalnom pojasu Dunava remeti strujanje koje je skoro paralelno s obalom. Između hladnovodnog kanala i novog mjesta ulijevanja toplovodnog kanala stvara se rasprostranjeni vir s okretajem u smjeru kazaljke na satu i još jedan u suprotnom smjeru, skoro vertikalne osi, koje se dinamički okreću te povremeno uzrokuju odvajanja virova u desnom priobalnom pojasu Dunava. Ispod mjesta ulijevanja tople vode nastaje rasprostranjeni vir s okretajem u smjeru kazaljke na satu koji potiskuje mlaz tople vode prema središnjoj liniji Dunava. I ovaj vir je dinamički, povremeno se odvajaju virovi koji sa strujanjem Dunava nastavljaju duž desne obale ili prema središnjoj liniji Dunava.

U središtu ovih rasprostranjenih virova strujanje je usporeno, što može uzrokovati taloženje lebdećih sedimentnih čestica, odnosno zamuljivanje mrtvih rukavaca.

Na području promjenjenog smjera strujanja predviđaju se manje izmjene položaja linije glavnog toka, matica (linija najbržeg toka) će se sa sadašnje linije blizu desne obale povući prema središnjoj liniji Dunava.

Navedeni utjecaji na promjene toka će se tijekom niskih i srednjih vodostaja Dunava javiti izrazitije, snažnije, a tijekom visokih vodostaja Dunava utjecaji će biti blaži, dominirat će glavni tok Dunava.

12.2.2.1 2D modelsko ispitivanje ekstremno niskih i visokih vodostaja na Dunavu

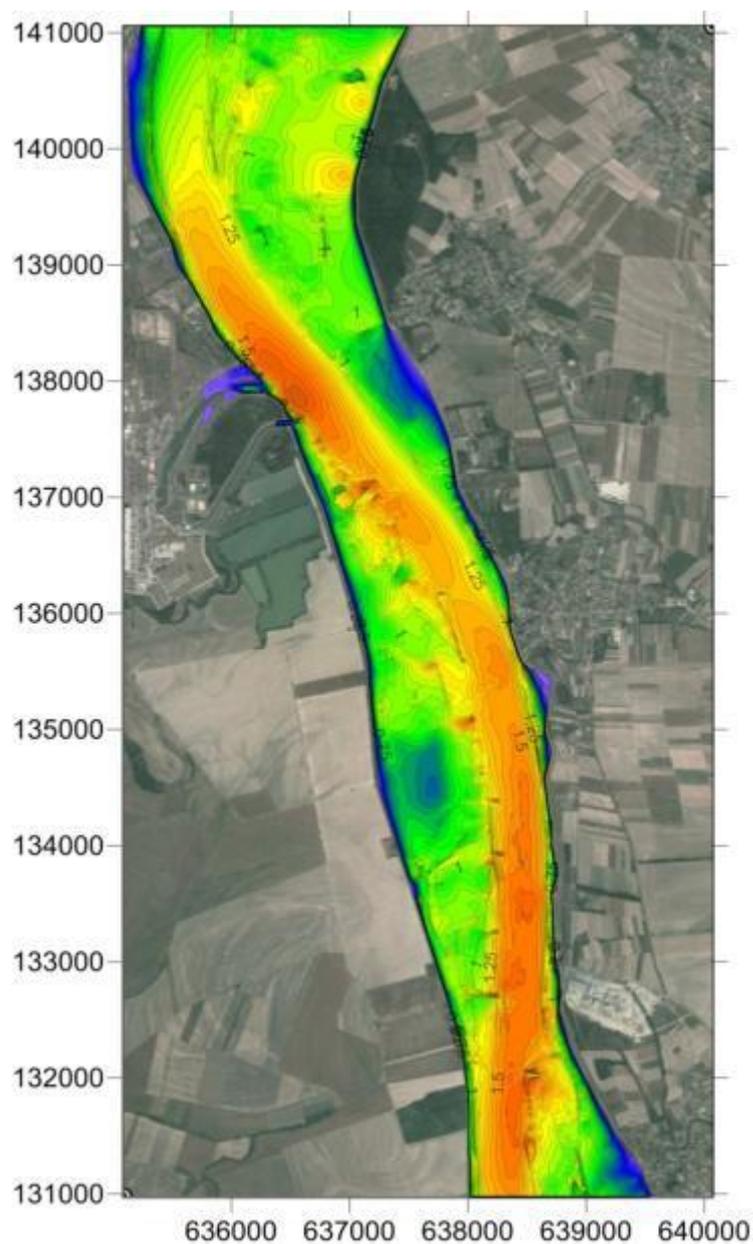
Modelska ispitivanja protoka u koritu Dunava za niske vodostaje i za poplave obavili smo hidrodinamičkim modelom Delft3D-Flow za uvjete tokova pri ekstremno niskim i visokim vodostajima – koji se javljaju samo jednom u 20.000 godina – na potezu korita Dunava od rkm 1500 do rkm 1530, tijekom mjerodavnog pogonskog stanja planiranog proširenja.

U ispitivano područje Dunava uključene su dionice uzvodno i nizvodno od lokacije postojeće i planirane elektrane.

REZULTATI 2D ISPITIVANJA PROTOKA PRI EKSTREMNO VISOKIM VODOSTAJIMA DUNAVA

Tijekom pogona Nuklearne elektrane Paks

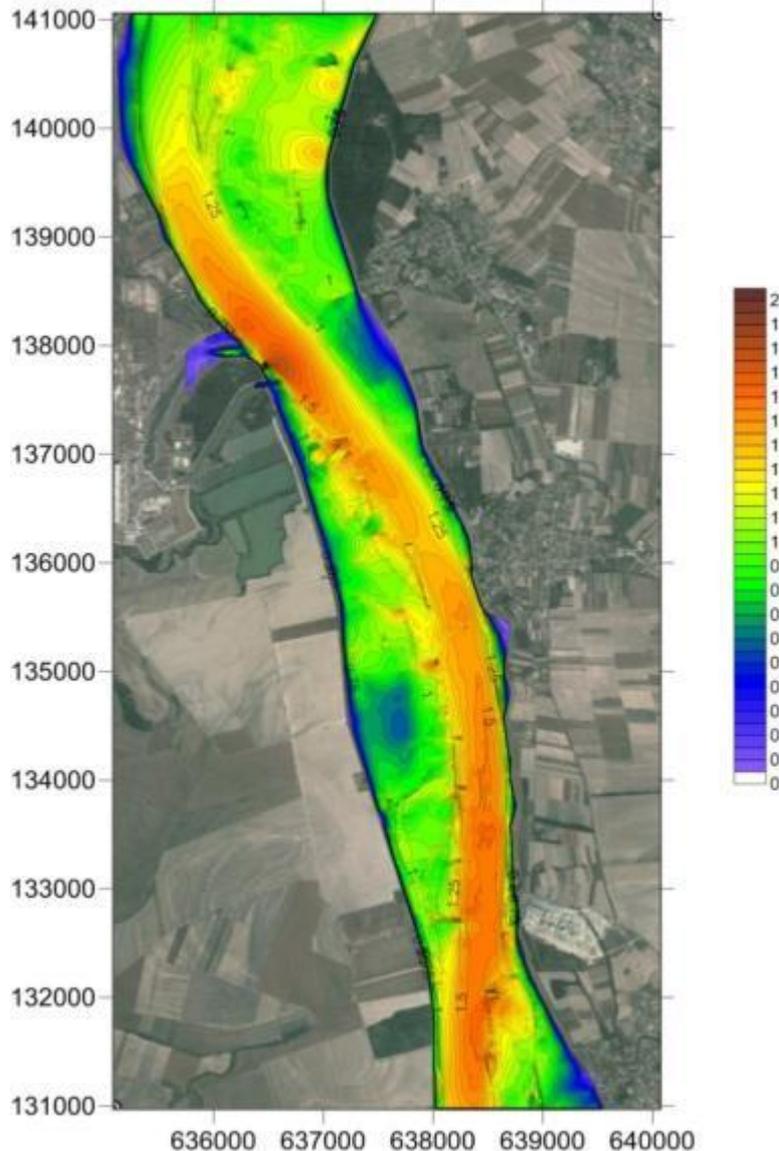
U slučaju ekstremno velikog permanentnog protoka dunavske vode, s učestalošću jednom u 20.000 godina, $Q_{\text{Dunav}}=14.799 \text{ m}^3/\text{s}$ i maksimalnog crpljenja rashladne vode od $100 \text{ m}^3/\text{s}$ i vraćanja preko disipatora energije.



Slika 53. Raspored apsolutnih brzina strujanja [m/s] na potezu Dunava od rkm 1519 do rkm 1530 – Nuklearna elektrana Paks, ekstremno visoki vodostaj ($Q_{20.000\text{godina}} = 14.799 \text{ m}^3/\text{s}$, crpljenje vode $100 \text{ m}^3/\text{s}$) – Nuklearna elektrana Paks samostalno – s koordinatama EOV (Jedinstveni državni projekcijski sustav Mađarske)

Zajednički pogon Nuklearne elektrane Paks i Paks II

U slučaju ekstremno velikog permanentnog protoka dunavske vode, s učestalošću jednom u 20.000 godina, $Q_{Dunav}=14.799 \text{ m}^3/\text{s}$ i maksimalnog crpljenja rashladne vode od $232 \text{ m}^3/\text{s}$. Vraćanje u Dunav preko disipatora energije na kraju toplovodnog kanala s maksimalnim protokom tople vode od $100 \text{ m}^3/\text{s}$, odnosno 200 metara uzvodno, preko planiranog rekuperacijskog objekta s maksimalnim protokom tople vode od $132 \text{ m}^3/\text{s}$.



Slika 54. Raspored apsolutne brzine strujanja [m/s] na potezu Dunava od rkm 1519 do rkm 1530 – mjerodavni normalni pogon, ekstremni protok vode ($Q_{20.000\text{godina}} = 14.799 \text{ m}^3/\text{s}$, crpljenje vode $100 \text{ m}^3/\text{s}$) – Nuklearna elektrana Paks zajedno s Paksom II – s koordinatama EOv

Poplave

Pri ispitivanju poplavnih događaja gornji (protok) granični uvjet (Dunav, rkm 1530) je poplavni val volumnog protoka s učestalošću jednom u 20.000 godina: $Q=14.799 \text{ m}^3/\text{s}$ (vršni protok). Najniži vodostaj kao granični uvjet (Dunav, rkm 1500) u proračunima je 81.55 m n.v.B. (nadmorska visina iznad Baltičkog mora)

U modelskim proračunima, na strani sigurnosti pretpostavili smo da će se u budućnosti povećati sadašnji nasipi na Dunavu za zaštitu od poplava, odnosno da će se mjerama obrane protiv poplava moći zadržati vodena masa unutar nasipa.

Na temelju modelskih proračuna, u vrijeme ekstremne poplave (s učestalošću jednom u 20.000 godina), u najnepovoljnijim uvjetima vršni vodostaj Dunava je na razini 96,90 m n.v.B. u blizini postojeće i planirane lokacije. Ako pri ovom vodostaju

popusti nasip na desnoj strani Dunava ili ako se ošteti zaštitna brana hladnovodnog ili toplovodnog kanala, može nastati poplavno područje prikazano na donjoj slici.

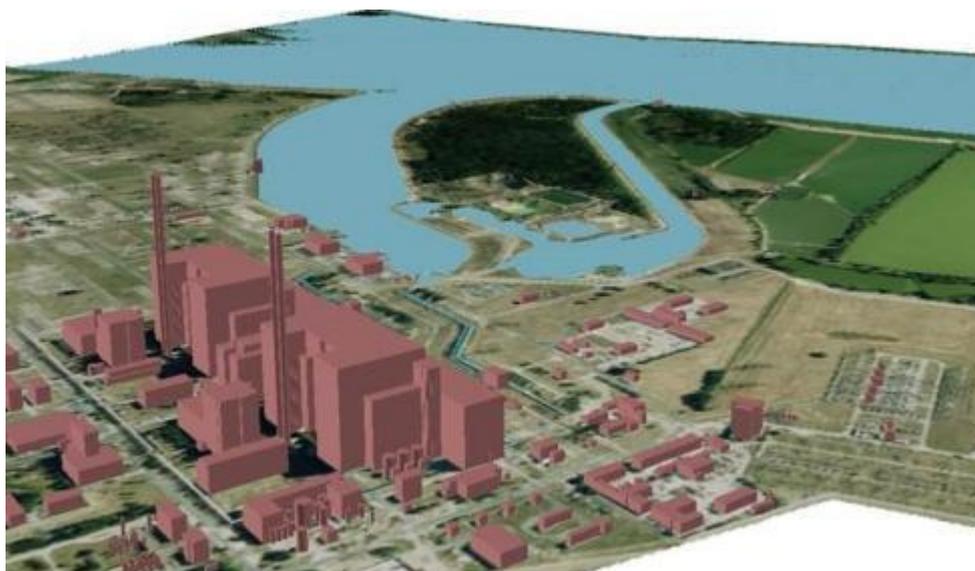
Može se vidjeti da ni ovo stanje ne predstavlja opasnost od statičke poplave ni za postojeće niti za planirano pogonsko područje na razini terena 97,00 m n.v.B., ali ako iz nekog razloga valovi postaju intenzivni, mogu generirati opasna stanja ukoliko na površini ili preko tunela infrastrukture dopire do osjetljive objekte. Iz tog razloga je preporučljivo postavljanje aktivne obrane (parapetni zid i sl.) oko takvih objekata, a u slučaju planiranog proširenja i izgraditi.



Slika 55. Prikaz statičke poplave u slučaju vodostaja Dunava na 96,90 n.v.B.

Gornji ekstremni slučaj treba smatrati havarijom, s obzirom da na dotičnom dijelu Dunava ni na lijevoj niti na desnoj obali ne možemo računati s investicijom u svrhu podizanja visine nasipa ili krune brana, jer mjerodavne (1%, odnosno s učestalošću jednom u 100 godina) razine poplava ne dosežu razinu kruna brana.

Iz ispitivanja jednodimenzijskih modela poplavne havarije vidi se da i bez povećanja brana u slučaju ekstremnog poplavnog vala – koji ostaje unutar brana - iz smjera Požuna (Bratislava), uzimajući u obzir klizišta i odrone obala, maksimalna razina vode Dunava u blizini lokacije neće preći razinu 96,30 m n.v.B. Iz tog razloga oko lokacije eventualno (npr. uslijed oštećenja zaštitnog nasipa) može se pojaviti poplava razine 96,30 m n.v.B. koju prikazuje sljedeća slika.



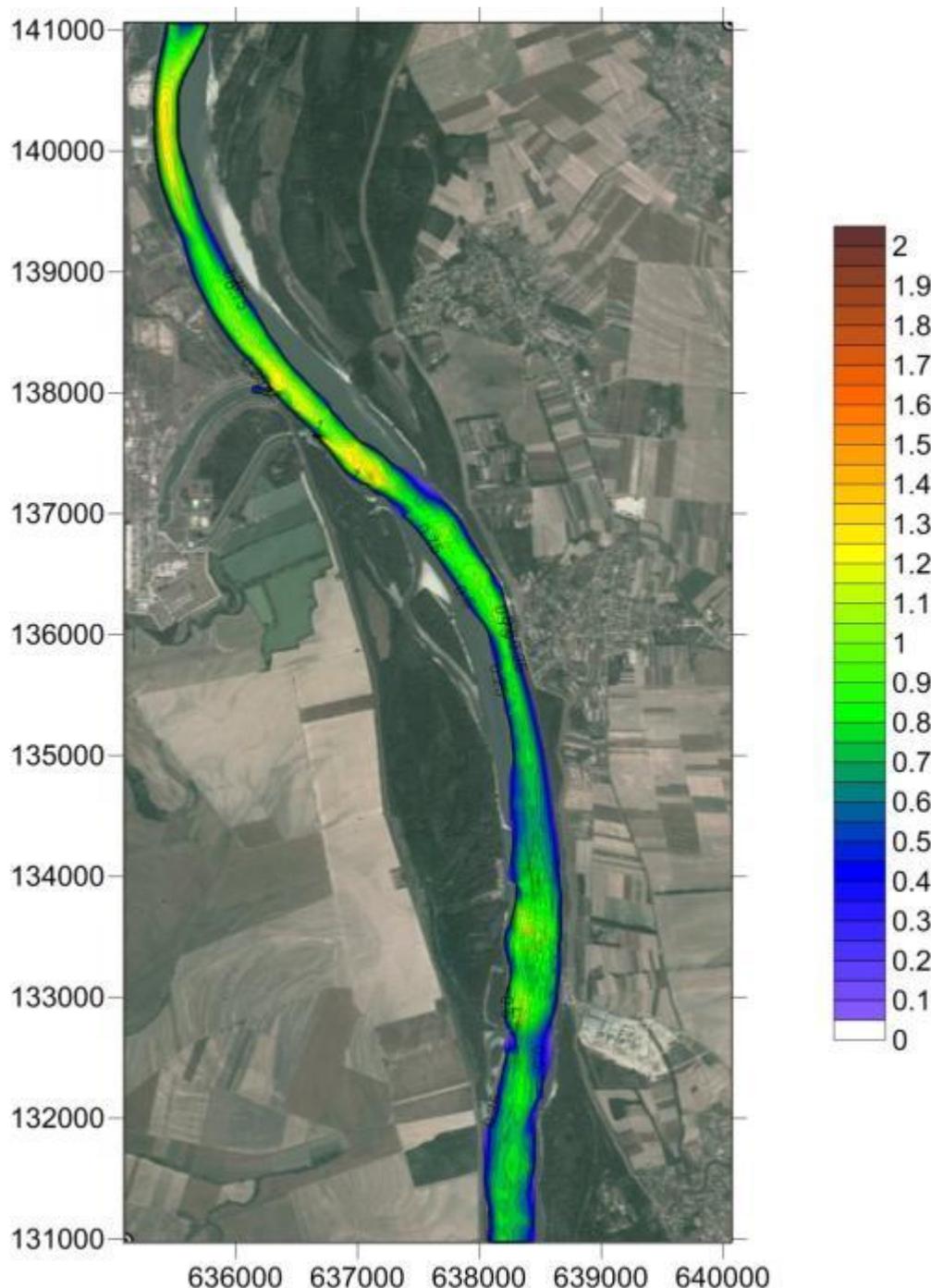
Slika 56. Prikaz statičke poplave uslijed vodostaja Dunava na 96,30 m n.v.B.

REZULTATI 2D ISPITIVANJA PROTOKA PRI EKSTREMNO NISKIM VODOSTAJIMA DUNAVA

Pri ispitivanju događaja u slučaju ekstremno niskih vodostaja gornji (protok) granični uvjet (Dunav, rkm 1530) je mjerodavni volumni protok $Q=579 \text{ m}^3/\text{s}$ (u permanentnom stanju) s učestalošću jednom u 20.000 godina.

Pogon Nuklearne elektrane Paks

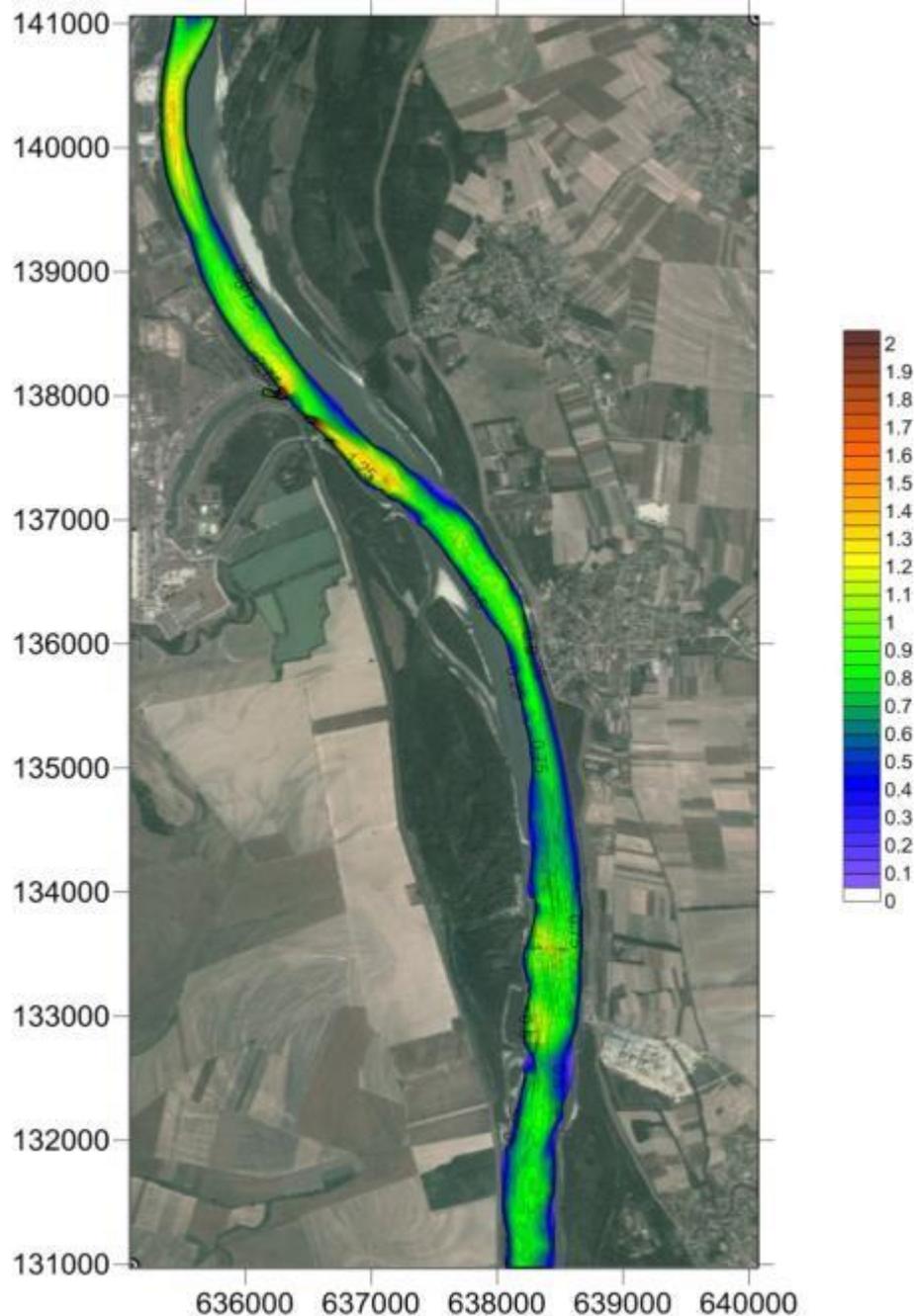
U slučaju ekstremno malog permanentnog protoka dunavske vode, s učestalošću jednom u 20.000 godina, $Q_{\text{Dunav}} = 579 \text{ m}^3/\text{s}$ i maksimalnog crpljenja rashladne vode od $100 \text{ m}^3/\text{s}$ (preko postojećeg hladnovodnog kanala) i vraćanja preko disipatora energije.



Slika 57. Raspored apsolutnih brzina strujanja [m/s] na potezu Dunava od rkm 1519 do rkm 1530 – Nuklearna elektrana Paks samostalno, ekstremno nizak vodostaj ($Q_{20.000\text{godina}} = 579 \text{ m}^3/\text{s}$, crpljenje vode $100 \text{ m}^3/\text{s}$) s koordinatama EO

Nuklearna elektrana Paks i Paks II zajedno

U slučaju ekstremno malog, permanentnog protoka dunavske vode, s učestalošću jednom u 20.000 godina, $Q_{Duna} = 579 \text{ m}^3/\text{s}$ i maksimalnog crpljenja rashladne vode od $232 \text{ m}^3/\text{s}$ (preko dunavskog ušća planiranog proširenja postojećeg hladnovodnog kanala). Vraćanje u Dunav: s jedne strane kroz postojeći toplovodni kanal, preko disipatora energije (ulijevanjem na desnoj obali) s maksimalnim protokom tople vode od $100 \text{ m}^3/\text{s}$, s druge strane, 200 metara uzvodno, preko planiranog rekuperacijskog objekta ulijevanjem na desnoj obali Dunava, s maksimalnim protokom tople vode od $132 \text{ m}^3/\text{s}$.



Slika 58. Raspored apsolutnih brzina strujanja [m/s] na potezu Dunava od rkm 1519 do rkm 1530 – mjerodavno pogonsko stanje - ekstremno nizak vodostaj ($Q_{20.000\text{godina}} = 579 \text{ m}^3/\text{s}$, crpljenje vode $232 \text{ m}^3/\text{s}$) – Nuklearna elektrana Paks i Paks II zajedno – s koordinatama EOV

12.2.2 Sažeto ocjenjivanje 2D hidrodinamičkih utjecaja događaja pri ekstremno niskim i visokim vodostajima (Dunav, od rkm 1500 do rkm 1530)

- U osnovnom stanju (sadašnje stanje) poplavni valovi s učestalošću jednom u 20.000 godina uzrokovat će probleme zbog prelijevanja na desnoj obali Dunava gdje je kruna nasipa za zaštitu od poplava za oko 0,5 m niža. Ovaj utjecaj se ne može spriječiti ni zečjim nasipima s obzirom na postojeće visine krune.
- Kod elektrane, ekstremni poplavni vodostaji ostaju ispod razine terena (97 m n.v.B.) postojeće i planirane lokacije i u slučaju povećanja visine nasipa u budućnosti.
- Ako pretpostavimo popuštanje nasipa na lijevoj obali – što se može desiti prirodnim putem ili odlukom u kriznoj situaciji, visina utjecaja poplave ostaje ispod 20 cm na uzvodnom rubu ispitanog područja -, u ovom slučaju poplavni val prolazi ispod razine terena postojeće i projektne lokacije.
- Planirano povećanje količine crpljenja rashladne vode – realizacijom proširenja – pri ekstremno niskom vodostaju uzrokuje smanjenje razine vode za manje od 12 cm, u slučaju visokog vodostaja utjecaj ostaje ispod 3 cm.
- Klizišna verzija iznad hladnovodnog kanala ima utjecaj dizanja razine vode. Na dionici nizvodno od klizišta, zbog ubrzanog kretanja vode u suženom presjeku smanjuje se razina vode.
- Uslijed klizišta koje sužava presjek glavnog korita, razina vode će se povećati odnosno smanjiti (uzvodno, odnosno nizvodno od klizišta) kako u slučaju niskog, tako i u slučaju visokog vodostaja. Povećanje razine vode pri niskom i visokom vodostaju može doseći 5, odnosno 3 cm.

12.2.3 ISPITIVANJE OČEKIVANIH UTJECAJA PLANIRANOG PROŠIRENJA NA PROMJENE U KORITU DUNAVA

Trend u promjenama korita Dunava pri srednjem vodostaju kod Paksu u prošlim desetljećima odredili su događaji u tom periodu (prvenstveno industrijsko jaružanje, regulacija niske i srednje vode Dunava, smanjenje obima pristiglog taloga). Trend smanjenja godišnjih niskih i srednjih vodostaja Dunava treba tretirati kao buduća okolnost, stoga taj utjecaj treba odvojiti od očekivanih utjecaja lokalnih promjena korita prouzročenih planiranim proširenjem.

12.2.3.1 Ispitivanje lokalnih morfodinamičkih utjecaja

Očekivane promjene korita Dunava u mjerodavnim pogonskim stanjima ispitivali smo primjenom dvodimenzionalnog (2D) morfodinamičkog modela (Delft3D-Flow).

Na temelju rezultata modelskih ispitivanja možemo utvrditi da glavni utjecaj na morfodinamičke promjene ima višegodišnji srednji protok Dunava, poplavni valovi kraćeg trajanja remete stanje samo u manjoj mjeri.

Hidrološka vremenska razdoblja (ovisno o ukupnoj količini padalina na slivnom području Dunava):

- period s prosječnim protokom u koritu (1 - 5 godina) – protok Dunava: $Q = 2.300 \text{ m}^3/\text{s}$
- hidrološko razdoblje sa značajnim padalinama: (1 - 5 godina) – protok Dunava: $Q = 3.000 \text{ m}^3/\text{s}$

12.2.3.2 Promjena matice (linija najbržeg toka) Dunava

Tijekom pogona Nuklearne elektrane Paks (2014-2025.)

U sadašnjem stanju toka Dunava u okolišu lokacije, matica se nalazi blizu desne obale glavnog korita Dunava. Njen položaj se može mijenjati u manjoj mjeri, u ovisnosti o količini protoka Dunava.

U slučaju zajedničkog pogona Nuklearne elektrane Paks i Paks II (2030-2032.)

U odnosu na sadašnji položaj matica će se pomjeriti prema središnjoj liniji Dunava za najviše 25 metara, ali i dalje će ostati bliže desnoj obali. U slučaju višegodišnjeg srednjeg protoka Dunava ($2.300 \text{ m}^3/\text{s}$) bivša i nova matica će se međusobno razlikovati na duljini od oko 1000 metara. Dakle, područje utjecaja u okolici lokacije je desni priobalni pojas širine oko 150 metara, na dužini od 1000 metara, mjereno u smjeru toka Dunava.

Tijekom samostalnog pogona Paks II (2037-2085.)

Matica će od sadašnjeg položaja matice odstupati na dužini od svega 500 metara, s maksimalnim odstupanjem također za 25 metara. Dakle, u slučaju višegodišnjeg srednjeg protoka Dunava (2.300 m³/s) područje utjecaja u okolici lokacije je desni priobalni pojas širine oko 150 metara, na dužini od 500 metara, mjereno u smjeru toka Dunava.



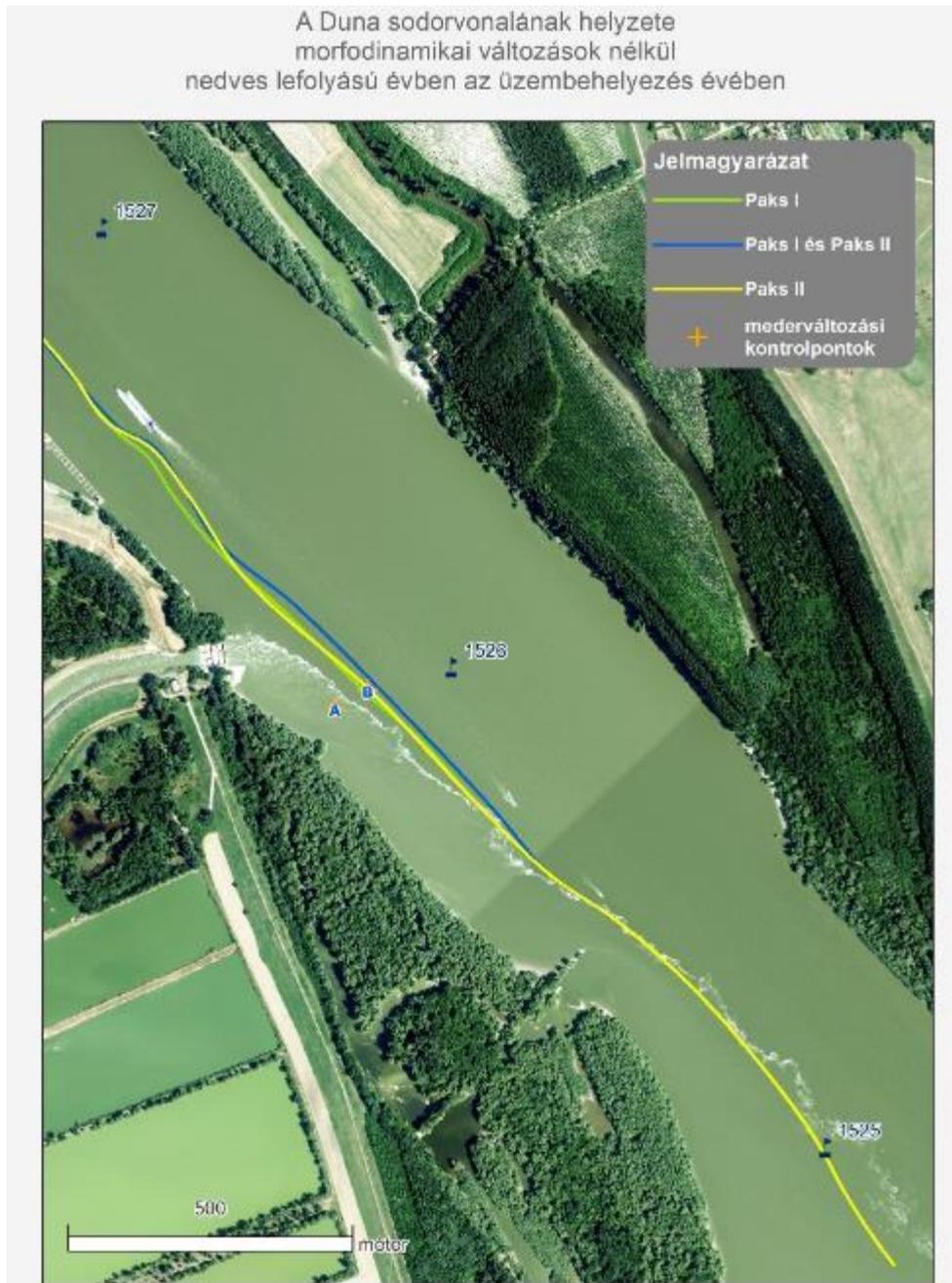
Slika 59. Računane promjene matice u slučaju protoka od 2.300 m³/s (prosječna hidrološka godina) u tri pogonska razdoblja: Nuklearna elektrana Paks samostalno, Nuklearna elektrana Paks i Paks II zajedno, Paks II samostalno

A Duna sodorvonalának helyzete morfordinamikai változások nélkül átlagos lefolyású évben az üzembehelyezés évében
- **Položaj matice Dunava bez morfordinamičkih promjena u prosječnoj godini, u godini puštanja u pogon**

Jelmagyarázat - **Objašnjenje znakova**

Paks I és Paks II – **Paks I i Paks II**; Mederváltozási kontrollpontok - **Kontrolne točke promjene korita**

U kišnoj hidrološkoj godini, godišnji prosječni protok Dunava je 3.000 m³/s (1,3 puta veće od višegodišnjeg prosjeka protoka vode). U ovom slučaju uzdužno područje utjecaja se u maloj mjeri, za oko 10% povećava (1.100 m), dok se pomicanje matice prema središnjoj liniji Dunava smanjuje za oko 10% (22 m).



Slika 60: Računane promjene glavnih tokova u slučaju protoka od 3 000 m³/s (kišna hidrološka godina) u tri pogonska razdoblja: Nuklearna elektrana Paks samostalno, Nuklearna elektrana Paks i Paks II zajedno, Paks II samostalno

A Duna sodorvonalának helyzete morfordinamikai változások nélkül nedves lefolyású évben az üzembehelyezés évében
- Položaj matice Dunava bez morfordinamičkih promjena u kišnoj godini, u godini puštanja u pogon

Jelmagyarázat	Objašnjenje znakova
Paks I és Paks II	Paks I i Paks II
Mederváltozási kontrollpontok	Kontrolne točke promjene korita

Promjene u brzinama protoka, pa tako i premještanje matice najizraženije su u početnom periodu, nakon promijenjenih mjerodavnih pogonskih stanja. S vremenom, promjenama u koritu smanjuju se anomalije u protoku i za oko 5 godina korito će se prilagoditi promijenjenim stanjima protoka (popunjava se, odnosno produbljuje se), promjena korita se umiruje, odnosno prestaju daljnje promjene korita.

12.2.3.3 Očekivane lokalne promjene korita Dunava uslijed utjecaja planiranog proširenja

Promjene korita računanih za 5 godina pogona prikazujemo na sljedećim slikama. Na prikazima obojena polja promjene korita smo učinili prozirnim i položili smo ih na ortofotografije snimljenih iz zraka 22. lipnja 2013. godine. U vrijeme snimanja iz zraka izmjereni protok Dunava (mjerna letva u mjestu Dombori) dana 22.07.2013. bio je ~2.000 m³/s, a proračune smo izradili za dugogodišnji prosjek protoka od 2.300 m³/s.

POGON NUKLEARNE ELEKTRANE PAKS (2014-2025.)

Protok Dunava: $Q_{\text{Dunav}} = 2.300 \text{ m}^3/\text{s}$ (prosječni), crpljenje rashladne vode: $Q = 100 \text{ m}^3/\text{s}$

Na sljedećoj slici (slika 61.) se vidi da granica promjene korita nastalih uz mlaz tople vode nalazi se na sjevernom rubu disipatora energije, odvaja se s objekta za usmjeravanje („mala mamuza“), te nastavlja uz dunavsku vodu zapjenjenu uslijed niza virova u protočnom prostoru.



Slika 61. Računane promjene korita Dunava nakon 5 godina pogona, pri protoku od $2.300 \text{ m}^3/\text{s}$ (prosječna hidrološka godina) i crpljenju rashladne vode $100 \text{ m}^3/\text{s}$ – samostalni rad Nuklearne elektrane Paks (2014-2025.)

Számított mederváltozás Paks I üzemelésekor átlagos lefolyású évben öt éves üzemidő után	Računana promjena korita tijekom pogona Paks I u prosječnoj godini nakon petogodišnjeg rada
Jelmagyarázat	Objašnjenje znakova

U slučaju promjene korita računanih za godinu vlažniju od prosjeka maksimalna vrijednost lokalnih produbljenja je manja od 40 cm, a popunjavanje je manje od 80 cm.

MJERODAVNI ZAJEDNIČKI RAD NUKLEARNE ELEKTRANE PAKS I PAKS II (2030-2032.)

Protok Dunava: $Q_{Dunav} = 2.300 \text{ m}^3/\text{s}$ (prosječni), crpljenje rashladne vode: $Q = 100 \text{ m}^3/\text{s} + 132 \text{ m}^3/\text{s} = 232 \text{ m}^3/\text{s}$

Promjene korita tijekom 5-godišnjeg zajedničkog rada Nuklearne elektrane Paks i Paks II pokazuju produbljenje od 10 cm u odnosu na promjene korita uslijed utjecaja Nuklearne elektrane Paks na području postojećeg toplinskog mlaza u Dunavu, predviđa se produbljenje korita za 40 cm na potezu dužine 200 metara između planiranog novog i postojećeg ispuštanja tople vode, duž toplinskog mlaza. Između toplinskog mlaza i obale očekuje se minimalno popunjavanje. Lokalni utjecaji kod rkm 1525+500 Dunava (poprečna brana, objekt izgrađen na desnoj obali Dunava koji se proteže u protočni prostor) jedva su osjetni.



Slika 62. Računane promjene korita Dunava nakon 5 godina pogona pri protoku od 2.300 m³/s (prosječna hidrološka godina) i crpljenju rashladne vode 100 m³/s (stanje između 2030. i 2032.) – zajednički rad Nuklearne elektrane Paks i Paks II (2030-2032.)

Számított mederváltozás Paks I és Paks II együttes üzemelésekor átlagos lefolyású évben öt éves üzemidő után	Računana promjena korita tijekom zajedničkog pogona Paks I i Paks II u prosječnoj godini nakon petogodišnjeg rada
Jelmagyarázat	Objašnjenje znakova

MJERODAVNI SAMOSTALNI POGON PAKSA II (2037-2085.)

Protok Dunava: $Q_{Dunav} = 2.300 \text{ m}^3/\text{s}$ (prosječni), crpljenje rashladne vode: $Q = 132 \text{ m}^3/\text{s}$

Promjene korita za 5 godišnji samostalni rad Paks II u odnosu na promjene korita uslijed utjecaja Nuklearne elektrane Paks pokazuju produbljenje od 5 cm na području postojećeg mlaza tople vode u Dunavu. Predviđa se daljnje produbljenje korita za 10 cm na potezu dužine 200 metara između planiranog novog i postojećeg mjesta ispuštanja tople vode duž mlaza tople vode – naime zbog prestanka donjeg mlaza prestaje i njegov utjecaj na podizanje razine. Između mlaza i obale očekuje se minimalno popunjavanje. Lokalni utjecaji nizvodno od rkm 1525 Dunava postat će zanemarivi.



Slika 63. Računane promjene korita Dunava nakon 5 godina pogona pri protoku od $2.300 \text{ m}^3/\text{s}$ (prosječna hidrološka godina) i crpljenju rashladne vode $100 \text{ m}^3/\text{s}$ (stanje između 2037. i 2085. godine) – Paks II samostalno (2037-2085.)

Számított mederváltozás Paks II üzemelésekor átlagos lefolyású évből öt éves üzemidő után	Računana promjena korita tijekom pogona Paks II u prosječnoj godini nakon petogodišnjeg rada
Jelmagyarázat	Objašnjenje znakova

12.2.3.4 Sažeti rezultati ispitivanja lokalnih promjena korita

Prema rezultatima ispitivanja korita može se ustanoviti da nakon petogodišnjeg rada – kada se stanje dna korita gotovo konsolidira:

- Glavni uzročnik promjena dna je višegodišnji prosječni protok Dunava, poplavni valovi kraćeg trajanja imaju utjecaj samo u manjoj mjeri.
- Tijekom znatno kišovitijih pogonskih godina (3.000 m³/s) promjene korita se malo povećavaju u odnosu na utjecaj dugogodišnjeg prosječnog toka (2.300 m³/s) Dunava.
- Vrijednost lokalnih popunjavanja je bila najviše 80 cm, dok vrijednost lokalnih produbljenja iznosi najviše 40 cm. Njihova teritorijalna rasprostranjenost nije značajna.
- Razlika u promjeni korita uslijed samostalnog rada Nuklearne elektrane Paks (2014-2025.), odnosno samostalnog rada Paks II. (2037-2085.) je minimalna.
- Tijekom zajedničkog rada Nuklearne elektrane Paks i Paks II. (2030-2032.) pojavljuju se primjetne razlike promjene korita u odnosu na samostalne pogone. Ovaj utjecaj se, međutim, u roku od 2 godine smanjuje, naime zbog prestanka rada blokova Nuklearne elektrane Paks prema dinamičkom planu produljenja radnog vijeka, crpljenje i ispuštanje vode smanjuje se za 25 m³/s po bloku, te do 2037. godine dostiže vrijednost iz perioda samostalnog rada Paks II.

Mjerodavna pogonska stanja planiranog proširenja (Paks II)	Određivanje morfodinamičkog i protočnog prostornog utjecaja u koritu Dunava u slučaju ostvarenja planiranog proširenja, u odnosu na osnovno stanje	
	Dužina područja utjecaja u smjeru glavnog toka Dunava [Dunav, rkm], [m]	Širina područja utjecaja od desne obale Dunava duž poprečnog presjeka [m]
Nuklearna elektrana Paks i Paks II zajedno (232 m ³ /s)	od rkm 1525+500 do rkm 1527+000 (1500 m)	maksimalno 300 m
Paks II. samostalno (132 m ³ /s)	od rkm 1526+000 do rkm 1527+000 (1000 m)	maksimalno 200 m

Tablica 36. Određivanje morfodinamičkog i protočnog područja utjecaja u odnosu na postojeće stanje

12.2.4 POVRAT ZAGRIJANE RASHLADNE VODE U DUNAV

Povrat zagrijane tehnološke vode planiranih novih blokova bit će na desnoj obali profila Dunava kod rkm 1526+450, uzvodno od sadašnjeg mjesta ispuštanja, na ~200 metara od postojećeg toplovodnog kanala, preko rekuperacijskog postrojenja u novoj točki ulijevanja koja će se izgraditi na sjeveru.

Dinamički plan rada Nuklearne elektrane Paks i planiranog proširenja smo saželi u sljedećoj tablici.

Vremenska razdoblja [godine]	Maksimalni protok tople vode [m ³ /s]	Broj blokova u pogonu [kom]	Mjerodavni termini [godina]	Procijenjena najviša godišnja temperatura Dunava [°C]
2014. (Sadašnjost)	100	Postojeća 4 bloka Nuklearne elektrane Paks	2014. godina	25,61 [°C]
od 2014. do 2025.	100	Postojeća 4 bloka Nuklearne elektrane Paks		
od 2025. do 2030.	166	Postojeća 4 bloka Nuklearne elektrane Paks+ 1 novi blok		
od 2030. do 2032.	232	Postojeća 4 bloka Nuklearne elektrane Paks + 2 nova bloka	2032. godina	26,38 [°C]
od 2032. do 2034.	207	Postojeća 3 bloka Nuklearne elektrane Paks + 2 nova bloka		
od 2034. do 2036.	182	Postojeća 2 bloka Nuklearne elektrane Paks + 2 nova bloka		
od 2036. do 2037.	157	Postojeći 1 blok Nuklearne elektrane Paks + 2 nova bloka		
od 2037. do 2085.	132	2 nova bloka	2085. godina	28,64 [°C]
od 2085. do 2090.	66	1 novi blok		
od 2090.	0	-		

Tablica 37. Vrijednosti ispuštanja (Q m³/s) u slučaju ostvarenja planiranog proširenja, pri najvećoj očekivanoj godišnjoj temperaturi Dunava (T_{Dunav}, °C) u mjerodavnim pogonskim terminima

U mjerodavnim terminima (2014, 2032 i 2085) po pesimističnijem klimatskom scenariju (DMI-B2 PRODUCE: zagrijavanje Zemlje između 2000. i 2100. godine iznosi 1,8 °C), očekivano trajanje najvišeg prekoračenja za mjerodavnu Dunavsku pozadinsku temperaturu vode je svega 1 dan/godina u opsegu protoka Dunava ispod 1500 m³/s.

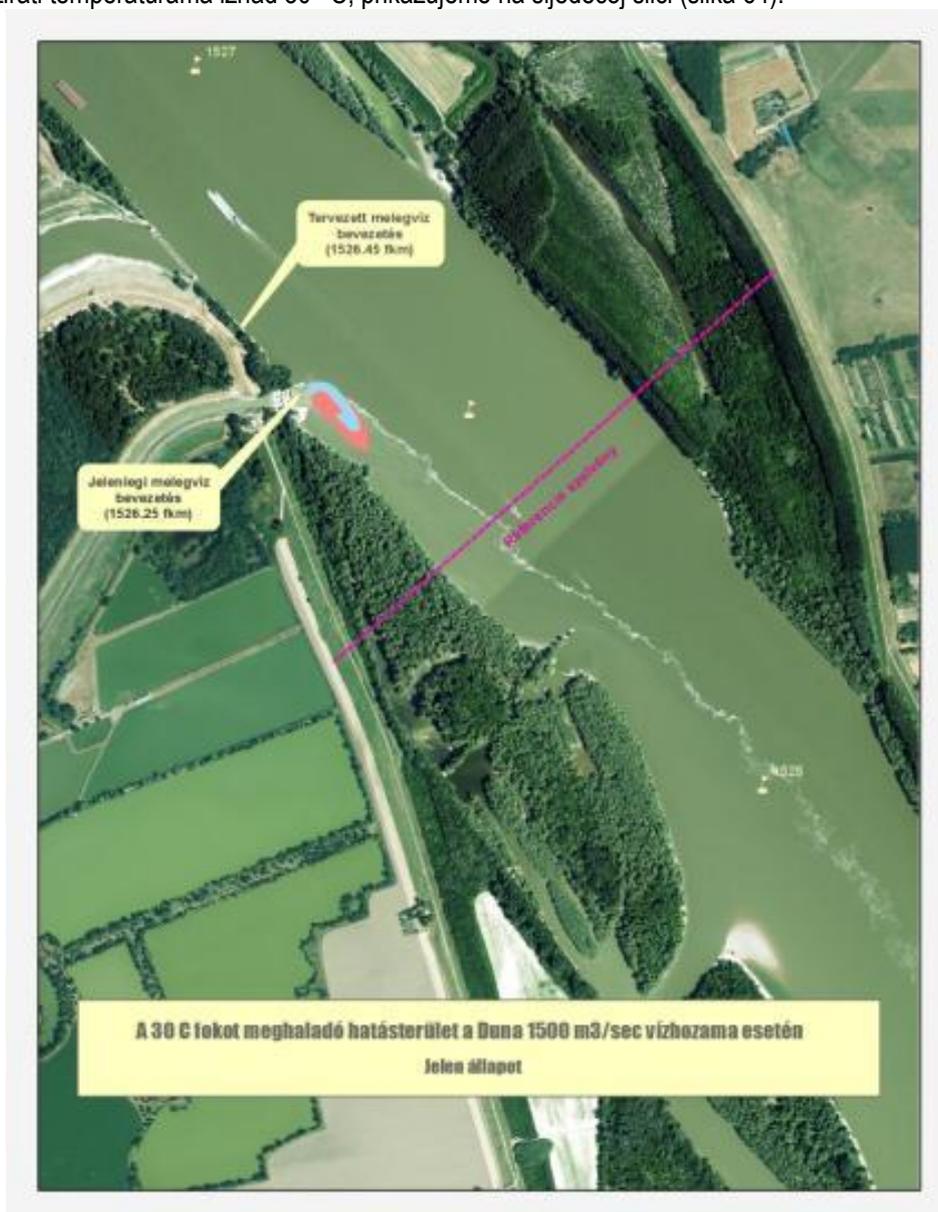
12.2.4.1 Određivanje područja utjecaja pri temperaturi vode iznad 30 °C, u slučaju protoka Dunava od 1.500 m³/s

U mjerodavnim situacijama u godinama 2014. 2032. i 2085. područja u Dunavu zahvaćena utjecajem vode temperature 30 °C, područja zahvaćena toplinskim mlazom prikazujemo na sljedeće tri slike.

ODREĐIVANJE PODRUČJA UTJECAJA ZA MJERODAVNO STANJE U 2014 GODINI PRI PROTOKU DUNAVA OD 1.500 M³/S

- pozadinska temperatura Dunava (T_{Dunav}) 25,61 °C,
- protok rashladne vode (q) 100 m³/s, na sadašnjom mjestu ispuštanja u Dunav,
- temperatura zagrijane rashladne vode:
 - (1. slučaj) $T_{topla\ voda} = 33\text{ °C}$ i
 - (2. slučaj) ulijevanje primjenom temperaturne stepenice od 8 °C ($T_{topla\ voda} = T_{Dunav} + 8\text{ °C} = 33,61\text{ °C}$).

Raspored mjerodavne temperature Dunava očekivanog trajanja 1 dan/godina u 2014 godini, područje vodnog tijela koji se može karakterizirati temperaturama iznad 30 °C, prikazujemo na sljedećoj slici (slika 64).



Napomena:
plavo: emisija tople vode 33°C, crveno: temperaturna stepenica 8 °C

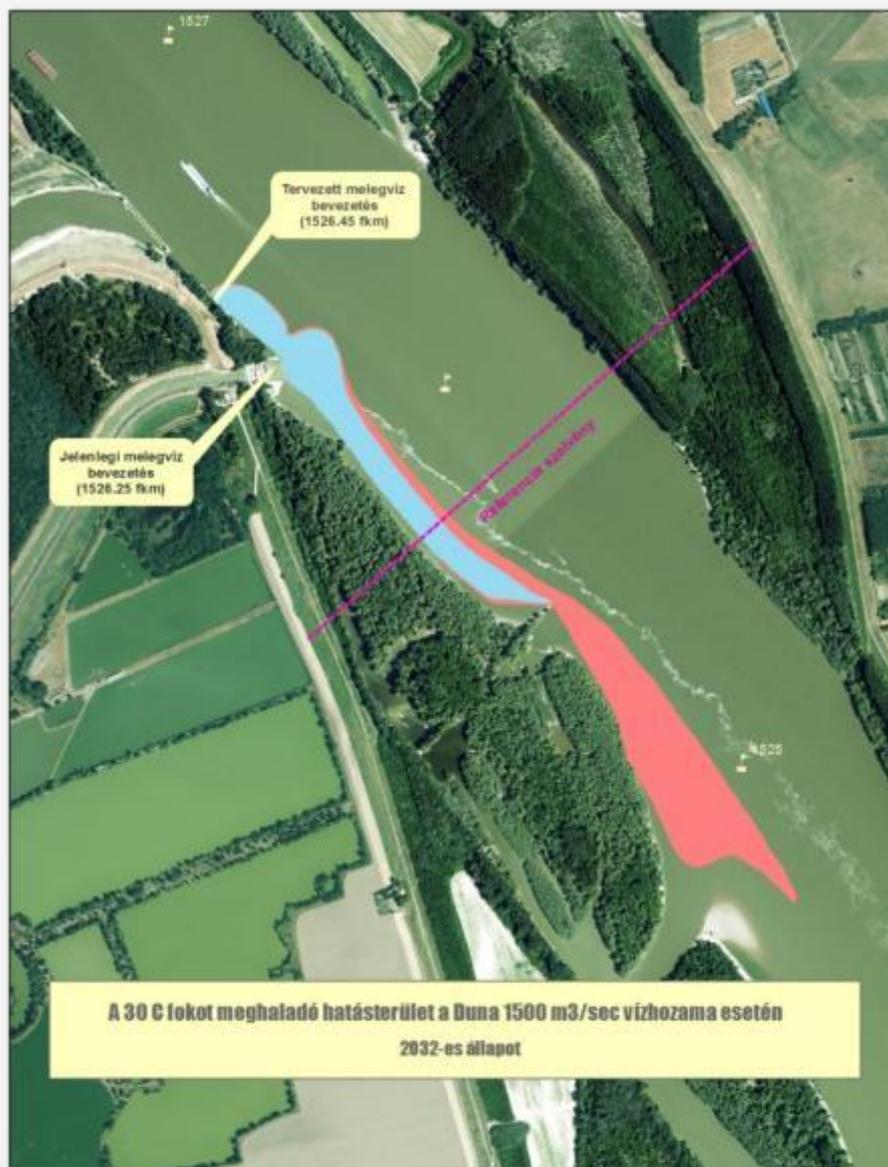
Slika 64. Područje utjecaja toplinskog mlaza iznad 30 °C – Sadašnje stanje ($T_{Dunav,max}=25,61\text{ °C}$, $Q_{Dunav}=1500\text{ m}^3/\text{s}$, protok tople vode 100 m³/s)

Tervezett melegvíz bevezetés 1526,45 fkm	Planirano mjesto ispuštanja tople vode rkm 1526,45
Jelenlegi melegvíz bevezetés 1526,25 fkm	Sadašnje mjesto ispuštanja tople vode rkm 1526,25
Referencia szelvény	Referentni profil
A 30 C fokot meghaladó hatásterület a Duna 1500 m3/sec vízhozama esetén jelen állapot	Područje utjecaja temperatura iznad 30 °C pri protoku Dunava od 1500 m3/sec. Sadašnje stanje

ODREĐIVANJE PODRUČJA UTJECAJA ZA MJERODAVNO STANJE U 2032. GODINI PRI PROTOKU DUNAVA OD 1500 M³/S

- $T_{\text{Dunav}}=26,38\text{ °C}$,
- Tijekom zajedničkog rada Nuklearne elektrane Paks i Paks II, $q_{\text{sadašnji}}=100\text{ m}^3/\text{s}$ na mjestu sadašnjeg ispuštanja i $q_{2032.}=132\text{ m}^3/\text{s}$ na mjestu ispuštanja planiranog uzvodno (200 metara) od sadašnjeg mjesta ispuštanja se ulijeva u Dunav, preko rekuperacijskog postrojenja,
- temperatura zagrijane rashladne vode:
 - (1. slučaj) $T_{\text{topla voda}}=33\text{ °C}$ i
 - (2. slučaj) $T_{\text{topla voda}}=34,38\text{ °C}$ (8 °C toplinska stepenica).

Raspored mjerodavne temperature Dunava očekivanog trajanja 1 dan/godina u 2032. godini, područje vodnog tijela koji se može karakterizirati temperaturama iznad 30 °C prikazujemo na sljedećoj slici.



Napomena:

plavo: emisija tople vode 33°C, crveno: temperaturna stepenica 8 °C

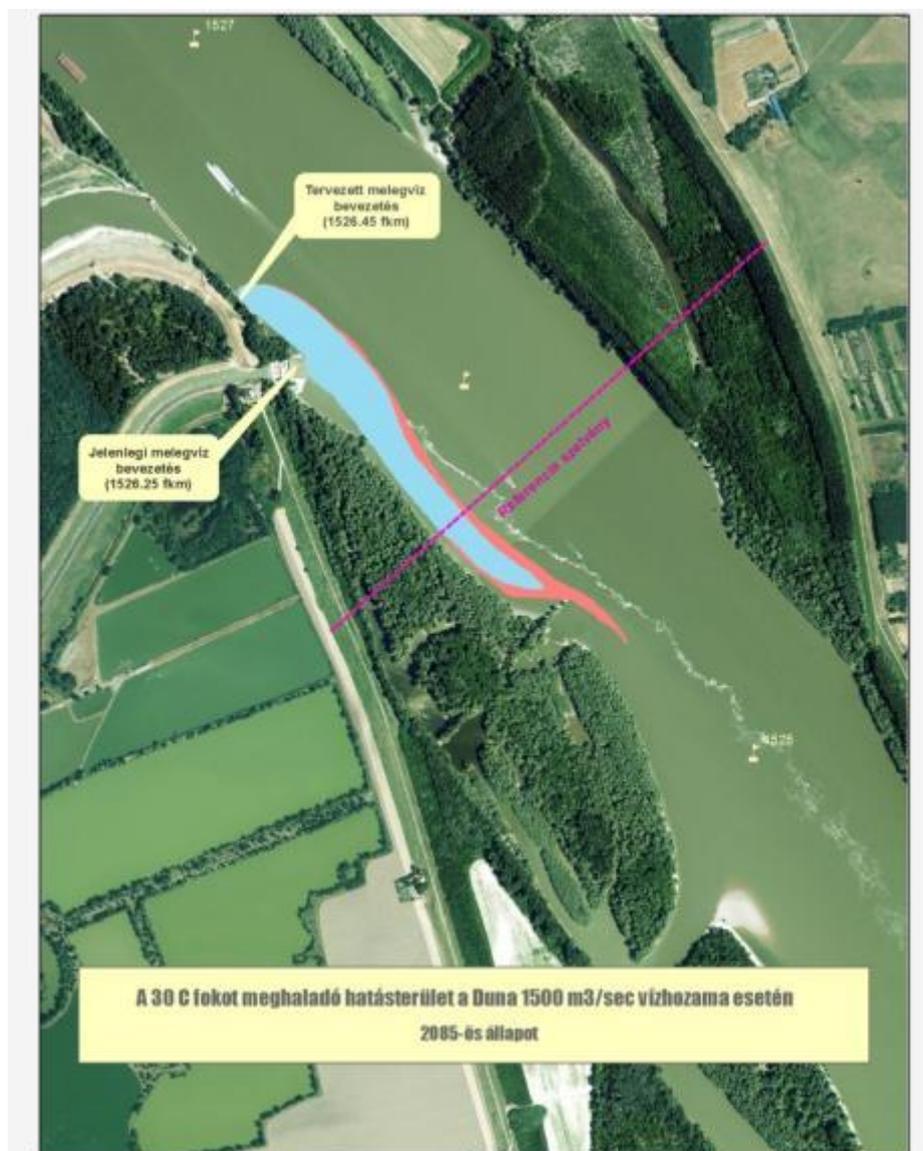
Slika 65. Područje utjecaja toplinskog mlaza iznad 30 °C – stanje 2032. ($T_{Dunav,max}=26,38$ °C, $Q_{Dunav}=1500$ m³/s, protok tople vode 100 m³/s + 132 m³/s)

Tervezett melegvíz bevezetés 1526,45 fkm	Planirano mjesto ispuštanja tople vode rkm 1526,45
Jelenlegi melegvíz bevezetés 1526,25 fkm	Sadašnje mjesto ispuštanja tople vode rkm 1526,25
Referencia szelvény	Referentni profil
A 30 C fokot meghaladó hatásterület a Duna 1500 m3/sec vízhozama esetén jelen állapot	Područje utjecaja temperatura iznad 30 °C pri protoku Dunava od 1500 m3/sec. Stanje u 2032. godini

ODREĐIVANJE PODRUČJA UTJECAJA ZA MJERODAVNO STANJE 2085 GODINE PRI PROTOKU DUNAVA OD 1500 M³/S

- $T_{Dunav}=28,64$ °C,
- $q_{2085}=132$ m³/s ulijeva se u Dunav na planiranom mjestu ulijevanja, uzvodno od sadašnjeg mjesta ispuštanja, preko rekuperacijskog postrojenja,
- temperatura zagrijane rashladne vode:
 - (1. slučaj) $T_{topla\ voda}=33$ °C i
 - (2. slučaj) $T_{topla\ voda}=36,64$ °C (8 °C toplinska stepenica).

Raspored mjerodavne temperature Dunava očekivanog trajanja 1 dan/godina u 2085. godini, područje vodnog tijela koji se može karakterizirati temperaturama iznad 30 °C, prikazujemo na sljedećoj slici.



Napomena:
plavo: emisija tople vode 33°C, crveno: temperaturna stepenica 8 °C

Slika 66. Područje utjecaja toplinskog mlaza iznad 30 °C – mjerodavno stanje u 2085. godini ($T_{Dunav,max}=28,64$ °C, $Q_{Dunav}=1500$ m³/s, protok tople vode 132 m³/s) – Paks II. samostalno

Tervezett melegvíz bevezetés 1526,45 fkm	Planirano mjesto ispuštanja tople vode rkm 1526,45
Jelenlegi melegvíz bevezetés 1526,25 fkm	Sadašnje mjesto ispuštanja tople vode rkm 1526,25
Referencia szelvény	Referentni profil
A 30 C fokot meghaladó hatásterület a Duna 1500 m ³ /sec vízhozama esetén jelen állapot	Područje utjecaja temperatura iznad 30 °C pri protoku Dunava od 1500 m ³ /sec. Stanje u 2085. godini:

Na temelju gornjih prikaza možemo utvrditi da u sadašnjem stanju u referentnom profilu (Dunav, rkm 1525,75) maksimalna temperatura vode Dunava ne dostiže vrijednost od 30 °C. U mjerodavnim godinama 2032. i 2085.– u slučaju mjerodavnog protoka Dunava od 1.500 m³/s – u referentnom profilu možemo zapaziti malo prekoračenje temperature granične vrijednosti od 30 °C u slučaju ispuštanja tople vode temperature 33 °C. Veće prekoračenje nastupa u slučaju ispuštanja s toplinskom stepenicom preko 8 °C.

1.1.1.1 Duljina razdoblja, trajnost prekoračenja granične vrijednosti od 30 °C u referentnom profilu +500 m

NUKLEARNA ELEKTRANA PAKS + PAKS II (2032.)

Vrijednosti maksimalne temperature vode Dunava u referentnom profilu 500 m i duljinu razdoblja odnosno trajnost prekoračenja granične vrijednosti od 30 °C računane na temelju pesimističnijeg klimatskog modela (DMI-B2 PRODUCE) saželi smo u sljedećoj tablici. Trajanja protoka Dunava ispod 1500 m³/dan je 1 dan/godina u slučaju osnovne mjerodavne pozadinske temperature vode (26,38 °C), ali u korist sigurnosti uzeli smo u obzir veće vrijednosti trajnosti koje se odnose na protok od 2.800 m³/s.

Područje prekoračenja granične vrijednosti koja treba sanirati intervencijom	2014.		2032.	
	8 [°C] toplinska stepenica	33 [°C] ispuštanje tople vode	8 [°C] toplinska stepenica	33 [°C] ispuštanje tople vode
Očekivana maksimalna temperatura pozadinske vode Dunava [°C]	25,61 [°C]		26,38 [°C]	
Računana maksimalna temperatura Dunava [°C]	26,11 [°C]	26,36 [°C]	24,31 [°C]	25,11 [°C]
Procijenjeno vrijeme prekoračenja, trajnost [dan] – u slučaju protoka Dunava od 2800 m ³ /dan	0,2 [dan/godina]	0,1 [dan/godina]	13 [dan/godina]	7 [dan/godina]

Tablica 38. Duljine razdoblja, trajnost prekoračenja granične vrijednosti (2032.) – Nuklearna elektrana Paks + Paks II.

Paks II. samostalno (2085.)

Pri samostalnom radu Paks II na novoj lokaciji za ulijevanje puštamo rashladnu vodu s protokom od 132 m³/s u Dunav preko rekuperacijskog postrojenja. Toplinsko opterećenje je manje nego u slučaju 2032. godine, ali zbog vremenskog rasta maksimalnog pojavljivanja pozadinskih temperatura uslijed klimatskih promjena granična vrijednost od 30 °C – u slučaju protoka ispod 1500 m³/s trajnošću najviše 1 dan/godina -, održivo je samo iza poprečne brane, jer u ovom slučaju dozvoljeni višak temperature toplinskog mlaza je svega 30 - 28,64 = 1,36 °C u referentnom profilu na 500 m.

U mjerodavnim stanjima, vrijednosti maksimalnih temperatura Dunava u kontrolnom profilu (+500 m) i prekoračenja granične vrijednosti od 30 °C računane na temelju pesimističnijeg klimatskog modela (DMI-B2 PRODUCE) saželi smo u donjoj tablici. Trajanja protoka Dunava ispod 1500 m³/dan je 1 dan/godina u slučaju osnovne mjerodavne pozadinske temperature vode (28,63 °C), ali u korist sigurnosti uzeli smo u obzir veće vrijednosti trajnosti koje se odnose na protok od 2.800 m³/s.

Područje prekoračenja granične vrijednosti koja treba sanirati intervencijom	Mjerodavno stanje (2014.)		Mjerodavno stanje (2085.)	
	8 [°C] toplinska stepenica	33 [°C] ispuštanje tople vode 33	8 [°C] toplinska stepenica	33 [°C] ispuštanje tople vode
Očekivana maksimalna temperatura pozadinske vode Dunava [°C]	25,61 [°C]		28,64 [°C]	
Računana maksimalna temperatura Dunava [°C]	26,11 [°C]	26,36 [°C]	23,81 [°C]	25,23 [°C]
Procijenjeno vrijeme prekoračenja, trajnost [dan] – u slučaju protoka Dunava od 2800 m ³ /dan	0,2 [dan]	0,1 [dan/godina]	40 [dan/godina]	20 [dan/godina]

Tablica 39. Duljine razdoblja, trajnost prekoračenja granične vrijednosti (2085.) – Paks II. samostalno

Mogućnosti za izbjegavanje prekoračenja granične vrijednosti:

- povratno opterećenje,
- zaustavljanje bloka,
- održavanje bloka.

12.2.4.2 Temperaturna raspodjela kod dionice Dunava na južnoj državnoj granici (Dunav, rkm 1433), u slučaju protoka Dunava od 1.500 m³/s

Topla voda od mjesta ispuštanja u Dunav (Dunav, rkm 1526,25) do dionice na južnoj državnoj granici (Dunav, rkm 1433) prelazi put od skoro ~93 km u koritu Dunava, prosječno u roku 24 sata – u slučaju srednjeg protoka Dunava (2300 m³/s), a pri manjim protocima vrijeme putovanja se produžuje.

Pri ispitivanju zajedničkog pojavljivanja protoka i temperatura vode, imajući u vidu buduće klimatske promjene, mogli smo uočiti da prosječno godišnje trajanje prekoračenja osnovnih vrijednosti mjerodavnih temperatura vode Dunava, po očekivanjima iznosi 1 dan/godina u mjerodavnim terminima ispitivanja.

Najveće promjene temperatura računane za dionicu Dunava na južnoj državnoj granici, glede mjerodavnih godina 2014., 2032. i 2085. saželi smo u donjoj tablici.

Utjecaj ispuštanja tople vode temperature 33 °C na dionici Dunava na južnoj državnoj granici

Najveće promjene temperature u presjeku Dunava na južnoj državnoj granici (Dunav, rkm 1433)		
$T_{\text{Topla voda}} = 33 \text{ °C}$, $Q_{\text{Dunav}} = 1500 \text{ m}^3/\text{s}$		
$\Delta T_{\text{Max}} = T_{\text{Max}} - T_{\text{Pozadina}} \text{ [°C]}$		
Mjerodavno stanje u 2014. godini	Mjerodavno stanje u 2032. godini	Mjerodavno stanje u 2085. godini
$T_{\text{Max}} = 26,08 \text{ [°C]}$	$T_{\text{Max}} = 28,13 \text{ [°C]}$	$T_{\text{Max}} = 28,95 \text{ [°C]}$
$T_{\text{Pozadina}} = 25,61 \text{ [°C]}$	$T_{\text{Pozadina}} = 26,38 \text{ [°C]}$	$T_{\text{Pozadina}} = 28,64 \text{ [°C]}$
$\Delta T_{\text{Max}} = 0,47 \text{ [°C]}$	$\Delta T_{\text{Max}} = 1,75 \text{ [°C]}$	$\Delta T_{\text{Max}} = 0,31 \text{ [°C]}$

Tablica 40: Najveće promjene temperature Dunava na južnoj državnoj granici, $T_{\text{Topla voda}} = 33 \text{ °C}$ (mjerodavna stanja u 2014., 2032. i 2085. godini)

Utjecaj ispuštanja s toplinskom stepenicom od 8 °C na dionici Dunava na južnoj državnoj granici

Najveće promjene temperature Dunava na južnoj državnoj granici (Dunav, rkm 1433)		
$\Delta T_{\text{toplinska stepenica}} = 8 \text{ °C}$, $Q_{\text{Dunav}} = 1500 \text{ m}^3/\text{s}$		
$\Delta T_{\text{Max}} = T_{\text{Max}} - T_{\text{Pozadina}} \text{ [°C]}$		
Mjerodavno stanje u 2014. godini	Mjerodavno stanje u 2032. godini	Mjerodavno stanje u 2085. godini
$T_{\text{Max}} = 26,40 \text{ [°C]}$	$T_{\text{Max}} = 28,24 \text{ [°C]}$	$T_{\text{Max}} = 29,55 \text{ [°C]}$
$T_{\text{Pozadina}} = 25,61 \text{ [°C]}$	$T_{\text{Pozadina}} = 26,38 \text{ [°C]}$	$T_{\text{Pozadina}} = 28,64 \text{ [°C]}$
$\Delta T_{\text{Max}} = 0,79 \text{ [°C]}$	$\Delta T_{\text{Max}} = 1,86 \text{ [°C]}$	$\Delta T_{\text{Max}} = 0,91 \text{ [°C]}$

Tablica 41. Najveće promjene temperature Dunava na južnoj državnoj granici, $\Delta T_{\text{toplinska stepenica}} = 8 \text{ °C}$ (mjerodavna stanja u 2014., 2032. i 2085. godini)

12.2.5 ISPUŠTANJE PROČIŠĆENE KOMUNALNE OTPADNE VODE ZA VRIJEME POGONA

Kapacitet postojećeg pročišćivača otpadnih voda elektrane koji radi na temelju vodopravne dozvole izdane od strane Inspekcije, iznosi 1.870 m³/dan koji je dovoljan za prijem i pročišćavanje očekivanih maksimalno povećanih opterećenja komunalnom otpadnom vodom tijekom izgradnje i pogona elektrane.

Povećanje količine komunalnih otpadnih voda tijekom rada Paksa II u prosjeku iznosi 67 m³/dan, vršna emisija se javlja za vrijeme velikih remonta svakih deset (10) godina, u količini od 95 m³/dan.

S obzirom da na lokaciji Nuklearne elektrane Paks trenutačno nastaju komunalne otpadne vode u količini od ~300 m³/dan (pogon Nuklearne elektrane Paks), količina komunalne otpadne vode ni pri zajedničkom radu Nuklearne elektrane Paks i Paks II vjerojatno neće premašiti količinu od 400 m³/dan, stoga ostaje još ~1.470 m³/dan slobodnog kapaciteta pročišćavanja.

12.2.6 ISPITIVANJE UTJECAJA EKSTREMNIH DUNAVSKIH PRIRODNIH I UMJETNIH OKOLNOSTI NA IZLOŽENOST LOKACIJE POPLAVAMA I NA SIGURNOST CRPLJENJA RASHLADNE VODE

Za havarije smo modelirali takve događaje čiji utjecajni faktori mogu nastati na temelju prirodnih i umjetnih svojstava okruženja Dunava, a ne kao utjecaj planiranog proširenja. Ispitali smo sljedeće slučajeve:

- ✓ izloženost lokacije poplavama u slučaju popuštanja brane akumulacijskog objekta u Čunovu pri kritičnim vodostajima Dunava i zbog ekstremnog djelomičnog zatvaranja korita Dunava, odnosno pri utjecaju ledenih poplava sa stvaranjem ekstremno velikih ledenih barijera.
- ✓ u vrijeme ekstremno niskih voda na Dunavu mogući uvjeti sigurnosti crpljenja rashladne vode u slučaju nenormalnog rada akumulacijskog objekta u Čunovu (popunjavanje kapaciteta sa zadržavanjem vode u vrijeme niskog vodostaja na Dunavu), nadalje uslijed eventualnih ekstremnih odrona obale, klizišta, odnosno ledenih barijera na uzvodnoj dionici.

12.2.6.1 Utjecaj ekstremnih prirodnih i umjetnih okolnosti na izloženost lokacije poplavama

Trajanja poplava iznad sigurnosnih granica ($T_{\text{prekoračenje}}$) zabilježeni i u Nuklearnoj elektrani Paks, mjerodavni glede reljefa lokacije Nuklearne elektrane Paks (potez Dunava od rkm 1526,5 do rkm 1527) i važnijih objekata koje se tamo nalaze, u slučaju najnepovoljnijeg plavnog vala, - koji se može zadržati unutar brana na dionici Dunava nizvodno od Bratislave prikazane su u sljedećoj tablici.

Važniji ugroženi objekti (Na lokaciji Nuklearne elektrane Paks blizu Dunava kod rkm 1527)	Mjerodavni vodostaji (Dunav, rkm 1527) [m n.v.B.]	Trajanje prekoračenja (u slučaju najnepovoljnijeg plavnog vala 1965. godine) [dan]
Kota krune nasipa u blizini elektrane, desna obala	96,30 m n.v.B.	0,0
Kota krune nasipa u blizini elektrane, lijeva obala*	95,80* m n.v.B.	16,0
Kota terena elektrane	97,00 - 97,10 m n.v.B.	0,0
Kota poda zgrade KKÁT (privremeno odlagalište istrošenog goriva)	92,30 m n.v.B.	68,5
Kota poda trafostanice uz južni obrubni kanal	93,30 m n.v.B.	59,5
Kota pročišćaća otpadnih voda	94,00 m n.v.B.	57,0
Kota praga preljeva bazena vapnenog mulja	97,00 m n.v.B.	0,0
Stupanj pripravnosti zaštite od poplava** (na mjernoj letvi Nuklearne elektrane Paks na Dunavu kod rkm 1526,5)		
I. Stupanj	91,50 m n.v.B.	108,0
II. Stupanj	93,00 m n.v.B.	61,0
III. Stupanj	94,00 m n.v.B.	56,5
Mjerodavne poplavne razine (MPR)		
Najviša razina bez leda (LNV) 11.06.2013.	94,06 m n.v.B. (8750 m ³ /s)	56,0
MPR ₂₀₁₀ (Prema uredbi KvVM o „mjerodavnim poplavnim razinama (MPR) rijeka” broj 11/2010. (28.IV.) koja važi od 08.08.2014.)	94,14 m n.v.B. (linearno interpolirano na temelju vrijednosti iz uredbe)	55,1

Napomene uz gornju tablicu:

* Izvori podataka u tablici: Visinu krune utvrdili smo mjerenjem na licu mjesta primjenom mjerne stanice RTK GPS.

** Proglašavanje poduzimanja zaštitnih mjera zbog poplave: Poduzimanje mjera zaštite od poplava proglašava nadležna Direkcija za vode (VIZIG) na područjima koja su ugrožena poplavom, zatim organizira i provodi radove obrane. Ukoliko na jednoj rijeci postoje dvije ili više Direkcije (VIZIG) zahvaćene stanjem pripravnosti III. stupnja, tada upravljanje obranom spada u nadležnost OMIT-a (Glavni štab za tehničku upravu) pri OVF (Glavna Vodoprivredna Uprava).

OCJENJIVANJE UTJECAJA URUŠAVANJA ZIDOVA OBALA I KLIZIŠTA OBALNIH ZIDOVA

U modelskom ispitivanju ispitali smo klizište na jednom mjestu – mada se ovaj događaj skoro sigurno može isključiti -, koje bi nastalo iznad crpilišta Nuklearne elektrane Paks. Pretpostavili smo klizište velikih dimenzija koje zatvara korito Dunava na dužini od skoro 1.000 metara, i simulirali smo stanje Dunava pri mjerodavnom, ekstremno niskom protoku od 579 m³/s (niski protok s učestalošću jednom u 20.000 godina kod mjerne letve u Domboriju, Dunav, rkm 1506,8). Utvrdili smo da utjecaji pretpostavljenog klizišta nisu značajni, ispod klizišta je uočljivo smanjenje razine od 1 cm (jednog centimetra), a uzvodno se vodostaj povećava za 30 cm, a petnaest kilometara uzvodno već se potpuno uklapa u izvornu razinu vode.

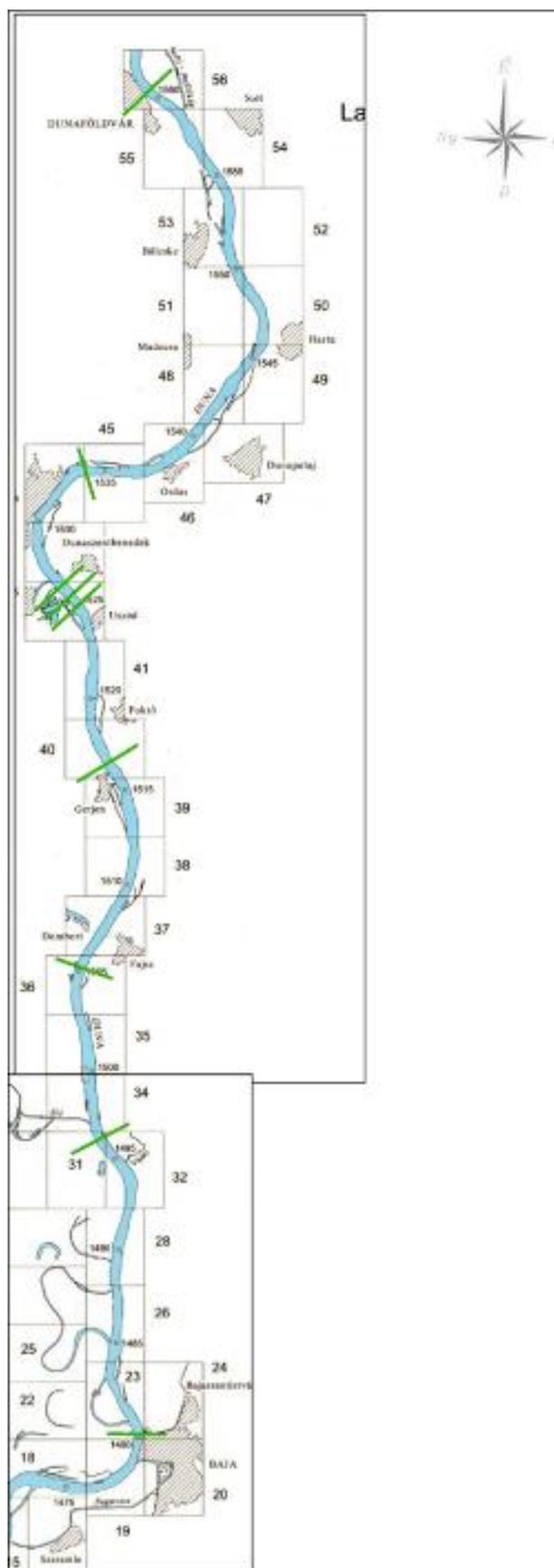
Utjecaj odrona obalnih zidova i klizišta obalnih zidova izvanrednog opsega ima zanemariv i prolazan utjecaj na sigurnost crpljenja rashladne vode, jer će se protokom Dunava konstantno erodirati i odnijeti.

12.3 OČEKIVANI UTJECAJI NA DUNAV PRI RAZGRADNJI PAKSA II

Očekivani utjecaji pri dekomisiji Paksa II zaostaju od utjecaja tijekom izgradnje i pogona. Detaljnije analize su moguće samo na temelju projekta razgradnje postrojenja (planirane mjere i njihov dinamički raspored).

13 ISPITIVANJE KVALITETE VODE DUNAVA I DRUGIH POVRŠINSKIH VODA PREMA OKVIRNOJ DIREKTIVI O VODAMA (ODV)

U okviru procjene utjecaja na okoliš (PUO) izgradnje i pogona Paksa II, tijekom 2012 i 2013 obavili smo uspješna ispitivanja i ocjenjivanje po kriterijima ODV-a na dionici Dunava između rkm 1560,6 i rkm 1481,5 odnosno na više vodnih tijela koja su u posrednoj ili neposrednoj vezi s Dunavom.



Slika 68. Situacijski plan rasporeda profila Dunava ispitanih tijekom 2012. i 2013. godine

Cilj ispitivanja je procjena utjecaja na okoliš Paks II tijekom izgradnje, pogona odnosno razgradnje, i utvrđivanje tih utjecaja prema kriterijima Okvirne direktive o vodama.

15766													
5	Klorofil-a	µg/l	96	28.0	96	27.9	96	28.3	74	28.4	140	26.4	
12049													
8	Arsen (As)	µg/l	6	1.8	6	1.6	6	1.6	0		6	1.6	Spec. zagađivala (opasni kemijski elementi)
15705													
0	Cink (otopljeni) (Zn)	µg/l	57	4.9	56	5.5	57	4.7	25	4.4	92	6.2	Spec. zagađivala (opasni kemijski elementi)
12043													
4	Ukupni krom (Cr)	µg/l	6	0.6	6	0.7	6	0.5	0		6	0.7	Spec. zagađivala (opasni kemijski elementi)
15620													
4	Bakar (otopljeni) (Cu)	µg/l	57	3.7	56	1.8	57	1.7	25	1.3	92	2.1	Spec. zagađivala (opasni kemijski elementi)

Tablica 45. Prosječne vrijednosti ispitivanja osmorne mreže u periodu 2007-2011. godine s ocjenjivanjem prema kriterijima ODV-a

Prilog PURS-a- 5-1.1.: Stanje površinskih vodnih tijela – Ekološko stanje tekućih vodnih tijela

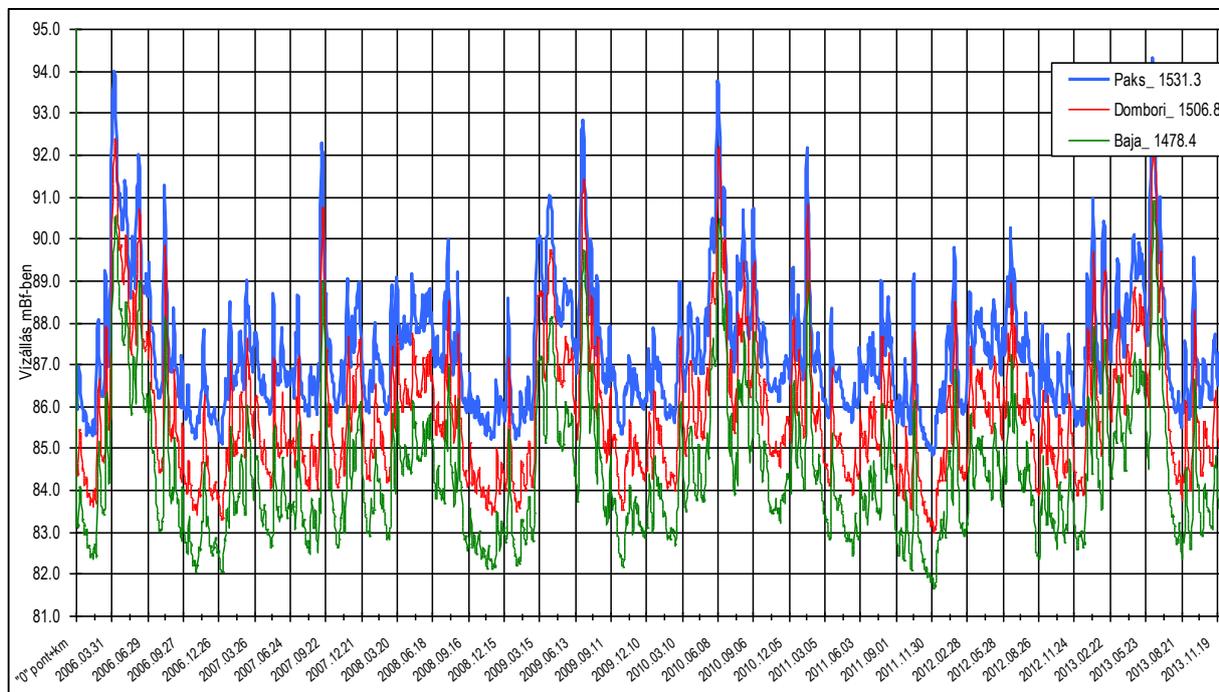
POD JEDINICA	KÖVIZIG	Kategorija vodnog tijela	vt-VOR	Naziv vodnog tijela	Fizičko kemijski elementi					Pouzdanost fizičko kemijskih kvalifikacija
					Organske tvari	Hranjive Tvari	Sadržaj soli	Ukiseljenost	Stanje fizičko-kemijskih elemenata	
1-10	3	prirodno	AEP444	Dunav između Szoba i Baje	dobro	dobro	odlično	odlično	dobro	srednje

Tablica 46. Ocjenjivanje stanja vodnog tijela HURWAEP444 Dunava između Szoba i Baje (tip 24.) prema ODV-u

13.1.2 OSNOVNO STANJE ISPITANE DIONICE DUNAVA (OD RKM 1560.6 DO RKM 1481.5)

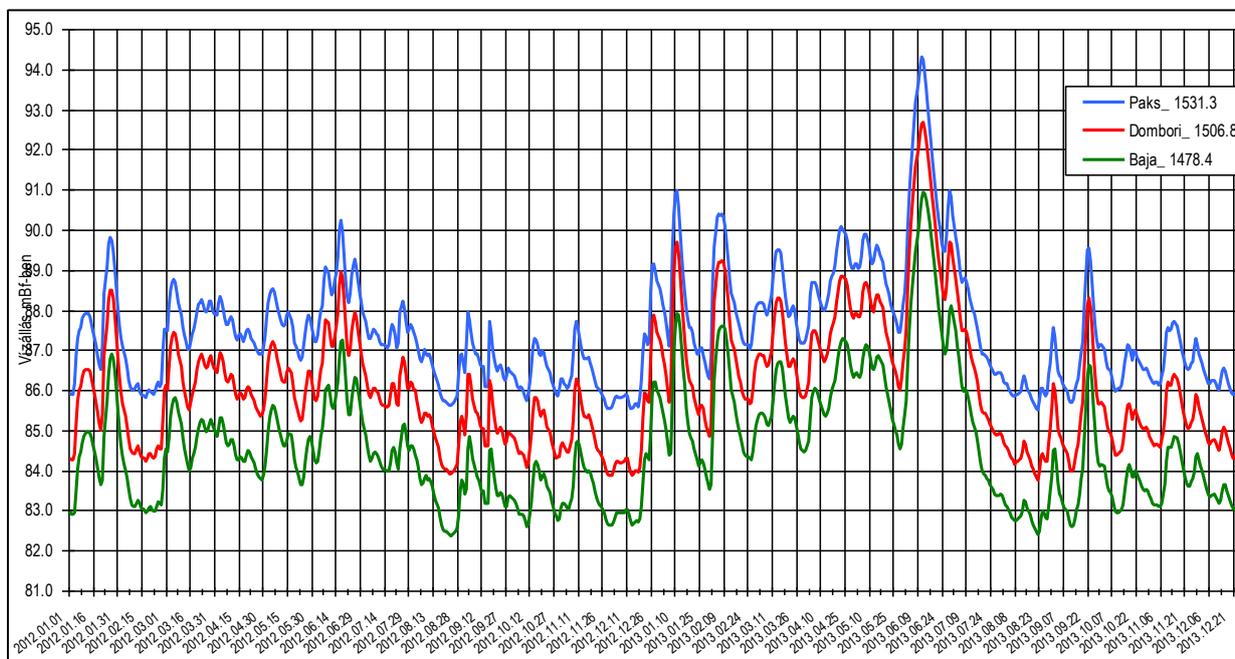
Ocjenjivanje dionice Dunava izvršili smo na temelju arhivskih podataka iz 2006-2011 godine, odnosno na temelju obavljenih ispitivanja u okviru rada u 2012. i 2013. godini.

Ocjenjivanje profila smo izvršili na temelju graničnih vrijednosti prema ODV-u za Dunavsku vodu.



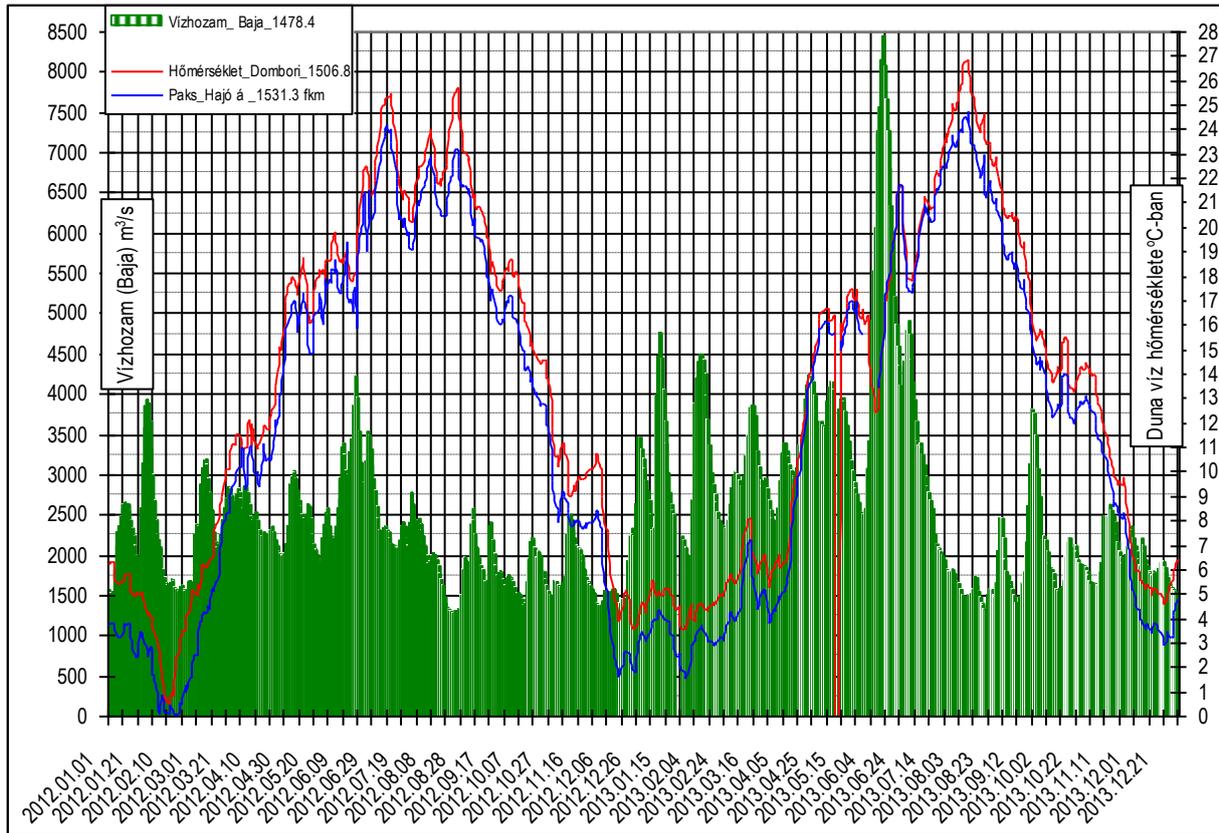
Slika 69. Hod vodostaja Dunava (Paks-Dombori-Baja) između 2006. i 2013. godine

Vízállás m Bf-ben - Vodostaj u m n.v.B.



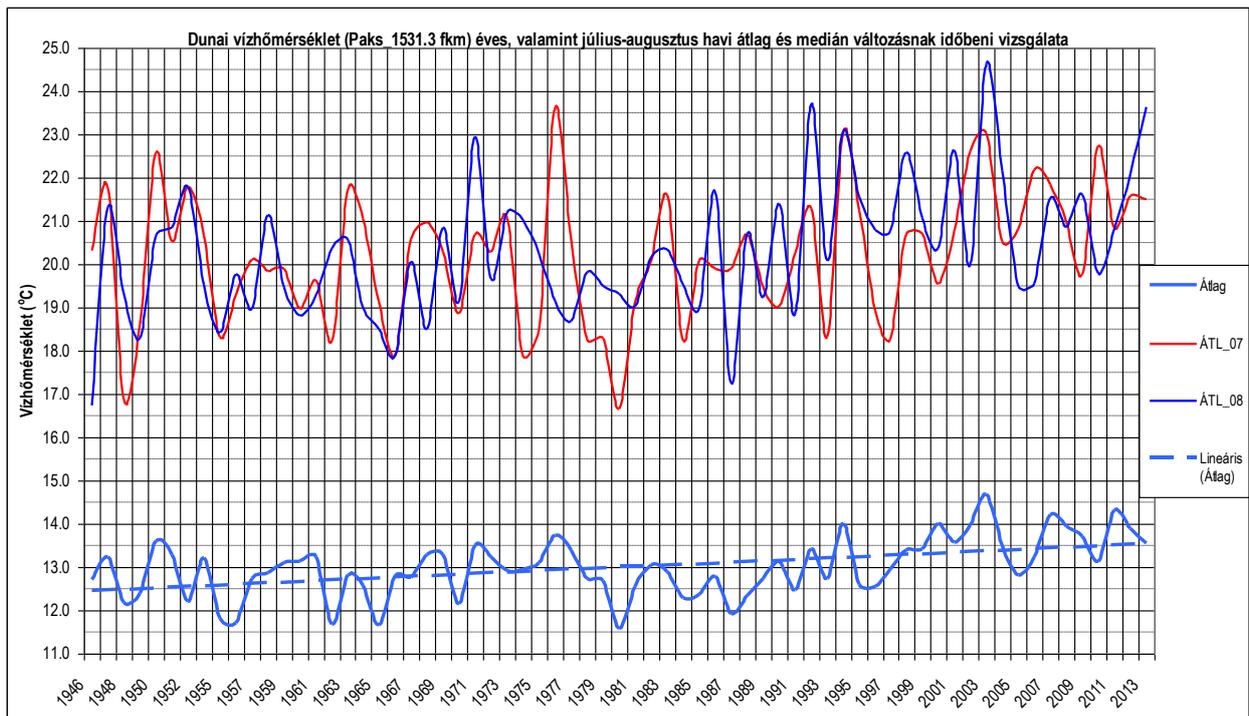
Slika 70. Hod vodostaja Dunava (Paks-Dombori-Baja) između 2012. i 2013. godine

Vízállás m Bf-ben - Vodostaj u m n.v.B.

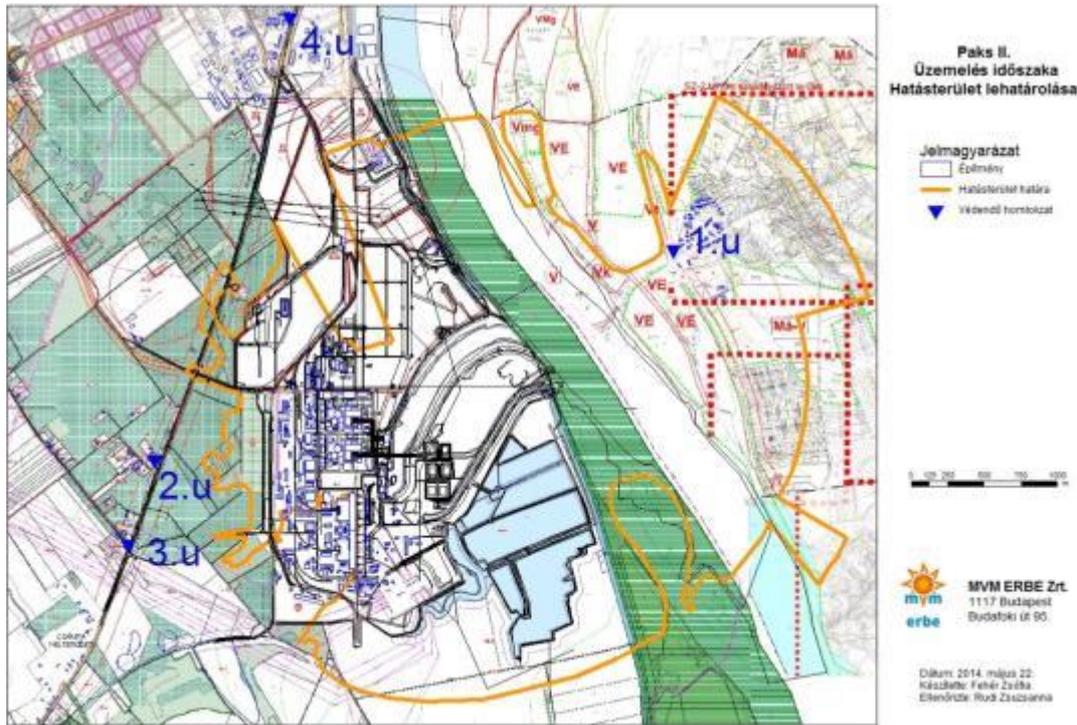


Slika 71. Promjene protoka i temperature Dunava (Paks-Dombori-Baja) između 2012. i 2013. godine

Vizhozam_Baja_1478,4 fkm	Protok u Baji rkm 1478,4
Hőmérséklet_Dombori_1506,8 fkm	Temperatura Dombori rkm 1506,8
Paks_Hajó á _1531,3 fkm	Pristanište Paks rkm 1531,3
Vizhozam (Baja) m³/s	Protok vode (Baja) m³/s
Duna viz hőmérséklete °C-ban	Temperatura vode Dunava u °C.

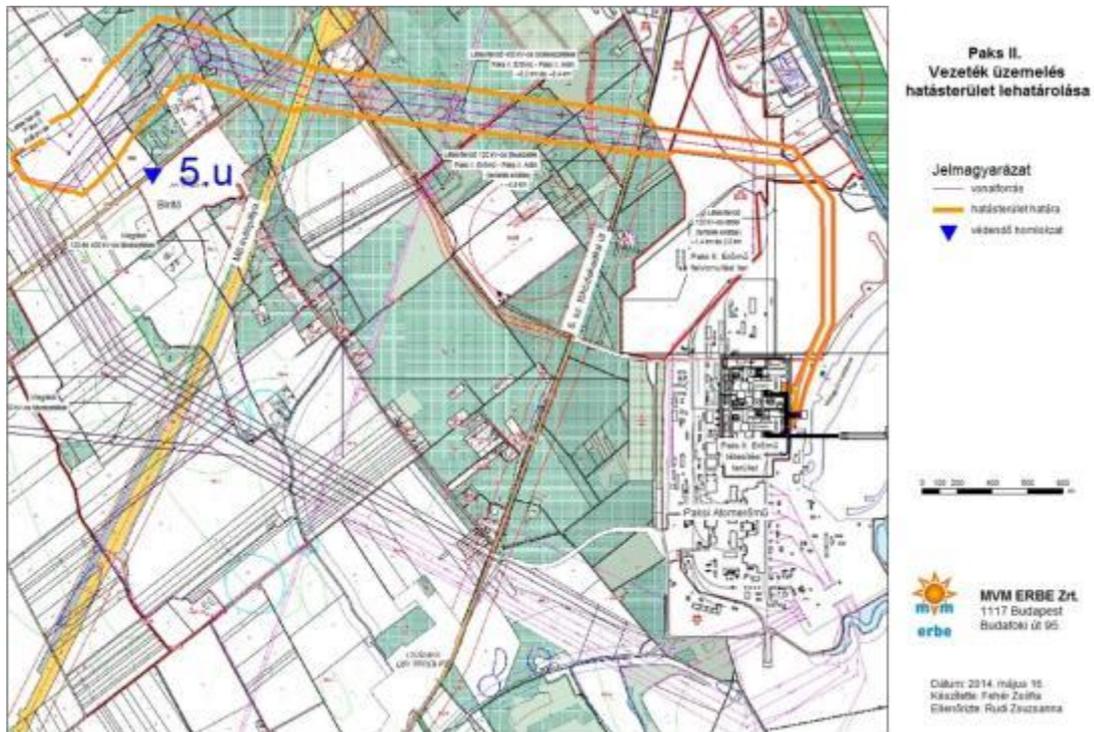


Slika 72. Kronološko ispitivanje promjena godišnjih prosječnih temperatura Dunava (Paks) između 1970. i 2013 godine



Slika 79. Područje utjecaja tijekom pogona

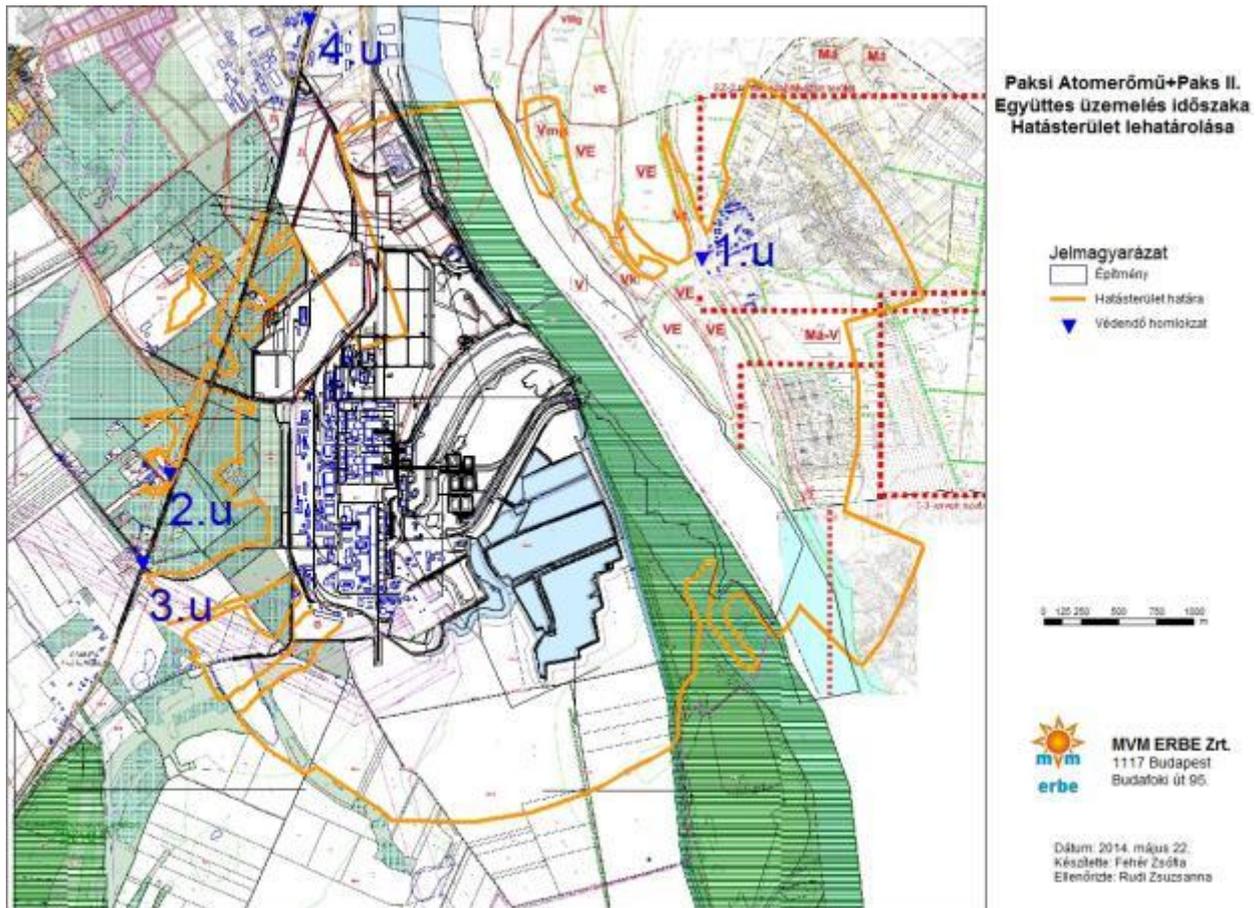
Üzemelés időszaka Hatásterület lehatárolása	Određivanje područja utjecaja tijekom pogona
Jelmagyarázat	Legenda
Építmény	Objekt
Hatásterület határa	Granicapodručja utjecaja
Védendő homlokzat	Zaštićena fasada
Dátum: 2014. május 22.	Datum: 22. svibnja 2014. godine
Készítette:	Izradio:
Ellenőrizte:	Kontrolirao:



Slika 80. Područje utjecaja uslijed funkcioniranja dalekovoda

Vezeték üzemelés hatásterület lehatárolása	Određivanje područja utjecaja uslijed funkcioniranja dalekovoda
--	---

elektrane Paks, na okolnim nenaseljenim područjima, na Dunavu i na području pojedinih objekata u naseljima Dunaszentbenedek i Uszód. (Slika 82.)



Slika 82.: Skupno područje utjecaja Paks II i Nuklearne elektrane Paks

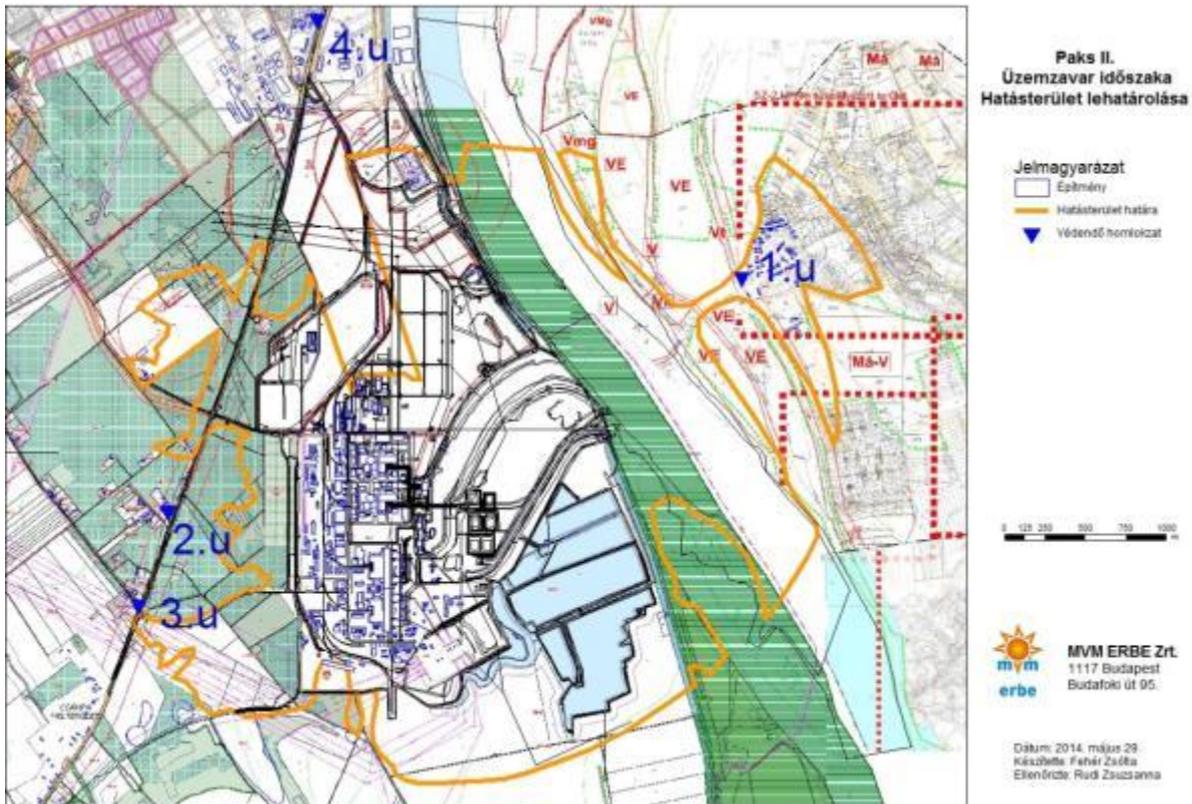
Paksi Atomerőmű + Paks II. Együttes üzemelés időszaka Hatásterület lehatárolása	Određivanje područja utjecaja tijekom istodobnog rada Nuklearne elektrane Paks i Paks II
Jelmagyarázat	Legenda
Építmény	Objekt
Hatásterület határa	Granicapodručja utjecaja
Védendő homlokzat	Zaštićena fasada
Dátum: 2014. május 22.	Datum: 22. svibnja 2014. godine
Készítette:	Izradio:
Ellenőrizte:	Kontrolirao:

Broj osoblja planirane elektrane je manji od broja osoblja postojeće, stoga je predvidivo da će i opterećenje bukom prometa tijekom pogona biti manje, što uzrokuje neznatno povećanje prometa, odnosno neiskazivu promjenu područja utjecaja. Uslijed samostalnog pogona Paks II, odnosno uslijed istodobnog pogona s Nuklearnom elektranom Paks ne očekuje se prekogranični utjecaj buke.

16.4.2 UTJECAJ I PODRUČJE UTJECAJA HAVARIJA

Glede emisije pogonske buke znatno odstupanje od normalnog rada može nastupiti u slučaju projektom predviđenih pogonskih nesreća vrlo male vjerojatnosti. Za te je slučajeve svojstven prekid opskrbe električnom energijom. U tim se slučajevima pokretanjem dizel generatora osigurava opskrba potrošača radisigurnog zaustavljanja.

Emisija buke tijekom poremećaja u radu u naseljenim mjestima ostaje unutar granica vrijednosti koje se odnose na naseljena mjesta. Područje utjecaja poremećaja u radu Paks II prostire se na lokaciji Nuklearne elektrane Paks, na okolnim nenaseljenim područjima, na Dunavu i na području pojedinih objekata u naselju Dunaszentbenedek (Slika 83.).



Slika 83. Područje utjecaja poremećaja u radu Paksa II

Üzemzavar időszaka hatásterület lehatárolása	Određivanje područja utjecaja tijekom pogonskih nezgoda
Jelmagyarázat	Legenda
Építmény	Objekt
Hatásterület határa	Granicapodručja utjecaja
Védendő homlokzat	Zaštićena fasada
Dátum: 2014. szeptember 1.	Datum: 1. rujna 2014. godine
Készítette:	Izradio:
Ellenőrizte:	Kontrolírao:

16.5 UTJECAJ I PODRUČJE UTJECAJA DEKOMISIJE (RAZGRADNJE)

Tijekom obavljanja razgradnje na području elektrane glede zaštićenih područja i zaštićenih objekata opterećenje bukom se može održati unutar graničnih vrijednosti. Izravno područje utjecaja u razdobljudekomisije se prostire na lokaciji Nuklearne elektrane Paks, na okolnim nenaseljenim područjima, na Dunavu i na području sa stambenim objektima na zapadnom rubu naselja Dunaszentbenedek. Područje utjecaja glede povećanja opterećenja buke uslijed cestovnog prometa se ne može definirati.

17 ZRAK

17.1 ISPITIVANJA STANJA

Tijekom 2012. i 2013. godine obavili smo mjerenja stanja u okolini lokacije s ciljem utvrđivanja stanja područja. Na temelju mjerenja smo utvrdili stanje zagađenosti zraka tog područja, a na temelju toga smo utvrdili opteretivost područja.

Za utvrđivanje stanja zagađenosti zraka odabrali smo sljedeće mjerne točke:

- ❖ 1 točka na lokaciji (1. Lmp – Područje predviđeno za proširenje Elektrane)
- ❖ 1 točka pored sjeverne pristupne ceste (2. Lmp – Pored sjeverne pristupne ceste)

Uspoređujući skupni udio ekoloških pokazatelja može se utvrditi da u proteklih više od 10 godina u svojstvima flore na ovom području nisu nastupile značajnije promjene. Na ispitivanom području prevladavaju sorte zapuštenih, ruderalnih skupina, ali je značajan i udio sorti otpornih na stres. Sve to potvrđuje, da je područje pod snažnim antropogenim utjecajem.

Na području planirane elektrane trenutno se nalaze suhe i polusuhe travnate površine. Travnate su površine takoreći bez izuzetka košene, s brojnim vrstama korova, i premda se djelomično nalaze na pijesku, nedostaju sorte pješčarskihtrava. Učestalesui svježa remećenjapopulacija.



Slika 85.: Degradirana travnata površina s kamenim pločama na području zahvaćenom gradnjom

Na području privremenog gradilišta najviše rasprostranjene biljne zajednice su suhi i polusuhi travnjaci, pješčane stepe, beznačajne ili mlade šume autohtonog mekog drveća i otvorene stepe pješčane pustare. U okruženju kanala tople i hladne vode na neobloženim površinama su košeni i sekundarni suhi travnjaci, odnosno svježi travnjaci s korovom. Otokizmeđu dva kanala je pretežito prekrivenvrbovom i topolovom šumom poplavnog područja.

18.2 PODRUČJA NATURA 2000 U KRUGU OD 10 KM OD ELEKTRANE

Područja Natura 2000 u krugu od 10 km od Nuklearne elektrane Paks su:

Tolnanski-Duna (HUDD20023): Dio koji spada u krug od 10 km

Cretna šuma Dunaszentgyörgy (HUDD20072): 328,03 ha

Područje s išaranim šafranom kodPaksa(HUDD20071): 91,16 ha

Ritovi u Tengelicu(HUDD20070): 466,35 ha

Polje tekunica kodPaksa(HUDD20069): 352,14 ha

Lesni travnjaci srednje regijeMezőföld(HUDD20020): Područje veličinenekoliko 10-ina ha koje spada u krug od 10 km

Paks izravno zahvaća jedno područje Natura 2000:TolnanskiDunav. Uski priobalni pojas, koji je zahvaćen rekuperacijskom elektranom i objektomza disipaciju energije je šumarak poplavnog područja pod snažnim utjecajem kretanja voda, odnosno sekundarni degradirani travnjak na bokovima brane,bez vrijednosti glede zaštite prirode. Na području Natura 2000 ne nalaze se zaštićene i značajne biljne vrste. Razinu krošnje vrbovih i topolovih šuma poplavnog područja uglavnom sačinjavaju crna topola i bijela breza. Na razini grmlja je masovno prisutna pepeljasta kupina i čivitnjača. Na dionici koju izravno zahvaća investicija na razini travnjaka, pored invazivne visoke forzicije, skoro isključivo dominiraju nitrofrekventne vrste.



Slika 87. Brezove i topolove šume poplavnog područja na otoku između dva kanala

18.3 UTJECAJ PAKSA II NA BILJNI SVIJET

18.3.1 UTJECAJ I PODRUČJE UTJECAJA GRADNJE

Zahvaćenost biljaka

Na gradilištu će tijekom izvođenja radova nestati beznačajni suhi i polusuhi travnjaci. To su životni prostori zarasli korovom, degradirani su i remećeni, njihova prirodnost jedva premašuje najnižu razinu, kategoriju 1. Biomonitoringom nisu pronađene zaštićene vrste. Na područjima kategorije „Ruševine, industrijske lokacije, odlagališta otpada“, također zahvaćenim investicijom ne nalaze se vrijednosti glede zaštite prirode.

Uporaba područja između kanala hladne i tople vode, odnosno izgradnja rekuperacijske elektrane i objekta za disipaciju energije na obali Dunava povlači za sobom djelomičnu sječu drveća postojećih vrbovih i topolovih šuma. Prirodnost šuma je dobra, to je zajednica s brzom dinamikom, sposobnost regeneracije – ako se vodostaji ne mijenjaju – ima povoljnu prognozu.

Značajnije biljne zajednice zahvaćene izgradnjom dalekovoda u svezi s investicijom su: jednogodišnje intenzivne poljoprivredne kulture, postojeći suhi-polusuhi travnjaci, spontane populacije neautohtonih vrsta drveća, bagremove plantaže, sađene plantaže šumskog i crnog bora, otvoreni degradirani pješčani travnjak, zarastao korovom. Odabir mjesta stupova je obavljen imajući u vidu aspekte zaštite prirode, iz tog razloga tijekom gradnje stupova ne treba računati na uništavanje biljnih staništa, vrijednih glede zaštite prirode.

Oštećenja staništa

Na privremenom gradilištu Paks II i u zoni gradnje dalekovoda, staništa će postati nepovoljnija uslijed sabijanja tla, tijekom izvođenja građevinskih radova treba računati na gaženje i djelomično oštećenje biljaka. Cirkulacija vode u sabijenom tlu je također nepovoljnije, biljke će npr. teže savladavati sušu.



Slika 88. Travnjak s gospinim vlaskom na lokaciji Nuklearne elektrane Paks

Glavna zahvaćena staništa

Privremeno gradilište: beznačajni suhi i polusuhi travnjaci, otvoreni travnjaci pješčane pustare, pješčani stepski travnjaci, beznačajne ili mlade šume mekog drveća autohtonih vrsta, spontane populacije neautohtonih vrsta, livade francuskog ljulja.

Trasa dalekovoda: jednogodišnje intenzivne poljoprivredne kulture, beznačajni suhi-polusuhi travnjaci, spontane populacije neautohtonih vrsta drveća, bagremove plantaže, sađene plantaže šumskog i crnog bora, otvoreni pješčani travnjak, beznačajne ili mlade šume mekog drveća autohtonih vrsta, sađene skupine neautohtonih vrsta drveća, šumski pojasevi i drvoredi, pješčani stepski travnjaci, cestovna i željeznička mreža.

Odabir skladišnog prostora unutar lokacije pogona je najpovoljnije i u pogledu čuvanja, društvene prihvatljivosti, prijevoznih/logističkih zadaća i izgradnje sustava monitoringa vezanog za nove blokove. Na temelju raspoloživih informacija površina veličine oko 75 × 100 m sa čvrstom podlogom bila bi podobna za privremeno odlaganje (u trajanju više desetljeća) istrošenih gorivnih elemenata nastalih tijekom cjelokupnog pogonskog razdoblja.



Slika 96. Suho, kontejnersko skladištenje u vertikalnom položaju [42]



Slika 97. Punjenje suhog odlagališta u horizontalnom položaju [43]



Slika 98. Uobičajeni raspored u slučaju suhog kontejnerskog skladištenja [44]

21 RADIOAKTIVNOST OKOLIŠA – IZLOŽENOST ZRAČENJU STANOVNIŠTVA U OKRUŽENJU LOKACIJE

21.1 RADIOAKTIVNOST OKOLIŠA U KRUGU OD 30 KM OKO NUKLEARNE ELEKTRANE

Ispitivanje okruženja Nuklearne elektrane Paks vrši se već od 1978. godine mjerenjima radioaktivnosti raznih uzoraka iz okoliša, počev od mjerenja polazne (nulte) razine pa sve do kontinuiranih pogonskih mjerenja. Mjerenja su vršili odnosno vrše i danas Nuklearna elektrana Paks, državne službe i druge ustanove.

Za karakteriziranje radioaktivnosti okruženja Nuklearne elektrane Paks upotrijebili smo rezultate mjerenja koncentracije aktiviteta u sljedećim elementima okoliša:

- brzina doze zračenja okoliša,
- in-situ gamma-spektrometrijska mjerenja,
- uzorci zraka, tla i trave,
- uzorci površinskih voda,
- uzorci mulja,
- riblji uzorci,
- uzorci podzemnih (talnih) voda,
- uzorci mlijeka.

Za osnovu vrednovanja u prvom redu uzeli smo godišnja izvješća Službenog sustava praćenja radioaktivnosti u okolišu (SSPRO) i Pogonskog sustava praćenja radioaktivnosti u okolišu (PSPRO) iz razdoblja 2001-2011. godine. Raspoložive rezultate mjerenja iz perioda 2001-2011. godine podijelili smo u skupine prema njihovom mjestu. Na temelju preliminarnih ispitivanja podijelili smo okruženje elektrane na 3 udaljenosti (ispod 5 km, 5-10 km i 10-30 km), i na 4 smjera (sjeverni, južni, istočni i zapadni).



Slika 99.: Podjela sektorskih skupina u okruženju elektrane u krugu od 30 km

Postaja	Prosjeck brzine doze [nSv/h]	Godine
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.
Referentna razina prema SSPRO-u	78	2001-2011.

Tablica 63. Prosječne vrijednosti brzine doze

Radiološki rezultati podzemnih voda

Na lokaciji pogona Nuklearne elektrane Paks i u okolici izgrađeno je nekoliko bunara za uzimanje uzoraka kako bi se aktivitet ³H i drugih radioaktivnih izotopa mogao mjeriti u podzemnim vodama. U uzorcima uzimanim unutar pogona može se pronaći tricij s velikim kolebanjem. Prosjeck vrijednosti se kreće od 2 do 2.326 Bq/dm³ ovisno o godišnjoj dobi, vodostaju i brzini protjecanja. Mogu se izvesti sljedeći opći zaključci:

- U bližem okruženju središnje zgrade Nuklearne elektrane Paks protjecanje tricija se odvija u smjeru sjever – sjeveroistok. Smjer širenja opterećenja tijekom visokog vodostaja Dunava skreće prema sjeveru–sjeverozapadu te se širenje zaustavlja, odnosno njegovo područje se proširuje i prema zapadu.
- Pored tricija, u manjoj mjeri može se iskazati ¹⁴C, druge radionuklide umjetnog porijekla nije moguće iskazati u podzemnim vodama.
- Rezultati mjerenja pokazuju da je koncentracija aktiviteta tricija u postupnom opadanju.

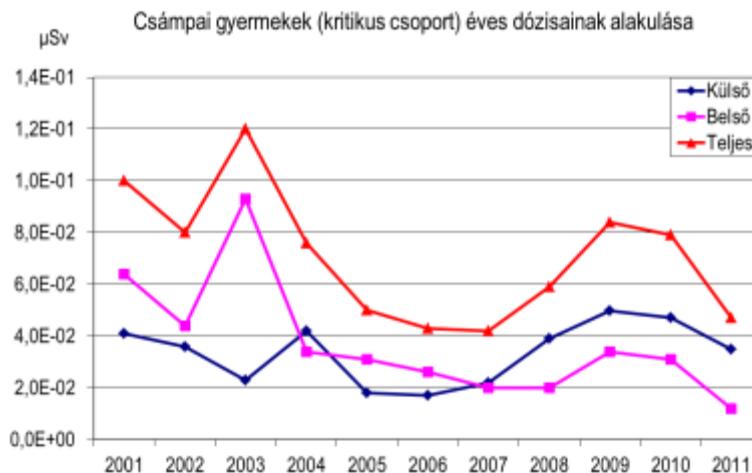
Pojava tricija (³H) i radiokarbona (¹⁴C) je prije svega globalnog porijekla. Na žalost o tome baza podataka mjerenja s državnom pokrivenošću stoji na raspolaganju samo u ograničenom opsegu, ali jedan dio vrijednosti koje se pojavljuju u okruženju nuklearne elektrane vjerojatno potječu iz elektrane. U podzemnim vodama na području pogona zasigurno potječu iz elektrane, međutim područje opterećenja je ograničeno na samo područje pogona.

Ispitivanja pojavljivanja radioizotopa u okruženju nuklearne elektrane tijekom 2012. godine

Za karakteriziranje trenutnog stanja (koncentracija radioizotopa) okruženja nuklearne elektrane, na 5 ispitnih mjesta obavili smo sljedeća mjerenja: in-situ gamma-spektrometrijsko mjerenje (50 mjerenja), brzina gama doze (50 mjerenja), mjerenje koncentracije aktiviteta tla (mjerenje 50 komada uzoraka). Ispitivanja su obavljena tijekom izrade ekološke podloge za produljenje radnog vijeka Nuklearne elektrane Paks, na morfološki identificiranim potencijalnim mjestima nakupljanja.

Određivanje atmosferskog širenja atmosferske emisije, koncentracije elemenata kopnenog lanca ishrane i opterećenja zračenjem iz pojedinih prijenosnih puteva izlaganja pretežito je izvršeno pomoću paketom vlastitih programa "SS57" izrađenih na temelju modela opisanih u izdanjima IAEA Safety Series No. 57 i IAEA Safety Reports Series No. 19 s. Tijekom proračuna koristili smo postupak temeljen na tzv. Gaussovom modelu perjanice sa zonskim prosjecima. Primijenili smo postupak koji se temelji na međunarodnim preporukama, koji objedinjuje iskustva iz brojnih zemalja svijeta, a jednostavno se primjenjuje u rutinskoj praksi.

Proračun opterećenja zračenjem uslijed atmosferske emisije nuklearne elektrane i KKÁT izvršili smo za svaku godinu u razdoblju 2001-2011. Proračune za dječju starosnu skupinu u Čampi (kritična skupina) uslijed atmosferske emisije NE Paks prikazuje sljedeća slika. Ne uzimajući u obzir pogonski poremećaj (2003.) opterećenje zračenjem je u razdoblju od 2001. do 2007. pokazalo postupno smanjenje, nakon toga se pojavio rast do 2009-te (a vrijednosti za 2010-11. godinu ponovno su pokazale smanjivanje).



Slika 101. Hod godišnjih doza djece u Čampi (kritična skupina) uslijed emisije iz dimnjaka elektrane

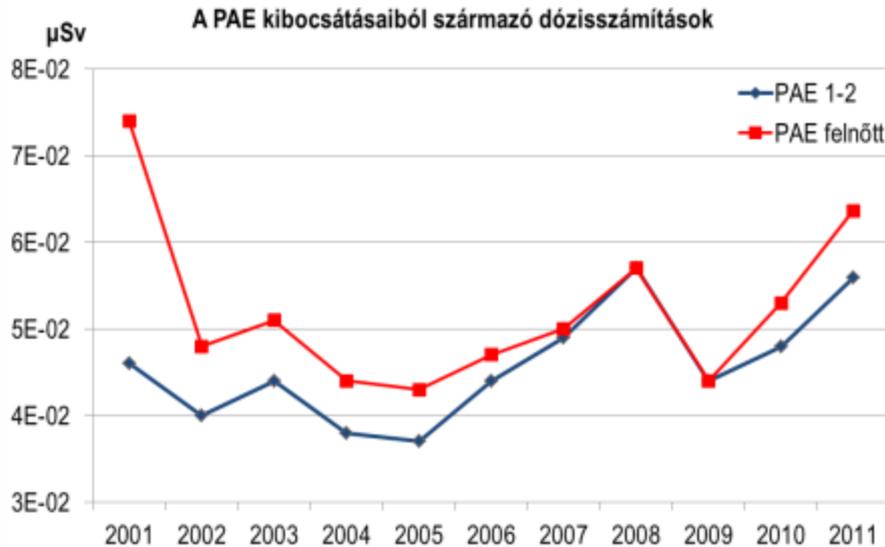
Csámpai gyermekek (kritikus csoport) éves dózisainak alakulása	Hod godišnjih doza djece u Čampi (kritična skupina)
Külső	Vanjski
Belső	Unutarnji
Teljes	Ukupni

Opterećenje zračenjem uslijed emisije u vodu

Tekuće emisije nuklearne elektrane konačno se ulijevaju u Dunav, kao recipijenta. Konzervativni je pristup, ako na međudionicama – prihvatni spremnici, kanal tople vode – zanemarimo procese razblaživanja i taloženja (radioaktivni raspad je također zanemariv tijekom širenja u Dunavu, jedino se uzima u obzir u slučaju istaloženih radionuklida).

Najjednostavniji model za opis razblaživanja i širenje u tekućoj vodi pretpostavlja potpuno miješanje. Na mjestima dovoljno blizu emisije naravno ovaj uvjet nije ispunjen, stoga u se mlazu mogu očekivati veće koncentracije nego prema računu s potpunim miješanjem. Teško je odrediti točnu mjeru, jer s jedne strane ovisi o brojnim parametrima (ispuštena voda i masa recipirajuće vode, temperature, brzine strujanja, itd.), s druge strane i matematičko rješavanje problema je vrlo složeno.

Proračun vanjskog i unutarnjeg opterećenja zračenjem iz tekuće emisije Nuklearne elektrane Paks i KKÁT (zajedno se ulijevaju u Dunav) u odnosu na dječju starosnu dob (1-2 godine) u Gerjenu prikazuje sljedeća slika.



Slika 102. Opterećenje zračenjem uslijed tekuće emisije Nuklearne elektrane Paks glede dječjeg (1-2 godine) i odraslog uzrasta u Gerjenu

A PAE kibocsátásából származó dózisszámítások	Proračun doza uslijed emisije NE Paks
PAE 1-2	NE Paks 1-2
PAE felnőtt	NE Paks odrasli

Opterećenje zračenjem iz drugih izvora

Jedan dio trase prijevoza **nuklearnog otpada** prolazi pored naseljenih mjesta, stoga se neka osoba može zadržavati relativno blizu teretnom vozilu. U tom slučaju osoba pored ceste može biti i na 5 m, te tijekom prijevoza osoba uz cestu može biti izložena zračenju čak od 23,04 µSv (5 minuta), ako računamo s bačvama iz elektrane prosječnog aktiviteta. To je jedna apsolutno konzervativna procjena, naime pretpostavlja se da se netko tijekom svakog transporta zadržava upravo blizu transportnog vozila.

U slučaju prijevoza **svježih gorivnih elemenata** proučili smo dva slučaja, prvi slučaj: ako se vlak na kolodvoru iz nekog razloga zaustavi (zastoj u prometu) i putnici koji tada čekaju na vlak, zadržavaju se izvjesno vrijeme (1/2 sata) relativno blizu, na 5 m od vlaka. U tom slučaju je opterećenje uslijed zračenja gorivnih elemenata u jednom željezničkom vagonu: 0,66 µSv. Drugi slučaj: kada kompozicija prolazi kroz kolodvor bez zaustavljanja, računajući s brzinom od 30 km/h, kritičnu osobu koja također čeka na vlak na kolodvoru, na 5 m od kompozicije tijekom njenog prolaska, izlaže se zračenju od 1,17 nSv.

Izračunali smo izloženost stanovništva neutronskom i gama zračenju na raznim udaljenostima od lokacije, uslijed prijevoza **istrošenih gorivnih elemenata** (transportni kontejner C-30) u KKÁT unutar lokacije, kao i za kritično stanovništvo u Čampi. Računali smo s prosječno istrošenim gorivnim elementima (40,9 GWnap/tU) koji su odležali 3 godine. Za opterećenje zračenjem kritičnog stanovništva (na 1300 m od vanjskog zida kontejnera) računali smo s 1 satom vremena prijevoza i s 480 komada prevezenih istrošenih gorivnih elemenata godišnje, što se smatra maksimalnom vrijednošću, iz toga slijedi opterećenje zračenjem od 0,0235 nSv.

Ispitali smo izloženost zračenju na raznim udaljenostima i za slučaj prijevoza unutar lokacije **sredstava na čijoj se površini nalaze radionuklidi**. Za ⁶⁰Co (brzina doze na površini: 1µSv/h) na 500 m brzina doze iznosi 5,33E-09 µSv/h, to znači da bi bilo potrebno oko 21 godine da sredstvo s radioaktivnom tvari na površini uzrokuje opterećenje zračenja od 1 nSv.

Tijekom **industrijskih radiografskih ispitivanja** koriste se izvori zračenja visokog aktiviteta, ti izvori se koriste u dva položaja: jedan je kada se izvor zračenja nalazi u vlastitom zaštićenom omotu, a drugi kada je izvor zračenja tijekom ispitivanja bez zaštite u okruženju. Proračune za radiografska ispitivanja izvršili smo za različite udaljenosti, pretpostavljajući izvore zračenja od 2 TBq¹⁹²Ir, kao i 5 TBq početne aktivnosti izvora zračenja ⁷⁵Se, i da će se izvršiti oko 2200 radiografskih ispitivanja godišnje, i dobili rezultat da se time na udaljenosti od 1.300 m, odnosno 500 m uzrokuje opterećenje zračenjem od 0,67 µSv, odnosno 5,62 µSv.

Sažetak izloženosti stanovništva zračenju

Godišnja razina opterećenja zračenjem stanovništva dobivena tijekom modeliranja u svakom slučaju je bila ispod granične doze (1 mSv), odnosno razine ograničenja doze (100 μ Sv postrojenja Nuklearne elektrane Paks + KKÁT) čak i uz konzervativnih pretpostavki koje se u stvarnosti mogu dogoditi s vrlo malom vjerojatnošću. Vrijednosti opterećenja zračenjem računate na temelju emisija spadaju u red veličina nSv/godina, utjecaji iz drugih izvora (prijevoz svježih gorivnih elemenata, istrošenih elemenata, radioaktivnog otpada, radiografska ispitivanja) mogu biti veći, ali to nisu ustaljeni slučajevi, imajući u vidu najnepovoljnije okolnosti izloženost pojedinaca stanovništva zračenju spada u red veličina μ Sv/godina, što je za više redova veličina ispod dozvoljene vrijednosti propisane u regulativi.

Promjenu opterećenja zračenjem ove veličine praktički nije moguće iskazati mjerenjima, stoga i dalje ćemo se oslanjati na modeliranja i proračune.

21.4 UTJECAJ GRAĐENJA PAKSA II NA OPTEREĆENJE STANOVNIŠTVA ZRAČENJEM U OKRUŽENJU LOKACIJE

Opterećenje zračenjem koje zahvaća stanovništvo, prije svega može potjecati iz radiografskih istraživanja. Poznavajući broj radiografskih istraživanja moguće je odrediti veličinu godišnjeg opterećenja stanovništva zračenjem. Mogu se očekivati vrijednosti istog reda veličine kao u prethodno prikazanim proračunima. Opterećenje zračenjem od radiografskih istraživanja može se smatrati izravnim utjecajem, u fazi gradnje nisu relevantna posredna opterećenja.

21.5 UTJECAJ RADA PAKSA II NA OPTEREĆENJE STANOVNIŠTVA ZRAČENJEM U OKRUŽENJU LOKACIJE

Izloženost zračenju uslijed atmosferske emisije

U slučaju normalnog pogona emisija se odvija na 100 m (dimnjak) i na 40 m (turbinska zgrada). Polazeći od visine dimnjaka od 100 m, uzimajući za polaznu osnovu slične uvjete Nuklearne elektrane Paks računali smo sa 120 m efektivne visine emisije i s podacima meteorološkog tornja s visine od 120 m. Visinu emisije od 40 m uzeli smo u razmatranje s efektivnom visinom od 50 m, prilagođavajući se podacima meteorološkog tornja s 50 m.

Za emisije po nuklidima za polazne podatke smo uzeli vrijednosti normalnog pogona zadanih od strane MVM Paks II. Zrt (podaci ruskog partnera). [40]

Radionuklid	Emisija kroz dimnjak emisija I.	Emisija iznad krova turbinske zgrade emisija II.
	Bq/godina	Bq/godina
³ H	7,80E+12	2,40E+09
¹⁴ C (CO ₂)	3,00E+10	-
¹⁴ C (organski)	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 (elementarni)	4,85E+07	2,48E+06
¹³² I (elementarni)	6,46E+07	8,00E+06
¹³³ I (elementarni)	9,20E+07	7,44E+06
¹³⁴ I (elementarni)	4,40E+07	2,24E+06
¹³⁵ I (elementarni)	7,53E+07	5,68E+06
¹³¹ I (organski)	4,85E+07	3,47E+06
¹³² I (organski)	6,46E+07	1,12E+07
¹³³ I (organski)	9,20E+07	1,04E+07
¹³⁴ I (organski)	4,40E+07	3,14E+06
¹³⁵ I (organski)	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

Izvor: MIR.1200 Preliminary data and information for safety and environmental licensing, Appendix 3

Tablica 64. Emisije normalnog pogona dvaju blokova (Bq/godina)

Za ispuštene radionuklide uzeli smo u obzir sljedeće dodatne pretpostavke:

- tricij smo u 100 % smatrali vodenom parom
- radiokarbon smo u 5 % smatrali kao CO₂, a u 95 % kao organski spoj, na temelju višegodišnjih podataka emisije Paksa.
- radiojodove smo u 4 % smatrali aerosolima, u 40 % kao elementarni, a u 56 % kao organski, na temelju podataka emisije iz zadnjih godina Nuklearne elektrane Paks.

Plemenite plinove smatrali smo kao elementarne plinove, a ostale, u ranijoj točki nespomenute radionuklide kao aerosole. I sada smo koristili ranije spomenuti program „SS57” i na temelju navedenog načina proračuna iz koncentracija utvrdili smo sljedeće doze:

- ❖ vanjsko opterećenje zračenjem
 - dubinska gama doza
 - gama doza na površini tla
 - gama doza iz resuspenzije
 - dubinska doza beta zračenja (doza na koži)
- ❖ unutarnje opterećenje zračenjem
 - doza od inhalacije
 - inhalacijska doza iz resuspenzije

- o doza gutanja konzumiranjem hrane

Na temelju meteoroloških podataka iz 2009. godine proveli smo proračune za djecu od 1-2 godine i za starosnu dob odraslih i slijedili smo sljedeću teritorijalnu podjelu:

Skupina sektora	Sektor	Kružni prsten	Udaljenost [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

Tablica 65. Teritorijana raspodjela proračuna emisije

Na temelju naredne dvije tablice se vidi da su rezultati u biti slični računatim vrijednostima emisije postojećih blokova, međutim rezultati za djecu iz naselja Čampa zaostaju za ranijim višegodišnjim maksimumom. To se s jedne strane može zahvaliti tome što je Čampa nešto udaljenija i nalazi se u drugom smjeru u odnosu na dimnjake, a s druge strane zadane prosječne vrijednosti emisije odstupaju od ranije zadanih.

Sukladno emisijama, udio pojedinih nuklida je drugačiji nego u slučaju ranijih blokova, ali i tu je vanjska doza plemenitih plinova (dominira ^{88}Kr) i gutanje porijeklom radiokarbona presudno. Pored navedenih, značajan udio u dozi ima tricij, odnosno izotopi (elementarni) ^{131}I i Cs. Doza djece od 1-2 godine je nešto viša nego u odraslih, i kod oba slučaja su vanjske doze veće.

Pošto računate efektivne doze na ispitivanom području nigdje ne premašuju vrijednost od $90 \mu\text{Sv}$, najveće računate vrijednosti (i za djecu na udaljenosti od 500 m iznosi svega 220 nSv) za dva i pol reda veličina ostaju ispod, može se reći da normalan pogonski rad elektrane ne predstavlja veći rizik od neutralnog (iznad vrijednosti $90 \mu\text{Sv}$) na području izvan sigurnosne zone.

Udaljenost	<1 km				1-5 km				5-10 km				10-30 km				1,5 km
	Trasa/Sektor	4-7	8-11	12-15	16-3	4-7	8-11	12-15	16-3	4-7	8-11	12-15	16-3	4-7	8-11	12-15	
Dubinska 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
Površinska 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
Dubinska 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
Ukupno vanjska	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
Udisanje	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. udisanje	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
Gutanje	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
Ukupno unutarnja	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
Sveukupno	1,8E-07	2,2E-07	1,4E-07	1,2E-07	2,6E-08	3,9E-08	1,6E-08	2,4E-08	5,8E-09	9,0E-09	3,3E-09	5,7E-09	9,9E-10	1,5E-09	5,0E-10	9,7E-10	6,9E-08

* 1% od vrijednosti dubinske beta doza (doza kože) sadržan je u vanjskim i sveukupnim (efektivnim) dozama

Tablica 66. Doze za djecu od 1-2 godine na pojedinim područjima na temelju meteoroloških podataka za 2009-tu, po prijenosnom putu izlaganja (I+II, Sv)

Udaljenost	<1 km				1-5 km				5-10 km				10-30 km				1,5 km
	Trasa/Sektor	4-7	8-11	12-15	16-3	4-7	8-11	12-15	16-3	4-7	8-11	12-15	16-3	4-7	8-11	12-15	
Dubinska 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
Površinska 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
Dubinska 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
Ukupno vanjska	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
Udisanje	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. udisanje	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
Gutanje	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
Ukupno unutarnja	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
Sveukupno	1,5E-07	1,9E-07	1,2E-07	1,0E-07	2,2E-08	3,3E-08	1,3E-08	2,0E-08	5,0E-09	7,5E-09	2,8E-09	4,8E-09	8,4E-10	1,3E-09	4,2E-10	8,2E-10	5,9E-08

* 1% od vrijednosti dubinske beta doza (doza kože) sadržan je u vanjskim i sveukupnim (efektivnim) dozama

Tablica 67. Prisutne doze za odrasle na pojedinim područjima na temelju meteoroloških podataka iz 2009. godine, po prijenosnom putu izlaganja (I+II, Sv)

Opterećenje zračenjem uslijed projektom predviđenih kvarova

Za ispitivanje događaja TA4 (Projektna osnova 4) kao polaznu osnovu uzeli smo slučajeve u DBC4 (Design Basis Category 4) [41] u ruskom izvoru podataka. U slučaju događaja TA4/DBC4 emisije kroz dimnjak visine 100 m uzeli smo s efektivnom visinom od 120 m, kod „površinskih” emisija smo računali s visinom ventilatora na krovu zgrade, na 35 m. Za proračun smo i sada koristili model s oznakom „SS57”. Rane (na temelju 10-dnevne emisije) i kasne (na temelju 30-dnevne emisije) doze tretirali smo kao dva odvojena događaja. U oba slučaja smo za jednu meteorološku situaciju izračunali doze za starosnu dob djece od 1-2 godine i za odrasle. Računali smo s ljetnom emisijom, ostali su parametri bili isti kao kod normalnih uvjeta. Meteorološki uvjeti su bili prosječni, s malo oborina:

Kategorija stabiliteta (Pasquill): D

Brzina vjetra: 5 m/s (18 km/h)

Oborine: 2,8E-7 m/s (1 mm/h)

Za proračun područja utjecaja, udaljenost na kojoj su doze maksimalne odredili smo iteracijom. Za scenarije smo izvršili proračune za sljedeće udaljenosti: 300 m, 400 m (udaljenost maksimalne doze), 600 m, 800 m, 3 km, 10 km, 20 km, 30 km.

Rane doze: na temelju zadanih 10-dnevnih „površinskih” i emisija iz dimnjaka izračunali smo sljedeće doze iz oblaka i s površine tla, zatim izračunali njihove zbrove:

- dubinska gama doza
- dubinska beta doza (u zbiru je sadržana u omjeru od 1 %)
- površinska gama doza
- doza od inhalacije
- doze iz resuspenzije

Nuklid	10-dnevna emisija iz dimnjaka	10-dnevna „površinska” emisija
¹³¹ I (elementarni)	2,90E+08	2,10E+09
¹³² I (elementarni)	1,50E+07	1,00E+08
¹³³ I (elementarni)	5,80E+07	4,00E+08
¹³⁴ I (elementarni)	3,20E+06	2,30E+07
¹³⁵ I (elementarni)	1,00E+07	7,10E+07
¹³¹ I (organski)	8,70E+09	6,10E+09
¹³² I (organski)	1,70E+08	1,20E+08
¹³³ I (organski)	1,40E+09	9,80E+08
¹³⁴ I (organski)	2,00E+07	1,40E+07
¹³⁵ I (organski)	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

Tablica 68. Rane emisije (Bq)

Kasne doze: iz zadanih 30-dnevnih „površinskih” i emisija iz dimnjaka izračunali smo sljedeće doze iz oblaka i sa površine tla, zatim izračunali njihove zbrove:

- dubinska gama doza
- dubinska beta doza (u zbiru je sadržana u omjeru od 1 %)
- površinska gama doza
- doza od inhalacije
- doze iz resuspenzije
- doza od gutanja

Nuklid	30-dnevna emisija iz dimnjaka	30-dnevna „površinska” emisija
¹³¹ I (elementarni)	4,30E+08	3,00E+09
¹³² I (elementarni)	1,50E+07	1,00E+08
¹³³ I (elementarni)	5,80E+07	4,00E+08
¹³⁴ I (elementarni)	3,20E+06	2,30E+07
¹³⁵ I (elementarni)	1,00E+07	7,10E+07
¹³¹ I (organski)	1,40E+10	9,80E+09
¹³² I (organski)	1,70E+08	1,20E+08
¹³³ I (organski)	1,40E+09	9,80E+08
¹³⁴ I (organski)	2,00E+07	1,40E+07
¹³⁵ I (organski)	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

Tablica 69. Kasne emisije (Bq)

Proračune smo izvršili i za starosnu dob djece od 1-2 godine i za odrasle, kasne doze iz depozicije na površini tla integrirali smo za odrasle na 50, a za djecu na 70 godina, kod unutarnjih doza u svakom slučaju smo računali s vezanim čimbenicima doze. Kao daljnju konzervativnu pretpostavku kao polaznu osnovu uzeli smo neprekidni boravak u mjestu i potrošnju samo lokalno proizvedene hrane, odnosno da nisu poduzete nikakve zaštitne mjere.

Kao što se vidi iz sljedeće tablice, računata doza niti u jednom slučaju ne premašuje neutralni utjecaj (efektivna doza < 90 μSv/godišnje) (najveća vrijednost: 21 μSv – kasna doza za djecu na 400 m), iz tog razloga se može reći, da se izvan sigurnosne zone očekuje isključivo neutralni utjecaj (u stvarnosti i unutar sigurnosne zone).

Događaj/udaljenost	300m	400m	600m	800m	3km	10km	20km	30km
djeca rana	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 rana	5,30E-07	6,53E-07	5,22E-07	3,95E-07	8,40E-08	1,20E-08	3,65E-09	1,85E-09
djeca kasna	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 kasna	1,60E-05	2,00E-05	1,51E-05	1,01E-05	7,75E-07	4,60E-08	8,80E-09	3,46E-09

Tablica 70.: Zbir ukupnih doza projektom predviđenih kvarova (Sv)

O ranim se dozama može reći da na manjim udaljenostima (npr. u slučaju maksimuma za 400 m) najveći dio doze uzrokuje ¹³¹I „s površinskom emisijom” (prije svega putem inhalacije), na većim udaljenostima u prvi plan dolazi dubinska gama doza plemenitih plinova, osobito ¹³³Xe iz emisije dimnjaka (što je, naravno, za više redova veličina manja, nego doza računata u maksimumu). Doza odraslih je u ovom scenariju znatno manja (na manjim udaljenostima je blizu polovice) nego za djecu.

Veći dio kasnih doza na manjim udaljenostima potječe od „površinske” emisije Cs izotopa (i manjim dijelom od ¹³¹I) (prvenstveno površinska gama i gutanjem), dok na većim udaljenostima i ovdje pretežito dominira dubinska gama doza ¹³³Xe iz emisije dimnjaka. Doza odraslih je i u ovom slučaju manja nego za djecu, ali na manjim udaljenostima samo u manjoj mjeri (veću površinsku gama dozu djece ovdje gotovo kompenzira veća doza od gutanja kod odraslih).

Opterećenje zračenjem iz tekućih emisija

Tekući radioaktivni otpadi trasom tekuće emisije Nuklearne elektrane Paks (kanal tople vode), nakon miješanja i razblaživanja ulijevaju se u Dunav i dolaze do vodozahvate, odnosno do točaka drugih načina uporabe vode. Na taj način radioaktivni otpad, korištenjem vode Dunava posredno ili izravno (kroz hranidbeni lanac u vodi) dolazi u kontakt s ljudima i može uzrokovati unutarnje odnosno vanjsko opterećenje zračenjem. Model korišten za proračun izloženosti zračenju temelji se na preporuci IAEA. Planske emisije blokova ruskog tipa VVER 1200 MW odnose se na jedan blok i temelje se na podacima ruskog isporučitelja:

Radionuklid	³ H	¹⁴ C	¹³¹ I	¹³² I	¹³³ I	¹³⁴ I	¹³⁵ I	⁸⁹ Sr
Emisija/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	
Emisija/blok	2,3E+03	8,0E+07	1,2E+08	5,5E+05	6,1E+05	2,5E+06	5,6E+05	

* vrijednost procijenjena od strane društva Isototech Zrt.

Tablica 71. Planirane tekuće emisije ruskog bloka tipa VVER 1200 MW (Bq/godina) [30]

Opterećenje zračenjem starosne dobi djece od 1-2 godine i odraslih među stanovništvom naselja Gerjen – koji istodobno predstavlja referentnu (kritičnu) skupinu stanovništva glede tekućih emisija – sadržava tablica 72. Prema rezultatima doza odraslog stanovništva – pri zadanim godišnjim emisijama, pretpostavljenim podacima potrošnje i pokazateljima načina života – premašuje vrijednost za djecu od 1-2 godine. U obje skupine – praktički u 100% je presudno unutarnje opterećenje zračenjem, unutar toga je najznačajniji udio ³H i ¹⁴C (kod djece. Kod odraslih se kao značajni mogu istaći još i udjela ¹³⁴Cs i ¹³⁷Cs. Međutim, opterećenja zračenjem – i pored izrazito konzervativnog pristupa – su niska, predstavljaju svega 2-3 promila od vrijednosti ograničenja doze.

Radionuklid	Djeca 1-2 godine			Odrasli		
	vanjska	unutarnja	ukupna	vanjska	unutarnja	ukupna
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
Ukupno	2,5E-01	9,7E+01	9,7E+01	2,6E-01	1,3E+02	1,3E+02

Tablica 72. Doza stanovništva Gerjena, djece starosne dobi od 1-2 godine i odraslih uslijed godišnje tekuće emisije, po bloku ruskog tipa VVER 1200 MW (nSv/godina)

Ispitivanje detektibilnosti koncentracije aktiviteta uslijed atmosferskih i tekućih emisije Paksa II i eventualnih nakupljanja

Cilj nam je bio da utvrdimo je li utjecaj atmosferskih i tekućih emisija 2 komada ruskih blokova tipa VVER 1200 MW mjerljiv u pojedinim elementima okoliša i u eventualnim nakupljanjima. Primijenili smo konzervativni pristup u smislu što smo najveće koncentracije aktiviteta usporedili s pragovima detektibilnosti programa elektrane za rutinsko praćenje stanja okoliša.

Kod atmosferske emisije usporedili smo koncentracije aktiviteta računate iz podataka emisije za 2009. godinu s pragovima detektibilnosti programa elektrane za rutinsko praćenje stanja okoliša. Uzimali smo maksimume koncentracija aktiviteta (zrak, površina tla, meso, žitarice, povrće, mlijeko) za pojedine udaljenosti (<1; 1-5 km, 5-10 km, 10-30 km) u raznim pravcima, odnosno vrijednosti računate za 1,5 km, zatim smo ih usporedili s pragovima detektibilnosti. Rezultati su pokazali da u prvoj skupini (koja predstavlja ostvariva mjerenja) postoji mogućnost samo za iskazivanje tek nekoliko radionuklida, osobito glede tricija i radiokarbonsa. U drugoj skupini (s mjerenjima koje se mogu obaviti samo uz veće napore) pored nekoliko radionuklida koncentracije zraka, u načelu bi se mogli mjeriti pojedini elementi aktiviteta površine tla, npr. elementarni jod, radiocezij (koji je inače prisutan i neovisno o elektrani, u koncentraciji većoj od ovdje izmjerene), ali bi se oni mogli iskazati uglavnom na manjim udaljenostima od Nuklearne elektrane Paks. Prema proračunima svi ostali radionuklidi spadaju u kategoriju nemjerljivih.

Kod tekućih emisija računali smo metodom primijenjenom kod atmosferskih emisija, iz hranidbenog lanca u vodi kroz vode, sedimenta i riba Dunava, za elemente okoliša zahvaćenih putem zalijevanja: za tlo, lisnato povrće, stočnu hranu, kravlje mlijeko i goveđe meso. Kod prve skupine – tu spada jedino sadržaj tricija i radiokarbonsa u vodi Dunava, odnosno očekivana koncentracija aktiviteta ¹³⁷Cs u ribama – ciljanim ispitivanjem koji ne iziskuje znatno veće napore od rutinskog programa praćenja postoji mogućnost za utvrđivanje utjecaja novih blokova. Kod druge skupine bi samo uz mnogo veće napore (vrlo veliki broj uzoraka, ekstremno osjetljivi mjerni instrumenti, jako dugo vrijeme mjerenja) bilo eventualno mogućnosti za iskazivanje ¹³⁷Cs (u vodi Dunava, u sedimentu i stočnoj hrani). U slučaju treće skupine za iskazivanje utjecaja elektrane na okoliš uopće ne postoji realna mogućnost.

Kao zaključak može se reći, da pri normalnom pogonu Paksa II, glede atmosferske i tekuće emisije radiološki je utjecaj vrlo mali, za više redova veličina ispod ograničenja doze (90 µSv/godina).

Područja utjecaja rada Paksa II

Prilikom klasificiranja radiološkog utjecaja koristili smo sljedeću kategorizaciju:

Klasifikacija	Radiološki utjecaj (E=efektivna doza)
neutralan	$E < 90 \mu\text{Sv/godina}$
podnošljiv	$90 \mu\text{Sv/godina} < E < 1 \text{ mSv/godina}$
opterećujući	$1 \text{ mSv/godina} < E < 10 \text{ mSv/2 dana ili } 10 \text{ mSv/događaj}^*$
štetan	$10 \text{ mSv/2 dana ili } 10 \text{ mSv/događaj} < E < 1 \text{ Sv/događaj}^{**}$
isključujući	$1 \text{ Sv/život} < E$

* bez utjecaja hranidbenog lanca

** za cijeli životni vijek (za odrasle 50 godina, za djecu 70 godina), bez utjecaja hranidbenog lanca

gdje je

90 µSv/godina vrijednost ograničenja doze određena od strane ÁNTSZ-OTH

1 mSv/godina granica doze za stanovništvo

10 mSv uštedena doza za odstupanja od normalnog pogonskog stanja

1 Sv/život razina intervencije koja se odnosi na konačno preseljenje.

Ukupni radiološki utjecaji (izravni i posredni) pri normalnom pogonu, u krugu polumjera 500 m ostaju ispod ograničenja doze (neutralni utjecaj), budući da to važi i za područje sigurnosne zone, stoga: granica područja utjecaja tijekom normalnog pogona podudara se s granicom sigurnosne zone.



Slika 103. Područje utjecaja normalnog pogona Paksa II: krug polumjera od 500 m u sigurnosnoj zoni od 500 m

(Tijekom određivanja područja utjecaja uzeli smo središte dvaju dimnjaka, područje utjecaja smo označili od tog središta u krugu polumjera od 500 m. Kao što se vidi na gornjoj slici, ovaj krug obuhvata sigurnosnu zonu od 500 m.)

Utjecaj i područje utjecaja istodobnog rada Paksa II, Nuklearne elektrane Paks i KKÁT-a

Zbirni utjecaj atmosferskih emisija tijekom normalnog pogona prikazali smo u donjim tablicama kao ukupnu maksimalnu dozu triju postrojenja (Paks II., Nuklearna elektrana Paks i KKÁT) koja funkcioniraju na tom području, iskazanu za dvije skupine i za određene udaljenosti. Na temelju toga se vidi da zbirna doza ostaje ispod neutralne vrijednosti za dva reda veličine.

Pogon/područje	Csámpa	<5km	5-10km	10-30km
Nuklearna elektrana Paks (2009)	8,40E-08	4,00E-08	6,50E-09	1,00E-09
Paks II. (2009)	6,90E-08	3,90E-08	9,00E-09	1,50E-09
KKÁT (2011)	1,40E-09	4,00E-10	6,60E-11	1,00E-11
Ukupno	1,54E-07	7,94E-08	1,56E-08	2,51E-09

Tablica 73. Ukupna doza Paksa II, Nuklearne elektrane paks i KKÁT-a za maksimalne godine, za djecu od 1-2 godine, Sv

Pogon/područje	Csámpa	<5km	5-10km	10-30km
Nuklearna elektrana Paks (2009)	6,00E-08	2,90E-08	4,70E-09	7,30E-10
Paks II. (2009)	5,90E-08	3,30E-08	7,50E-09	1,30E-09
KKÁT (2011)	7,00E-10	2,10E-10	3,40E-11	6,60E-12
Ukupno	1,20E-07	6,22E-08	1,22E-08	2,04E-09

Tablica 74.: Ukupna doza Paksa II., Nuklearne elektrane paks i KKÁT-a za maksimalne godine, za odrasle, Sv

Djeca 1-2 godine (nSv/godina)	Odrasli (nSv/ godina)
1,54E+02	2,04E+02

Tablica 75. Najveći zbirni utjecaj tekućih emisija u naselju Gerjen na godišnjoj razini

U slučaju opterećenja zračenjem uslijed normalnog pogona, područje utjecaja Paksa II, Nuklearne elektrane Paks i KKÁT-a je granica objedinjene sigurnosne zone.

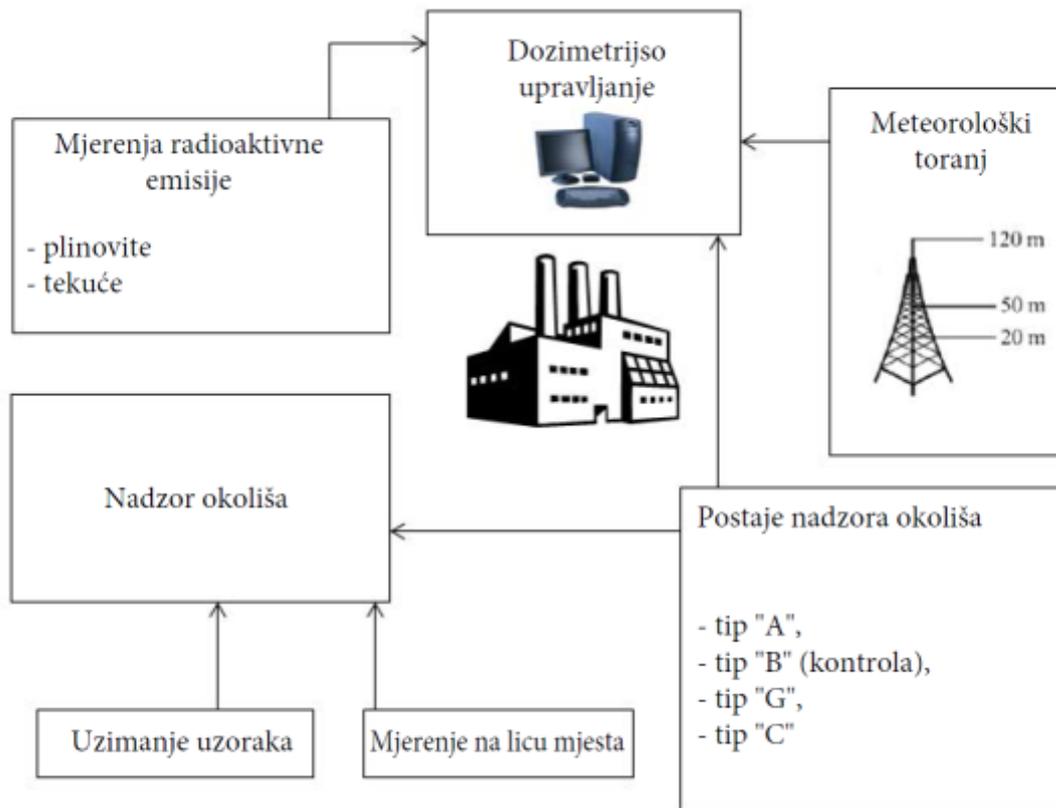
Preporučeni sustav praćenja radioaktivnosti u okolišu

Sustav monitoringa radioaktivnosti okoliša Nuklearne elektrane Paks koja i sada funkcionira, može se smatrati potpunim, djeluje na visokoj razini čak i po međunarodnim mjerilima. Mjerenje tekućih i plinovitih emisija obavlja se kontrolom na dvije razine: kontinuiranim mjerenjem preko sustava daljinskog mjerenja, odnosno uzorkovanjem.

U sustav daljinskog mjerenja spadaju postaje daljinskog mjerenja: postaje tipa A (9 kom.), G (11 kom.) C (15 kom.) i B (1 kom, kontrola). Blokovi Paksa II nalazit će se velikim dijelom unutar postojećeg sustava monitoringa okoliša, uz nekoliko izuzetaka:

- Zbog navedenih preporučujemo proširenje postojećeg sustava praćenja radioaktivnosti u okolišu Nuklearne elektrane Paks oko lokacije Paksa II.
- Smatramo potrebnim povećanje broja mjernih postaja tipa „A” i „G”.
- Smatramo opravdanim proširenje postaja tipa „V” u ovisnosti o primijenjenoj tehnologiji.
- Preporučujemo proširenje područja uzimanja uzoraka i mjerenja od strane Laboratorija za nadzor okoliša na elemente oko lokacije Paksa II, to je bitno radi osiguranja kontinuiteta i usporedivosti (referentna razina).
- Potrebna je bušenje novih bunara za uzorkovanje, kako je to detaljno opisano u poglavlju *Geološka sredina i podzemne vode na lokaciji i njenom neposrednom okruženju*.
- U cilju dvostupanjskog nadzora plinovite i tekuće emisije blokova Paksa II, u nove dimnjake, kao i u točkama tekuće emisije potrebno je postaviti detektore za praćenje zračenja s kontinuiranim radom, slične postojećim.

Tijekom laboratorijskih mjerenja preporučljivo je dati prednost izotopno selektivnom mjerenju, odnosno nabaviti uređaj s nižim pragom detekcije. Načelnu strukturu preporučenog sustava monitoringa radioaktivnosti u okolišu Paksa II prikazuje sljedeća slika.



Slika 104. Načelna struktura preporučenog sustava monitoringa radioaktivnosti u okolišu Paksa II.

Utjecaj dekomisije na opterećenje zračenjem stanovništva u blizini lokacije pogona

Na temelju međunarodnih iskustava možemo izjaviti da se pri razgradnji ne očekuje veći utjecaj na okoliš u odnosu na normalni pogon, utjecaji će biti slični već prikazanima, jedino se mogu mijenjati točke emisije i količina otpada.

22 IZLOŽENOST ŽIVOG SVIJETA ZRAČENJU

Ovo poglavlje studije o utjecaju na okoliš izgradnje novih blokova nuklearne elektrane na lokaciji Paks bavi se pitanjem opterećenja živog svijeta zračenjem koje potječe iz novog izvora. Ispitivanje živog svijeta ovakve prirode je relativno novo područje zaštite od zračenja, čak ni zakonski propisi još ne postoje koji bi se izrazito bavile s ovim pitanjem. Međutim, međunarodne znanstvene organizacije su već prije nekoliko godina dale preporuke za reguliranje na razini donositelja odluka. Na temelju toga se može očekivati da će se, prije ili kasnije pojaviti zakonski propisi o ograničenjima koja osiguravaju zaštitu vrsta odnosno ekosistema živog svijeta od ionizirajućeg zračenja nastalog uslijed djelovanja čovjeka.

Iz tog je razloga u vezi s gradnjom novih blokova nuklearne elektrane svrsishodno baviti se ovim pitanjem već sada. S jedne strane, treba odrediti postojeću polaznu razinu, naime sva ostala eventualna povećanja opterećenja zračenjem dodaju se ovoj polaznoj razini, a s druge strane, treba procijeniti, u kojoj će mjeri planirani blokovi povećati opterećenje zračenjem okolnog kopnenog i vodenog živog svijeta u odnosu na postojeće stanje. Pošto se vezuje za jednu novu djelatnost, a glede utjecaja zračenja na živi svijet nisu propisane konkretno određene granične vrijednosti, za procjenu utjecaja je evidentna i može poslužiti kao osnova za usporedbu brzina doze kojoj su pojedini živi organizmi izloženi iz prirodnog pozadinskog zračenja. Ako se na taj način utvrdi da dodatno opterećenje zračenjem uslijed ljudske djelatnosti iznosi samo djelić prirodnog zračenja, možemo biti sigurni da ni na koji način neće utjecati na funkcioniranje ekoloških sustava.

Budući da ne raspolažemo podacima o brzinama doze pozadinskog zračenja glede živog svijeta, u okruženju Paksa je potrebno procijeniti izloženost biote (skup svih živih organizama) zračenju prirodnog porijekla – koje postoji neovisno o ljudskoj djelatnosti. Potječe pretežito iz uranija, torija i izotopa kalija s masenim brojem 40, koji su u zemljinoj kori prisutni od nastanka Zemlje, i tom je utjecaju živi svijet (u njemu i čovjek) oduvijek bio izložen. Pribavljeni rezultati ranijih mjerenja radioaktivnosti vezani za ovo područje, zatim vlastita pokusna ispitivanja usmjerena na prikupljanje, odnosno dopunu nedostatnih podataka dali su dovoljno detaljnu sliku o dozi zračenja, kojem je izložen kopneni i vodeni živi svijet. Sažimajući te rezultate, o opterećenju pozadinskim zračenjem kopnenih živih bića u okruženju elektrane može se reći s jedne strane da je njegova veličina kod većine vrsta ispod $0,5 \mu\text{Gy/h}$. Bića koja nakupljaju vapno, odnosno mahovine pokazuju znatno veće vrijednosti, čak vrijednost koja premašuje i preporučenu relevantnu razinu za vrste živog svijeta. S druge strane, čini se da u velikom broju slučajeva čak i s faktorom dva ili tri možemo podcijeniti opterećenje zračenjem date vrste ako ne koristimo lokalno specifične prijenosne čimbenike za proračun unutarnjeg opterećenja zračenjem. U slučaju živih bića u vodi prirodna polazna razina kreće se u širem opsegu: živa bića koja cijeli svoj život provode u vodnom tijelu ili djelomično žive na njegovoj površini i u zraku, mogu se karakterizirati brzinom doze bliskom kopnenim biljkama i životinjama, istodobno za one koji žive pretežito na dnu korita, odnosno koji imaju čvrstu zaštitnu ljusku (školjke, puževi) svojstvene su brzine doze za oko deset puta veće.

Preporučena referentna razina opterećenja zračenjem uzrokovana ljudskom djelatnošću od $10 \mu\text{Gy/h}$ odnosi se na sve izvore koje djeluju na tom mjestu i potječu od čovjeka, dakle utjecaj jednog novoplaniranog izvora treba vrednovati zajedno s već postojećim. Stoga, s jedne strane treba utvrditi razinu radioaktivne zagađenosti okolice Paksa koja potječe od ostataka pokusa nuklearnog naoružanja (globalni fallout) kao i trenutni utjecaj černobilskog fallouta (oborina) u okruženju Paksa. Opterećenju zračenjem ljudskog porijekla pridonose i emisije u atmosferu i vodu 4 bloka nuklearne elektrane koji funkcioniraju već oko 30 godina. Ta tri utjecaja zbirno daju trenutačno opterećenje živog svijeta umjetnim zračenjem.

Za navedene komponente na temelju modelskog proračuna izvršenog u kopnenom okruženju može se zaključiti da je doprinos elektrane (maks. $\sim 10^{-4} \mu\text{Gy/h}$) praktički zanemariv u odnosu na opterećenje globalnim i černobilskim zračenjem ($\sim 10^{-3} \mu\text{Gy/h}$).

Međutim, najveći dio globalnog zračenja umjetnog porijekla pokazuje opadanje tijekom vremena, budući da se vrijeme poluraspada izotopa koji određuju njenu veličinu, ^{137}Cs i ^{90}Sr , može usporediti s radnim vijekom reaktorskih blokova. Prilikom planiranog pokretanja prvog novog bloka u 2025. godini, procijenjene brzine doze smanjit će se za 25%, znači mjerodavna osnovna razina za pojedine vrste bit će 3/4 dio od trenutačne.

Zbir modelirane unutarnje i vanjske brzine doze za planiranu elektranu bit će cjelokupno opterećenje kopnenih referentnih biljaka zračenjem koje nastaje kao rezultat dugoročnog rada dvaju blokova Paksa II. Naravno, njena veličina ovisi o udaljenosti od ventilacijskih kanala („dimnjaka“) koji ispuštaju radioaktivne tvari u zrak. Očekivana maksimalna vrijednost će se pojaviti duboko unutar lokacije elektrane, a njena veličina će za većinu vrsta iznositi oko 0,5 nGy/h. U najbližem okruženju izvan lokacije (na oko 1,5 km od točaka emisije) model pokazuje vrlo nisku vrijednost opterećenja zračenjem, koja nije niti blizu baznoj razini, što važi praktički na sve referentne žive organizme. Procijenjeno opterećenje zračenjem svrsishodno je usporediti s doprinosom baznoj razini nuklearne elektrane koja funkcionira već blizu 30 godina. To su brzine doze utvrđene za okolinu postaje A4, dakle za najbliže mjerno mjesto području koje je najviše izloženo utjecaju Paksa II. Može se utvrditi da utjecaj planirane elektrane ne pokazuje znatno odstupanje u odnosu na već postojeći utjecaj. Dvije bi elektrane, čak i pri puštanju u pogon predviđenom za 2025. godinu, dale porast od 1-2% tadašnjem globalnom opterećenju zračenjem.

U vezi s baznom razinom umjetnih izvora treba još napomenuti da ona važi na cjelokupno područje oko elektrane između glavne ceste br. 6. i Dunava, pošto koncentracije aktiviteta tla koje predstavljaju osnovu za procjenu, po rezultatima mjerenja ne pokazuju značajna odstupanja. Nadalje, treba napomenuti da vrijednosti opterećenja zračenjem dobivene za pojedine skupine vrsta, koja ne pokazuju znatna odstupanja i koje u odnosu na prirodnu pozadinu predstavljaju svega 1%, pokazuju da među vrstama nema niti jedne koja zahtijeva istaknutu pozornost zbog izloženosti.

U okruženju Nuklearne elektrane Paks tri vodena staništa mogu biti izložena emisijama elektrane. U prvom redu recipijent tekućih emisija, Dunav, i to njegova dionica od nekoliko 100 metara ispod toplovodnog kanala. Premda je sam kanal industrijski objekt, živi svijet ga je – doduše u ograničenom diverzitetu – već odavno osvojio, barem priobalno područje. Odvojenim staništem možemo tretirati jezero Kondor koje je jedan odvojeni mrtvi rukavac, međutim, preko umjetnih ribnjaka moguća je njegova povremena povezanost s kanalom tople vode. Od ova tri staništa pozornost prije svega obraćamo na Dunav, naime on je recipijent tekuće radioaktivne emisije postojeće i buduće elektrane.

Rezultati modelskih proračuna izvršenih na temelju dobivenih podataka emisije pokazuju da za vodena živa bića koja se nalaze na mjestu ispuštanja rashladne vode u Dunav može očekivati svega deseti-stoti dio opterećenja zračenjem u odnosu na prirodno pozadinsko zračenje. Naravno, idući nizvodno od izvora, uslijed razblaživanja opterećenje je vjerojatno još manje. U prognoziranom opterećenju zračenjem uslijed normalnog pogona - koje spada u opseg od 20 pGy/h do 1 nGy/h - odlučujuća je unutarnja izloženost.

Organizam	Ukupna brzina doze, $\mu\text{Gy/h}$				Udio Paksa II u cjelokupnoj emisiji elektrana %	Udio Paksa II u cjelokupnom umjetnom zračenju%
	Paks II	Nuklearna elektrana Paks	globalno	ukupno		
vodozemci	$9,96 \cdot 10^{-4}$	$5,18 \cdot 10^{-04}$	$5,65 \cdot 10^{-04}$	$1,18 \cdot 10^{-03}$	16,1	8,4
bentičke ribe	$5,13 \cdot 10^{-4}$	$1,89 \cdot 10^{-03}$	$2,59 \cdot 10^{-03}$	$5,00 \cdot 10^{-03}$	21,3	10,3
ptice	$6,10 \cdot 10^{-4}$	$5,49 \cdot 10^{-04}$	$2,36 \cdot 10^{-04}$	$8,45 \cdot 10^{-04}$	10,0	7,2
školjke	$4,90 \cdot 10^{-4}$	$1,61 \cdot 10^{-03}$	$2,48 \cdot 10^{-03}$	$4,57 \cdot 10^{-03}$	23,4	10,7
rakovi	$5,89 \cdot 10^{-4}$	$2,04 \cdot 10^{-03}$	$3,27 \cdot 10^{-03}$	$5,90 \cdot 10^{-03}$	22,4	10,0
puževi	$5,26 \cdot 10^{-4}$	$2,32 \cdot 10^{-03}$	$2,75 \cdot 10^{-03}$	$5,60 \cdot 10^{-03}$	18,5	9,4
ličinke	$1,10 \cdot 10^{-4}$	$4,87 \cdot 10^{-03}$	$6,12 \cdot 10^{-03}$	$1,21 \cdot 10^{-02}$	18,5	9,1
sisavci	$1,49 \cdot 10^{-4}$	$1,09 \cdot 10^{-03}$	$7,89 \cdot 10^{-04}$	$2,02 \cdot 10^{-03}$	12,1	7,4
pelagične ribe	$1,00 \cdot 10^{-4}$	$7,05 \cdot 10^{-04}$	$5,19 \cdot 10^{-04}$	$1,32 \cdot 10^{-03}$	12,4	7,6
fitoplankton	$8,58 \cdot 10^{-4}$	$4,91 \cdot 10^{-04}$	$2,37 \cdot 10^{-04}$	$8,13 \cdot 10^{-04}$	14,9	10,6
vaskularne	$3,89 \cdot 10^{-4}$	$1,61 \cdot 10^{-03}$	$2,08 \cdot 10^{-03}$	$4,07 \cdot 10^{-03}$	19,5	9,6
zooplankton	$3,16 \cdot 10^{-4}$	$1,72 \cdot 10^{-04}$	$5,38 \cdot 10^{-05}$	$2,58 \cdot 10^{-04}$	15,5	12,3

Tablica 76. Udjela Paksa II i postojećih umjetnih izvora u opterećenju zračenjem dunavskih vodenih živih bića u 2025. godini

Premda je za projektiranje, gradnju, odnosno pogon nuklearnih elektrana velike snage svojstvena izuzetna sigurnost, u načelu se ne može isključiti situacija koja nastupa uslijed greške u materijalu, elementarne nepogode, eventualne ljudske greške, nemara, kada odvođenje ogromne energije iz reaktorskog spremnika nije moguće na način uobičajen za normalan pogon. Premda je vjerojatnoća nastupanja ovakvih događaja vrlo mala, većinu mogućih havarija i njihove posljedice već tijekom projektiranja uzimaju u obzir, te se tehnologije potrebne za njihovo otklanjanje ugrađuju već tijekom izgradnje elektrane.

U današnjici, kod ovakvih investicija je već nezaobilazni uvjet sigurnosna analiza obavljena sukladno međunarodnom protokolu, koju su ruski projektanti izvršili prema tzv. EUR preporukama, tako je za moguće najznačajnije havarije poznata vjerojatnoća nastupanja, kao i inventura pripadajućih radioaktivnih emisija. Podaci dobiveni od ruskog partnera detaljno sadržavaju više takvih slučajeva, od kojih smo za koreografiju pogonskog poremećaja stupnja tzv. TA4 (učestalost: 10^{-4} - 10^{-6} /godišnje) obavili procjenu utjecaja na živi svijet. Jedan od svojstava *projektom predviđenih kvarova vrlo male vjerojatnoće* je da za posljedicu ima jedino atmosfersku emisiju, a i ona se odvija pod kontroliranim okolnostima. Postoje dva moguća mjesta ispuštanja: s jedne strane ventilacioni kanal visok 100 m, korišten za atmosferske emisije i tijekom normalnog pogona, a s druge strane na mjestu u sekundarnom krugu gdje se nalaze 4 sigurnosna ispusta pare, što znači emisiju na visini od 35 m.

Uspoređujući brzine emisije zadane za pojedina vremenska razdoblja ispitivanog pogonskog događaja utvrđeno je da izotopi s kratkim vremenom poluraspada ($t_{1/2}$ ~nekoliko sati) praktički dopijevaju u okoliš jedino tijekom prvog dana. S druge strane, utvrđeno je da ugrađena automatska tehnologija za intervenciju u slučaju havarije s velikom djelotvornošću zadržava elementarne izotope joda sa duljim periodom poluraspada, kao npr. i Cs izotope. 99,5 % od atmosferske emisije predstavlja plemeniti plin ^{133}Xe , većina dopijeva u okoliš kroz 100 m visokog kanala za prozračivanje. Nasuprot tome, emisija izotopa cezija s daleko duljim vremenom poluraspada, u 99% se odvija na visini od 35 m, i prema podacima ograničena je samo na prvi dan događaja. Što se tiče ispuštenog aktiviteta, iznosi deset milijunti dio ksenona, što je približno jednak jednogodišnjoj emisiji cezija u normalnom pogonu. To je značajno zbog toga što uslijed ustaljenog smjera vjetrova tijekom pola/jednog dana do zagađivanja tla uslijed fallouta dolazi samo u jednom - razmjerno uskom - pojasu (u upravo dominirajućem smjeru vjetrova). U okolici Paksa najučestaliji smjer vjetrova je sa sjeverozapada, stoga u slučaju stvarnog nastupanja jednog takvog događaja može biti zahvaćeno poljoprivredno područje jugoistočno od elektrane.

Za procjenu utjecaja kojem je izložen kopneni živi svijet modelirali smo putanju i veličinu radioaktivnog oblaka nastalog na točkama emisije, kao i oborine (fallout) iz tog oblaka za okruženje Paksa, za vremenske uvjete korištene u sličnim analizama obavljenim za postojeće blokove. To je stanje kategorije Pasquill D (visinski položaj inverzijskog sloja: 560 m), na 120 m visine brzina vjetrova je 5 m/s, vrijeme kišovito tijekom cijelog trajanja događaja. Ovaj zadnji uvjet unosi značajnu mjeru konzervativnosti u modelu, naime ispiranje oborinama predstavlja mnogo veće opterećenje nego suhi fallout (taloženje), na taj će način dodatna brzina doze od svježe radioaktivnosti biti precijenjena.

U cilju prikazivanja ranog utjecaja posebno smo obradili radioaktivne tvari emitirane tijekom prvih 10 dana, i računali smo s vjetrom u uvijek istom smjeru. Radioaktivne koncentracije nastale oko točaka emisije (zrak, tlo), i brzinu doze porijeklom iz radioaktivnog oblaka modelirali smo na 20 različitih razmaka od mjesta emisije do 20 km udaljenosti, pomoću programa podobnog za simulaciju širenja kroz atmosferu. Rezultati su pokazali da se maksimum koncentracije tvari iz „dimnjaka“ visine 35 m nalazi duboko unutar lokacije, dok u slučaju ventilacijskog kanala visine 100 m je maksimum na 1000 m, što se i u slučaju najvjerojatnijeg smjera vjetrova nalazi unutar lokacije.

izotop	prosječna koncentracija aktiviteta od izvora emisije na 100 m visine			prosječna koncentracija aktiviteta od izvora emisije na 35 m visine		
	100 m	500 m	1500 m	100 m	500 m	1500 m
zrak, Bq/m³						
^{85}mKr	$3,74 \cdot 10^{-40}$	$3,50 \cdot 10^{-03}$	$1,46 \cdot 10^{-01}$	$3,30 \cdot 10^{-03}$	$2,66 \cdot 10^{-02}$	$5,62 \cdot 10^{-03}$
^{87}Kr	$1,72 \cdot 10^{-40}$	$1,60 \cdot 10^{-03}$	$6,62 \cdot 10^{-02}$	$1,52 \cdot 10^{-03}$	$1,21 \cdot 10^{-02}$	$2,49 \cdot 10^{-03}$
^{88}Kr	$7,06 \cdot 10^{-40}$	$6,79 \cdot 10^{-03}$	$3,02 \cdot 10^{-01}$	$5,98 \cdot 10^{-03}$	$5,10 \cdot 10^{-02}$	$1,21 \cdot 10^{-02}$
^{131}I	$3,50 \cdot 10^{-41}$	$3,29 \cdot 10^{-04}$	$1,37 \cdot 10^{-02}$	$4,03 \cdot 10^{-02}$	$3,24 \cdot 10^{-01}$	$6,79 \cdot 10^{-02}$
^{132}I	$7,20 \cdot 10^{-43}$	$6,73 \cdot 10^{-06}$	$2,79 \cdot 10^{-04}$	$1,08 \cdot 10^{-03}$	$8,58 \cdot 10^{-03}$	$1,75 \cdot 10^{-03}$
^{133}I	$5,69 \cdot 10^{-42}$	$5,31 \cdot 10^{-05}$	$2,22 \cdot 10^{-03}$	$6,78 \cdot 10^{-03}$	$5,45 \cdot 10^{-02}$	$1,14 \cdot 10^{-02}$
^{133}Xe	$3,78 \cdot 10^{-37}$	$3,55 \cdot 10^{00}$	$1,49 \cdot 10^{02}$	$3,34 \cdot 10^{00}$	$2,71 \cdot 10^{01}$	$5,77 \cdot 10^{00}$
^{134}Cs	$2,41 \cdot 10^{-45}$	$2,26 \cdot 10^{-08}$	$9,44 \cdot 10^{-07}$	$2,11 \cdot 10^{-04}$	$1,70 \cdot 10^{-03}$	$3,58 \cdot 10^{-04}$
^{134}I	$9,02 \cdot 10^{-44}$	$8,35 \cdot 10^{-07}$	$3,41 \cdot 10^{-05}$	$1,80 \cdot 10^{-04}$	$1,42 \cdot 10^{-03}$	$2,79 \cdot 10^{-04}$
^{135}I	$7,80 \cdot 10^{-43}$	$7,28 \cdot 10^{-06}$	$3,03 \cdot 10^{-04}$	$9,87 \cdot 10^{-04}$	$7,90 \cdot 10^{-03}$	$1,64 \cdot 10^{-03}$
^{135}Xe	$1,28 \cdot 10^{-39}$	$1,20 \cdot 10^{-02}$	$5,04 \cdot 10^{-01}$	$1,13 \cdot 10^{-02}$	$9,17 \cdot 10^{-02}$	$1,95 \cdot 10^{-02}$
^{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	$2,82 \cdot 10^{-41}$	$2,59 \cdot 10^{-04}$	$1,03 \cdot 10^{-02}$	$2,38 \cdot 10^{-04}$	$1,85 \cdot 10^{-03}$	$3,53 \cdot 10^{-04}$
tlo, Bq/kg						
^{131}I	$3,41 \cdot 10^{01}$	$6,80 \cdot 10^{00}$	$2,29 \cdot 10^{00}$	$6,98 \cdot 10^{01}$	$2,31 \cdot 10^{01}$	$6,33 \cdot 10^{00}$

izotop	prosječna koncentracija aktiviteta od izvora emisije na 100 m visine			prosječna koncentracija aktiviteta od izvora emisije na 35 m visine		
	100 m	500 m	1500 m	100 m	500 m	1500 m
^{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	$1,30 \cdot 10^{-03}$	$3,02 \cdot 10^{-04}$	$1,32 \cdot 10^{-04}$	$2,21 \cdot 10^{-01}$	$6,88 \cdot 10^{-02}$	$2,66 \cdot 10^{-02}$

Tablica 77. Koncentracije aktiviteta na površini i blizu površine od 10-dnevne emisije u ovisnosti o udaljenosti.

Procijenjena brzina doze na temelju radioaktivnih koncentracija izravno izvan lokacije iznosi obično nekoliko nGy/h, tek 1% od vrijednosti svojstvene za prirodno opterećenje zračenjem. Ako u modelskom proračunu uzimamo u obzir i dinamiku emisije rane faze (izotopi s kratkim periodom poluraspada u okoliš dospjevaju jedino tijekom prvog dana), u tom slučaju se 1. dana javljaju veće brzine doze kod svakog živog bića (5-10% od prirodnog pozadinskog zračenja), međutim, tijekom sljedećih 9 dana brzinom doze dominira vanjsko opterećenje zračenja od ranije istaloženih radioaktivnih tvari (izotopi cezija i joda) na tlu. Na temelju brojčanih rezultata može se zaključiti da je predmetni pogonski poremećaj stupnja TA4 – čak i pri nepovoljnim meteorološkim uvjetima – glede utjecaja na živi svijet u okruženju neutralan. To istodobno znači da ne možemo govoriti o području utjecaja rane posljedice emisije pogonskog poremećaja.

Procjena utjecaja ispitivanog pogonskog poremećaja izvršena je uporabom podataka emisije zadanih za 30 dana, pri već spomenutim meteorološkim uvjetima. Vjetar i dalje puše u smjeru utvrđenom na početku pogonskog poremećaja, kiša i dalje pada. Ovi uvjeti rezultiraju poprilično konzervativnu procjenu, naime cjelokupna emitirana radioaktivna tvar se kreće u jednom pravcu, utjecaj se može očekivati samo u jednom uskom pojasu.

izotop	prosječna koncentracija aktiviteta od izvora emisije na 100 m visine			prosječna koncentracija aktiviteta od izvora emisije na 35 m visine		
	100 m	500 m	1500 m	100 m	500 m	1500 m
zrak, Bq/m³						
$^{85\text{m}}\text{Kr}$	$1,25 \cdot 10^{-40}$	$1,17 \cdot 10^{-03}$	$4,89 \cdot 10^{-02}$	$1,10 \cdot 10^{-03}$	$8,85 \cdot 10^{-03}$	$1,87 \cdot 10^{-03}$
^{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	$9,06 \cdot 10^{-42}$	$8,33 \cdot 10^{-05}$	$3,32 \cdot 10^{-03}$	$7,94 \cdot 10^{-05}$	$6,16 \cdot 10^{-04}$	$1,18 \cdot 10^{-04}$
tlo, 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	$1,31 \cdot 10^{-03}$	$3,03 \cdot 10^{-04}$	$1,32 \cdot 10^{-04}$	$2,22 \cdot 10^{-01}$	$6,89 \cdot 10^{-02}$	$2,66 \cdot 10^{-02}$

Tablica 78. Koncentracije aktiviteta na površini i blizu površine od 30-dnevne emisije u ovisnosti o udaljenosti.

Prema rezultatima modelskog proračuna izvan lokacije bit će dominantna brzina doze koja potječe od radioaktivnih tvari dospjelih na tlo, za koju presudni udio daje fallout od emisije na visini od 35 m. Same procijenjene vrijednosti brzine doze

su i u ovom slučaju uglavnom niske, u okruženju elektrane niti u jednom živom organizmu ne dostiže 10% od odgovarajućeg prirodnog pozadinskog zračenja.

Glede kasnog utjecaja također možemo zaključiti da je u slučaju ispitivanog pogonskog događaja kategorije TA4 utjecaj na živi svijet neutralan. Tu treba posebno istaći da meteorološki uvjeti koji tijekom događaja ostaju nepromijenjeni do kraja, rezultirali su daleko najveći utjecaj emisije, naime cijela ispuštena radioaktivnost je ograničena na jedan uski pojas. Ukoliko ovaj konzervativizam povećavamo time što za opterećenje živog svijeta uzimamo zbir procijenjene brzine doze porijeklom iz dvaju točaka emisije, tada se u najgorem slučaju kod pojedinih živih bića udvostručuje očekivani utjecaj, ali i to je još daleko ispod 10% od prirodne razine. To znači da u vezi s emisijama uslijed pogonskog poremećaja ne možemo govoriti o iskazivom utjecaju, prema tome ni o području utjecaja.

23 MJERE USMJERENE NA SPRJEČAVANJE NESREĆA S POSLJEDICAMA PO OKOLIŠ, ODNOSNO NA UBLAŽAVANJE POSLJEDICA PO OKOLIŠ U SLUČAJU NASTUPANJA TAKVIH NESREĆA

Mjere usmjerene na sprječavanje izvanrednih stanja i kvarova s posljedicama utjecajem na okoliš, odnosno na ublažavanje posljedica po okoliš u slučaju nastupanja takvih nesreća biće utvrđene u Sveobuhvatnom planu intervencija u slučaju opasnosti (SPIO – na mađarskom: ÁVIT) koji će se izraditi u kasnijoj fazi ishoda dozvole i bit će u skladu s praksom postojeće nuklearne elektrane Paks. U ovom ćemo planu detaljno propisati mjere za otklanjanje opasnosti ili potencijalne opasnosti koje mogu zahvatiti nove blokove (izvanredno stanje nuklearnog objekta, radiološka opasnost, prirodne i industrijske katastrofe, požar, ostali poremećaji), s kompleksnim postupcima za sprječavanje nesreće, odnosno za otklanjanje i ublažavanje posljedica eventualnog izvanrednog događaja koje će osoblje odnosno surađujući partneri iz nacionalnog sustava provoditi.

Nositelj dozvole će tijekom upravljanja radom novih blokova, sukladno sadašnjoj praksi u nuklearnoj elektrani Paks, primijeniti Plan preventivnih i interventnih mjera u slučaju nuklearne nesreće (PPIMN – mađarski: NBEIT) za otklanjanje posljedica u okolišu. PPIMN će sadržati upute o postupcima i intervencijama za otklanjanje i sanaciju posljedica u slučaju izvanrednih radioloških događaja u nuklearnom postrojenju novih blokova, kako bi osoblje koje radi na otklanjanju na temelju sveobuhvatnog plana u svakom pogledu mogao držati pod kontrolom nastalu situaciju. Ovim Planom su uzimani u obzir izvanredni događaji u postrojenju i radiološki događaji, kako s unutarnjim tako i s vanjskim uzrocima. Sustav zaštite od zračenja i tehnoloških intervencija PPIMN-a osigurava sprječavanje širenja radioloških utjecaja u okolišu, na taj je način najdjelotvornije sredstvo za ublažavanje zdravstvenih, gospodarskih i ostalih štetnih utjecaja. Ove mjere se i u sadašnjosti primjenjuju u Nuklearnoj elektrani Paks u sustavu koji se redovito kontrolira od strane organa državne službe za nuklearnu zaštitu, te će ih kod novih blokova Nositelj dozvole uzeti u obzir tijekom izgradnje i upravljanja radom vlastitog postrojenja. Sustav koji će se instalirati u novoizgrađenim postrojenjima, svoju funkciju u sprječavanju nesreća, odnosno u saniranju nastalih okolišnih situacija i ublažavanju štetnih posljedica obavljat će u sklopu i u skladu s Državnim Planom preventivnih i interventnih mjera u slučaju nuklearne nesreće.

24 SAŽETAK

14. siječnja 2014. godine Vlada Mađarske sporazumjela se s Vladom Ruske Federacije o obnovi ugovora sklopljenog prije više desetljeća o nuklearnoj suradnji između ove dvije države. Sporazum između dviju vlada Mađarski Parlament je usvojio *Zakonom broj II iz 2014. godine* o potvrđivanju Sporazuma o suradnji Mađarske Vlade i Vlade Ruske Federacije o korištenju nuklearne energije u mirne svrhe. Na temelju sporazuma na području Nuklearne elektrane Paks nadležni organ vlasti Ruske Federacije kao generalni izvođač izgradit će dva nova bloka snage 1.200 MW.

Cilj investicije je proizvodnja električne energije za javnu potrošnju, suvremenim blokovima III+ generacije s vodom pod tlakom, s radnim vijekom najmanje 60 godina, u skladu s dinamičkim planom iz *Nacionalne energetske strategije*, s planiranim puštanjem u pogon 2025. i 2030. godine.

U studiji utjecaja na okoliš (SUO) koja prikazuje i sažima obavljena ispitivanja utjecaja na okoliš Nuklearne elektrane Paks II, ispitivana je ruska nuklearna tehnologija odabrana od mogućih varijanti navedenih u Dokumentaciji za prethodnu konzultaciju (DPK), te je glede procjene značajnog utjecaja na okoliš izvršeno ispitivanje njezinih glavnih poveznica, zahvaćanje rashladne vode i puštanje zagrijane vode u Dunav, odnosno blokovskih vodova za prijenos proizvedene električne energije.

U cilju utvrđivanja polaznog opterećenja elemenata/sustava okoliša i trenutačnog okolišnog stanja, odnosno radi karakteriziranja i vrednovanja stanja, na području planiranih blokova nuklearne elektrane, kao i na ispitivanim područjima odabranim na temelju prethodno procijenjenih područja utjecaja, obavljena su ispitivanja i analize počev od 01. ožujka 2012., većim dijelom tijekom 2012. godine, a u nekim slučajevima i u 2013. godini.

Višemjesečni proces ispitivanja utjecaja na okoliš Nuklearne elektrane Paks II – imajući sve navedeno u vidu –obavljen je na temelju sustava tehničkih uvjeta i situacijskog plana iz ožujka 2014. godine.

Pri određivanju utjecajnih čimbenika kao i tijekom proračuna i modeliranja izazvanih utjecaja, za osnovu smo uzeli čimbenike s najvećim utjecajem na okoliš, pored ekoloških aspekata imajući u vidu i osnovno načelo konzervativnog pristupa, shodno Pravilnicima o nuklearnoj sigurnosti.

Studija o utjecaju na okoliš Paks II. obuhvaća sljedeće tematike:

- ❖ detaljan prikaz investicije nuklearne elektrane, prikaz osnovnih tehnoloških podataka,
 - obim radova, predviđeni termin početka i vremensko trajanje izgradnje i pogonskog rada,
 - opis provedbe projektirane tehnologije,
 - nabranje i smještaj objekata potrebnih za provedbu djelatnosti,
 - vodoopskrba,
 - obrada otpada i otpadnih voda nastalih tijekom izvođenja radova,
 - glavni pokazatelji potrošnje materijala,
 - red veličine teretnog i osobnog prijevoza potrebnog za izvođenje radova,
- ❖ prikaz odabrane lokacije izgradnje, njenog užeg i šireg okruženja, mjesto obavljanja djelatnosti i prostorni zahtjevi, prikaz situacijskog plana,
- ❖ utvrđivanje i izračun okolišnih utjecaja nuklearne tehnologije na pojedine elemente i sustave okoliša,
- ❖ definiranje područja utjecaja planirane investicije,
- ❖ prikaz prekograničnih utjecaja.

Studija o utjecaju na okoliš Paks II. je *glede elemenata, odnosno sustava okoliša*, čimbenike utjecaja koji se javljaju u raznim fazama izgradnje analizirala i vrednovala prema utjecajnim procesima i posljedicama koje nastaju uslijed njihovog djelovanja, odnosno veličinu područja njihovog utjecaja.

Klasificiranje utjecaja izvršeno je prateći logički slijed: utjecajni čimbenici → utjecajni procesi → receptori (zahvaćeni utjecajem), imajući u vidu osnovno opterećenje elemenata/sustava okoliša, kao i očekivane promjene okoliša i stanja prirode (npr. promjenu klime) tijekom cijelog radnog vijeka Paks II.

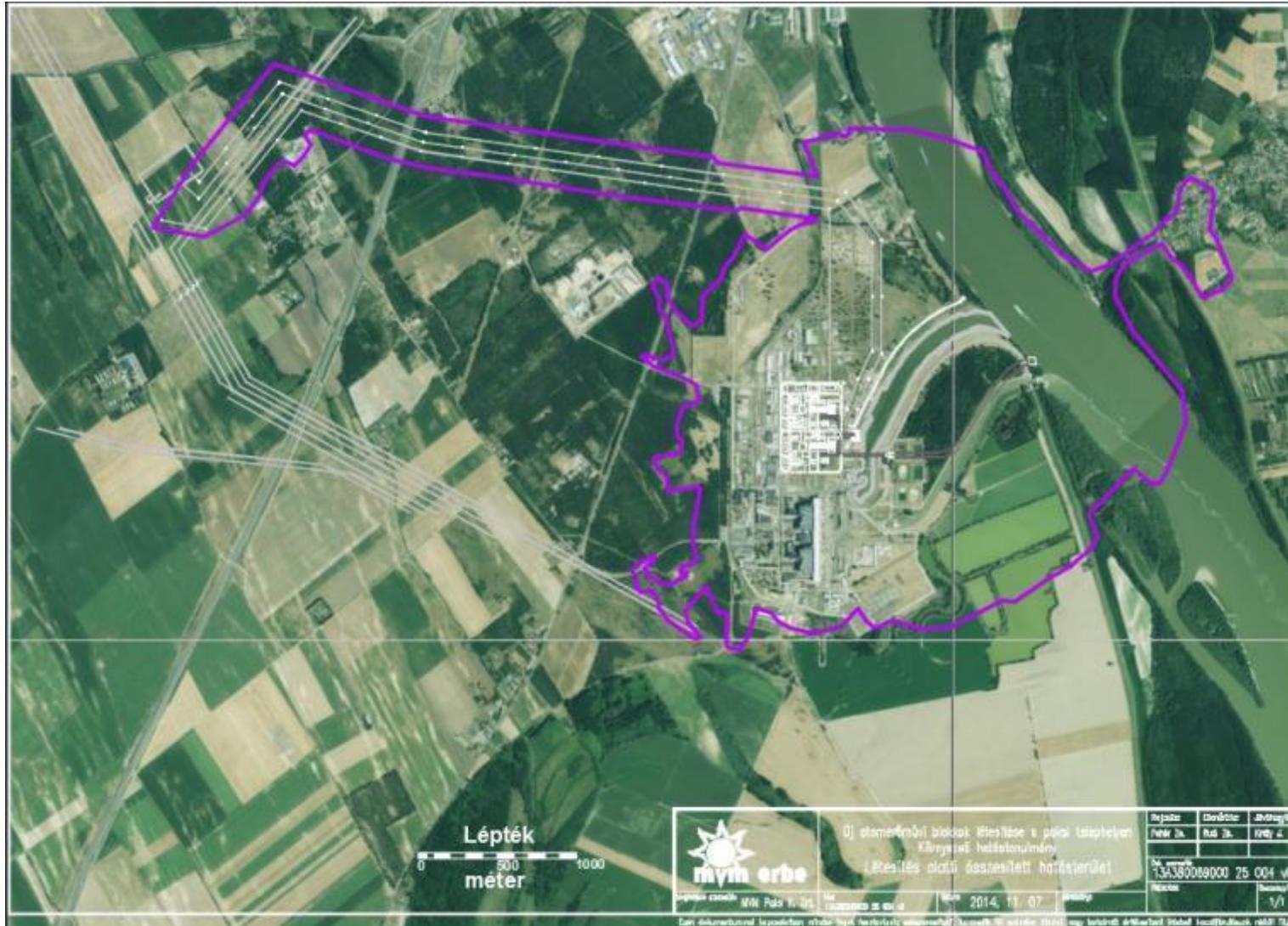
Tijekom ispitivanja utjecaja, utjecajne faktore blokova nove nuklearne elektrane i pripadajućih postrojenja proučavali smo po skupinama: gradnja/montaža, funkcioniranje, odnosno razgradnja, imajući u vidu zahvaćena područja koja će se koristiti, razvrstavajući pojedine faze po najznačajnijim skupinama utjecajnih faktora. S obzirom na karakter postrojenja, od pojedinih utjecajnih faktora izdvojili smo emisije i otpad podijeljeno u skupine klasičnih otpada, bez radioaktivne emisije, odnosno radioaktivnih otpada, prema sljedećem:

- ❖ *opterećenje elemenata okoliša*
- ❖ *emisije zagađivala i otpadi*
 - nastajanje i obrada klasičnih, neradioaktivnih ispuštanja zagađivala i otpada
 - nastajanje i obrada radioaktivnih emisija i radioaktivnih otpada
- ❖ *istrošeni gorivni elementi*
 - rukovanje i skladištenje gorivnih elemenata izvađenih iz reaktorske zone

Utjecaje na okoliš rada postojeće Nuklearne elektrane Paks već karakterizira stanje okoliša utvrđeno detaljnim mjerenjima i proračunima tijekom ispitivanja utjecaja na okoliš, čineći sastavni tog studija. Zbirne utjecaje istodobnog rada zbog produženja radnog vijeka Nuklearne elektrane Paks ispitali smo imajući u vidu očekivano stanje okoliša za taj period.

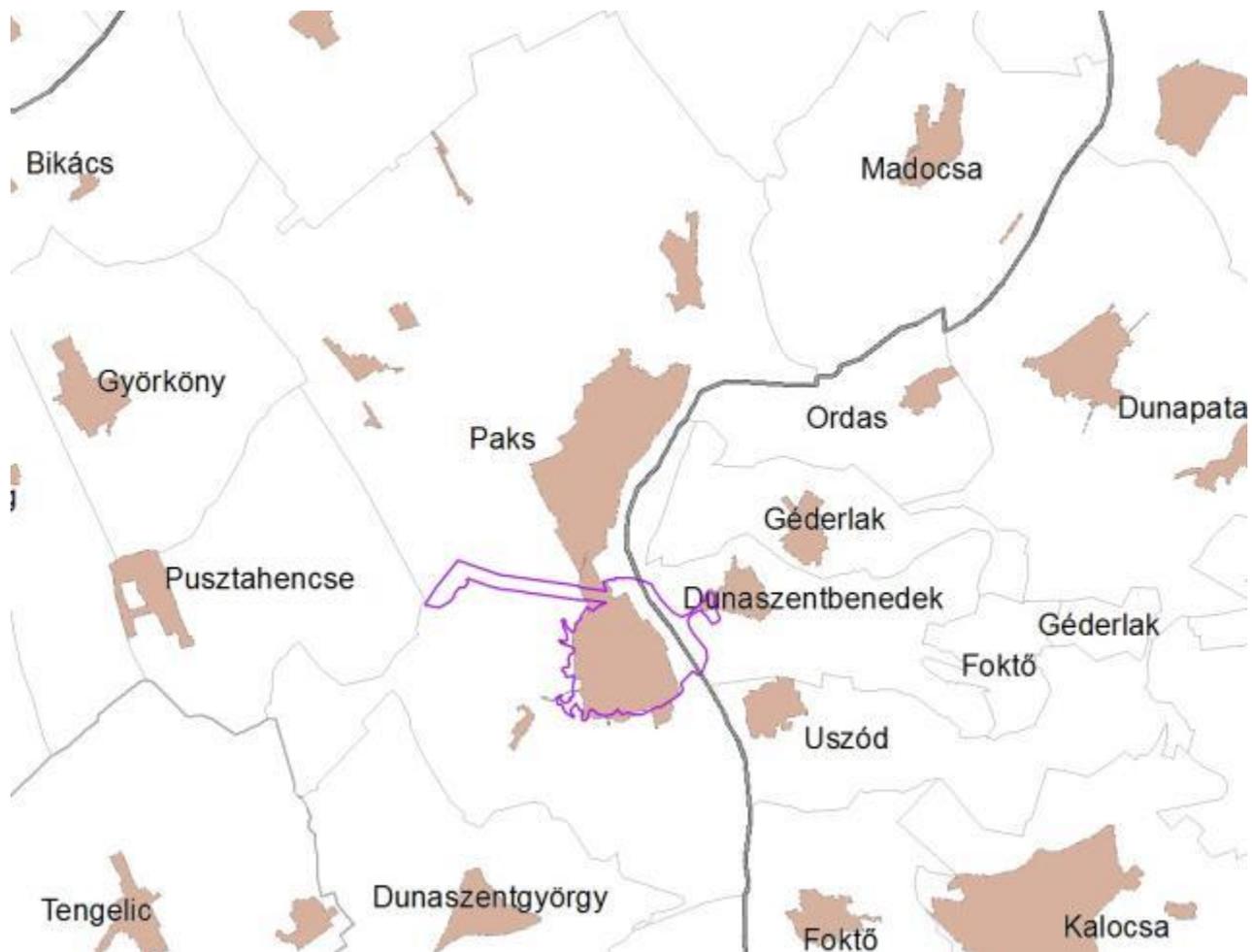
Kao sažetak, na karti smo označili i zbirno područje utjecaja, koje smo dobili kao zbir područja utjecaja pojedinih strukovnih područja nakon iscrtavanja vanjskih konturnih linija pojedinih područja utjecaja.

Prema detaljnoj analizi ispitivanja utjecaja na okoliš gradnja Paks II. zahvaća područja naselja Dunaszentbenedek i Paks, a pogon Paks II zahvaća područja naselja Dunaszentbenedek, Paks i Uszód.



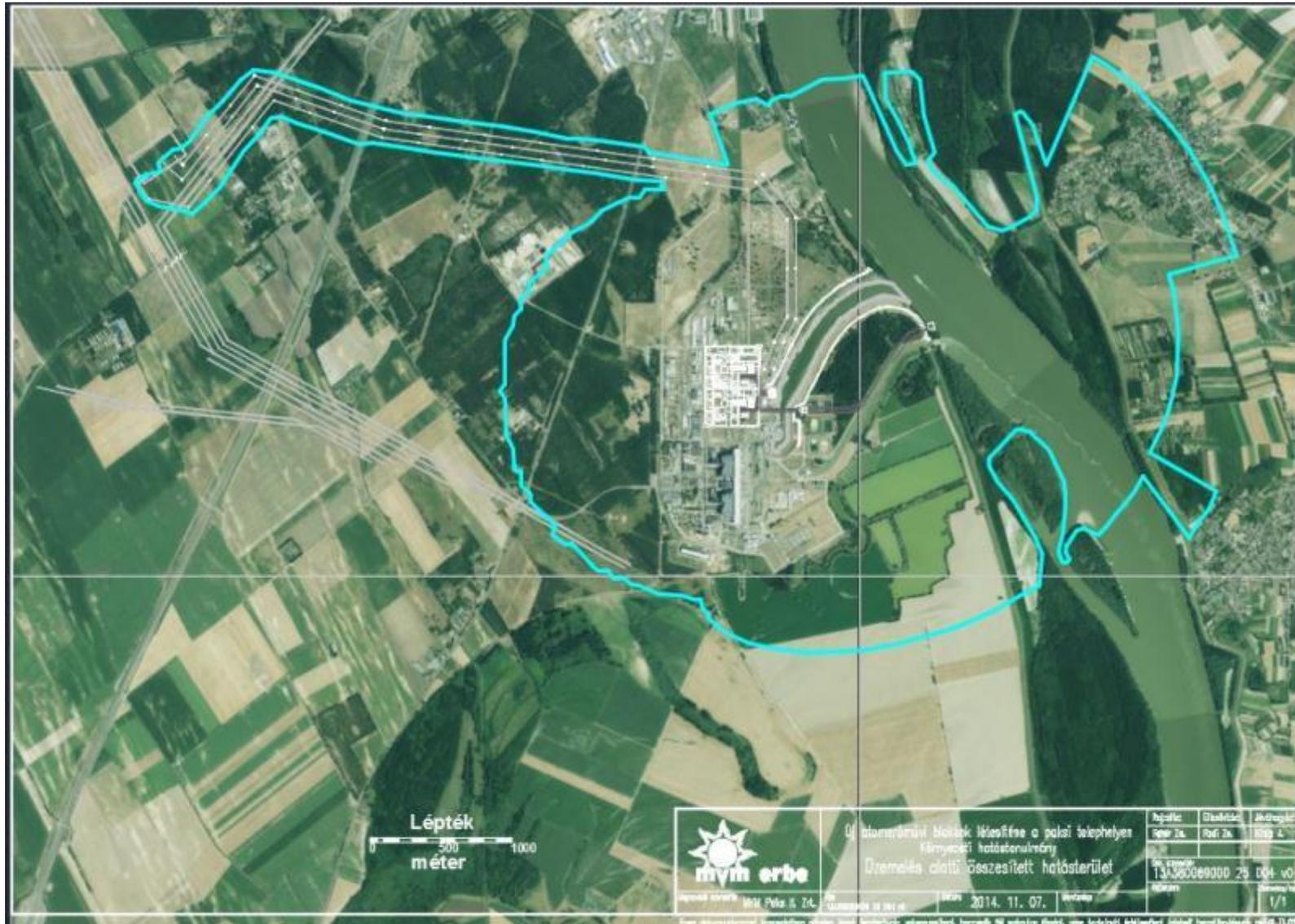
Slika 105. Zbirno područje utjecaja gradnje Paks II

Lépték - Mjerilo	méter – metara	Környezeti hatástanulmány	Studij o utjecaju na okoliš
Új atomerőművi blokkok létesítése a paksi telephelyen	Izgradnja novih blokova nuklearne elektrane na lokaciji u Paksu	Létesítés alatti összesített hatásterület	Zbirno područje utjecaja tijekom izgradnje



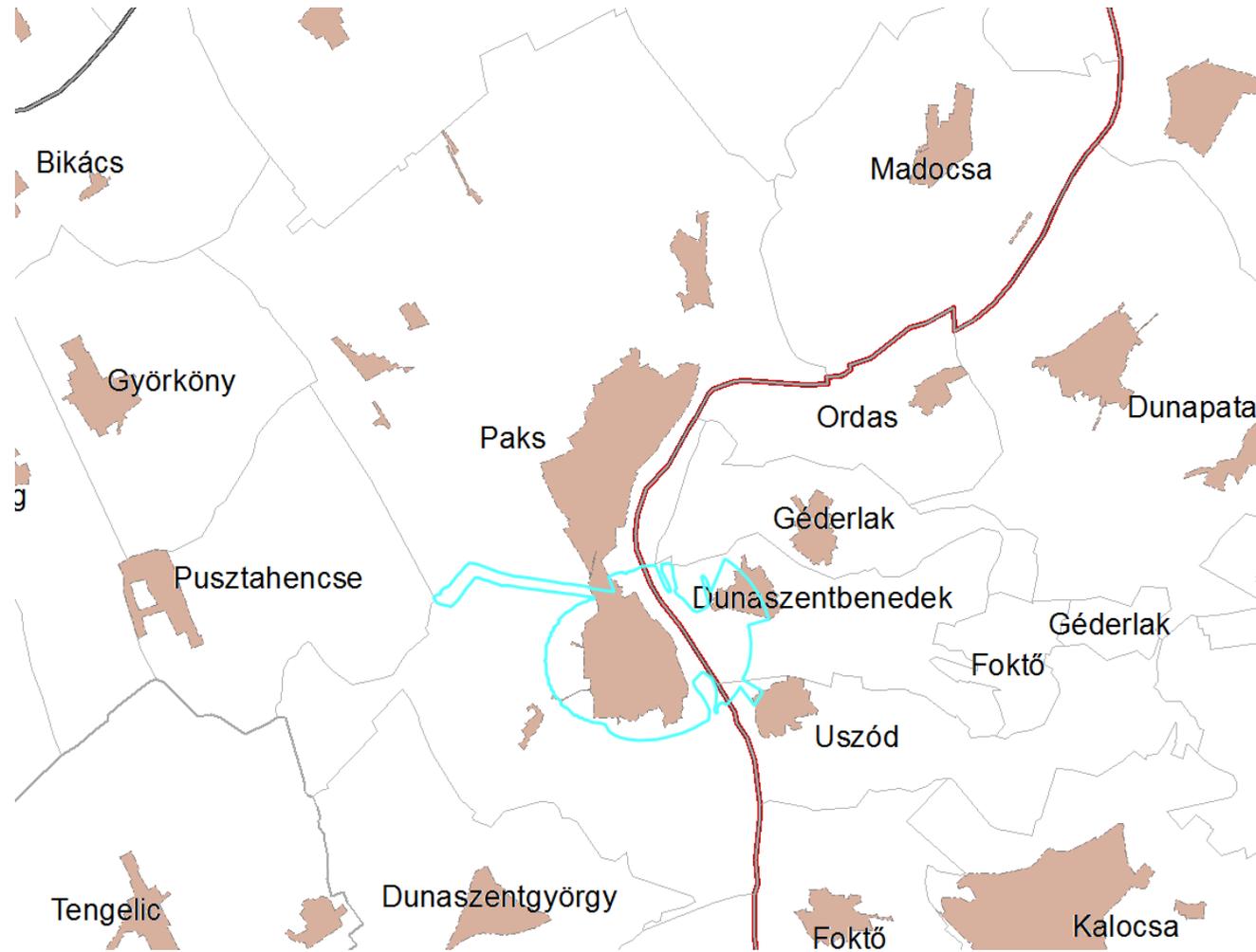
Izvor: http://gis.teir.hu/arcgis/services/TeIR_GIS/teirgis_kozigazgatás/MapServer/WMSServer

Slika 106. Zbirno područje utjecaja gradnje Paks II s administrativnim granicama



Slika 107. Zbirno područje utjecaja tijekom pogona Paks II

Lépték - Mjerilo	méter – metara	Környezeti hatástanulmány	Studij o utjecaju na okoliš
Új atomerőművi blokkok létesítése a paksi telephelyen	Izgradnja novih blokova nuklearne elektrane na lokaciji u Paksu	Üzemelés alatti összesített hatásterület	Zbirno područje utjecaja tijekom pogona



Izvor: http://gis.teir.hu/arcgis/services/TeIR_GIS/teirgis_kozigazgatas/MapServer/WMSServer

Slika 108. Zbirno područje utjecaja rada Paks II s administrativnim granicama

Pogon Paks II zahvaća područja naselja Dunaszentbenedek, Paks i Uszód.

POPIS LITERATURE

- [1] MVM Magyar Villamos Művek Zrt. Új atomerőművi blokkok létesítése - Előzetes Konzultációs Dokumentáció, PÖYRY ERŐTERV ZRt, 2011.01.31.
- [2] http://gis.teir.hu/arcgis/services/TeIR_GIS/teirgis_corine2006/MapServer/WMSServer
- [3] http://gis.teir.hu/arcgis/services/TeIR_GIS/teirgis_kozigazgatas/MapServer/WMSServer
- [4] <http://nuclearinfo.net/Nuclearpower/CurrentReactors>
- [5] http://theresilientearth.com/files/images/european_nuc_plants.jpg
- [6] http://www.animatedsoftware.com/hotwords/nuclear_reactor/nuclear_reactor.htm
- [7] Nagy Sándor, Nukleáris kapacitás fenntartás, Engedélyezési feladatok, Budapest, 2014.04.23.
- [8] MVM Magyar Villamos Művek Zrt. Új atomerőművi blokkok létesítése, Előzetes konzultációs dokumentáció, PÖYRY ERŐTERV, 2011.04.15.
- [9] dr. Czibolya László, Magyar 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. Új atomerőművi blokkok létesítése, Előzetes konzultációs dokumentáció, PÖYRY ERŐTERV, 2012.10.05.
- [14] <http://atomeromu.hu/download/1450/A%20tervezett%20blokkok%20helye.jpg>
- [15] Paksi Atomerőmű Zrt. 1-4. blokk; Végleges Biztonsági jelentés 2013
- [16] Dr. Csom Gyula, Atomerőművek, Magyar 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 atomerőművi 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 atomerőművi 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 atomerőművi blokkok tervezett Duna-víz használatának elvi vízjogi engedélyezési dokumentációja, MVM ERBE Zrt.
- [33] Döntés előkészítő elemzés a paksi telephelyen létesítendő új atomerőművi blokkok ivóvíz-betáplálása, illetve szennyvíz-elvezetése témakörökben, MVM ERBE Zrt, 2013.
- [34] Elpanneteknik references, Finland's Olkiluoto 3 Nuclear plant
- [35] ERBE Fővállalkozói Terjedelmen Kívüli Tételek elemzése, 2013.

- [36] Lévai Projekt, Új atomerőmű létesítése, Döntés-előkészítő Megvalósíthatósági Tanulmány, PÖYRY ERŐTERV Zrt.
- [37] Elemzés az új atomerőmű blokkok munkaerőigényének meghatározásához, MVM ERBE Zrt., 2013.
- [38] MVM Zrt Új atomerőművi blokkok létesítése – A beruházási, az üzembe helyezési és az üzemeltetési munkaerőigény felmérése 1/2. Kötet, PÖYRY ERŐTERV Zrt, 2012. január
- [39] Irányelvek; Tanács 2011/70/Euratom Irányelve, EU, 2011.07.19.
- [40] EPC-Contract, Construction of Paks Nuclear Power Plant units 5 and 6, Hungary, Appendix 1.2, Part 1.2.1 Nuclear Island, 02-05-02 Radioactive Waste Treatment and Storage Systems (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] HaddamNeck atomerőmű, EastHampton, Connecticut állam