



PÖYRY ERŐTERV

ENERGETIKAI TERVEZŐ ÉS VÁLLALKOZÓ ZRT.

1450 Budapest, Pf. 111.

Tel.: (36 1) 455-3600

www.poyry.hu

1094 Budapest, Angyal u. 1-3.

Fax.: (36 1) 218-5585

eroterv@poyry.com

MVM MAGYAR VILLAMOS MŰVEK ZRT.

IZGRADNJA NOVIH BLOKOVA NUKLEARNE ELEKTRANE

DOKUMENTACIJA ZA PRETHODNU KONZULTACIJU

IDENTIFIKACIJSKA ŠIFRA:

6F111121/0002/C

DATUM: 26.10.2012.

BROJ RADA: 6F111121



Registarski broj:
MS 0624-061
MS 0624/K-061

DOKUMENTACIJU SU SASTAVILI

Romenda Tamás

Odvovorna osoba za projekt

Gátné Magyar Rozália

Projektant

Gyöngyösi Péter

Projektant

Reszler Hajnalka

Projektant

Rosenfeld Sándor

Kontrola kvalitete

SURADNICI U IZRADIVANJU DOKUMENTACIJE

Sa strane društva ÖKO Zrt.:

Gubányi András	Molnárné Póta Ágnes
Farkas Sándor	Mozsgai Katalin
Horváth János	Nagy István
Forián Szabó Márton	Scheer Márta
Forián Szabó Péter	Szőke Norbert
Kovácsné Molnár Gyöngyi	Dr. Tombácz Endre
Kutas József	Dr. Várkonyi Tibor
Magyar Emőke	Vidéki Bianka

Sa strane Centra za istraživanja energetike Mađarske akademije znanosti:

Bareith Attila	Hózer Zoltán
Deme Sándor	Pázmándi Tamás
Ézsöl György	Téchy Zsolt
Földi Anikó	Végh János
Dr. Gadó János	Zagyvai Márton
Gubik Éva	Zagyvai Péter

Sa strane društva A Golder Associates (Magyarország) Zrt.:

Kunfalvi Viktor
Lugosi Krisztián

Sa strane Državne meteorološke službe:

Horváth Ákos	Nagy Andrea
Konkolyné Bihari Zita	Varga Bálint
Móring Andrea	

Sa strane društva SOM NET Kft.:

Mikula József
Takáts Ferenc

PREGLED IZMJENA

Datum prvog izdanja: 31. siječanj 2012. godine

Znak izmjene	Izmijenjeno poglavlje	Datum	Stranice za izvađenje	Stranice za uvrštenje
A	Kompletna dokumentacija	19.03.2012.		
B	Kompletna dokumentacija	05.10.2012.		
C	Kompletna dokumentacija	26.10.2012.		

Izmjena s oznakom „A” sadržava izmjene prema primjedbama izgorvorenim i pismeno predanim sa žirija projekta provedenog od društva MVM Paksi Atomerőmű Zrt. i društva MVM Magyar Villamos Művek Zrt. dana 24. veljače 2012. godine.

Izmjena s oznakom „B” sadržava izmjene i dopune izvršene shodno tehničkim odlukama donijetim u periodu izrade dokumentacije.

Izmjena s oznakom „C” sadržava izmjene prema izgovorenim i pismeno predanim sa žirija projekta provedenog od društva MVM Magyar Villamos Művek Zrt. dana 17. listopada 2012.

Romenda Tamás, odgovorna osoba za projekt

Gátné Magyar Rozália, projektant

Gyöngyösi Péter, projektant

Reszler Hajnalka, projektant

Rosenfeld Sándor, kontrola kvalitete

SADRŽAJ

1. Uvod	8
1.1. Prikaz predviđene djelatnosti i projekta.....	8
1.2. Postupci ishოდovanja dozvola u svezi s izgradnjom novih blokova nuklearne elektrane ..	9
1.3. Razlozi izgradnje novih blokova.....	11
1.3.1. Prognoza domaće potrebe električne energije	11
1.3.2. Usporedba alternativa proizvodnje energije iz aspekta ekologije.....	13
2. Karakteristike lokacije, tehnologije proizvodnje nuklearne energije i varijanti novih blokova koji dolaze u obzir	16
2.1. Prikaz lokacije	16
2.1.1. Smještaj lokacije	16
2.1.2. Infrastrukturalne veze lokacije.....	16
2.1.3. Povezanost i veza sa planovima razvoja područja, naselja i prostornog uređenja	18
2.1.4. Rezimiranje karakteristika lokacije u Paksu.....	18
2.2. Prikaz tehnologije proizvodnje nuklearne energije	19
2.2.1. Prikaz tipova nuklearnih elektrana.....	19
2.2.2. Rad tlakovodnih reaktora (PWR), treće generacijske tlakovodne nuklearne elektrane	20
2.2.3. Proizvodnja nuklearne energije u svijetu, referencije proizvodnje nuklearne energije.....	26
2.3. Rezimirani prikaz sada radeće elektrane na lokaciji i privremenog spremišta istrošenih šipki.....	29
2.3.1. Glavnije tehnološke karakteristike postojeće nuklearne elektrane.....	29
2.3.2. Privremeni depo istrošenih šipki.....	30
2.3.3. Sigurnosni pojas nuklearne elektrane i Privremenog depoa istrošenih šipki.....	31
2.4. Prikaz tipova novih blokova za izgradnju koji dolaze u obzir	31
2.4.1. Opći podaci o tipovima blokova koji dolaze u obzir.....	31
2.4.2. Prikaz predviđenog rashladnog sustava.....	40
2.4.3. Ostali objekti, priključne operacije potrebni za ostvarivanje djelatnosti.....	42
2.4.4. Prikaz međunarodnih referencija tipova blokova koji dolaze u obzir	42
2.5. Prikaz faze gradnje, opis tehnologije građenja i drugih karakteristika.....	44
2.5.1. Prikaz podatak o karakteristikama građenja	44
2.5.2. Načini i volumeni dostave i odvoza povezani sa gradnjom.....	47
2.6. Predviđeni objekti, uređaji, mjere za zaštitu okoliša	48
2.7. Nesigurnost prikazanih podataka	49
3. Prikaz ekoloških utjecaja	50
3.1. Opće prikazivanje zemljopisnog okruženja	51
3.2. Karakteriziranje radioaktiviteta okoliša.....	52
3.2.1. Prikaz osnovnog stanja.....	52
3.2.2. Radiološki učinci rada novih blokova	56
3.2.3. Zajednički radiološki učinci nuklearnih objekata koji rade na lokaciji.....	61

3.2.4. Utjecaji pogonskih smetnji i nezgoda	62
3.3. Kakvoća zraka	66
3.3.1. Prikaz osnovnog stanja	66
3.3.2. Utjecaji gradnje	67
3.3.3. Utjecaji rad novih blokova	68
3.3.4. Zajednički utjecaji nuklearnih objekata koji rade na lokaciji	69
3.3.5. Utjecaji pogonskih smetnji i nesreća	69
3.4. Karakteristike regionalne i lokalne klime	69
3.4.1. Prikaz osnovnog stanja	69
3.4.2. Utjecaji gradnje	71
3.4.3. Utjecaji rada novih blokova	71
3.4.4. Zajednički utjecaji nuklearnih objekata koji rade na lokaciji	72
3.5. Površinske vode	73
3.5.1. Prikaz osnovnoga stanja	73
3.5.2. Utjecaji gradnje	77
3.5.3. Učinci nastali za vrijeme funkcioniranja novih blokova	79
3.5.4. Zajednički utjecaji pogona nuklearnih objekata na staništu	81
3.5.5. Utjecaji nesreća i smetnji u pogonu	82
3.6. Podzemne vode	83
3.6.1. Prikazivanje osnovnog stanja	83
3.6.2. Utjecaji gradnje	83
3.6.3. Utjecaji novih blokova u pogonu	84
3.6.4. Zajednički utjecaji pogona nuklearnih objekata na staništu	84
3.6.5. Utjecaji nesreća i smetnji u pogonu	85
3.7. Tlo, geološka sredina	85
3.7.1. Prikazivanje osnovnog stanja	85
3.7.2. Utjecaji gradnje	86
3.7.3. Utjecaji funkcioniranja novog reaktora	88
3.7.4. Zajednički utjecaji nuklearnih objekata u pogonu koje se nalaze u podružnici	88
3.7.5. Utjecaji smetnji u pogonu i utjecaji nesreća	88
3.8. Živi svijet, životne zajednice	89
3.8.1. Prikaz osnovnoga stanja	89
3.8.2. Opis utjecaja zahvata gradnje na okoliš	98
3.8.3. Utjecaji novih reaktora u pogonu	100
3.8.4. Kumulativni utjecaj nuklearnih objekata u pogonu	101
3.9. Mjere zaštita okoliša od buke i vibracije	101
3.9.1. Ocjena stanja	101
3.9.2. Utjecaji izgradnje	103
3.9.3. Utjecaji novih reaktora u pogonu	104
3.9.4. Kumulativni efekti nuklearnih objekata na području lokacije tvrtke	105
3.10. Otpadci	105
3.10.1. Opis stanja	105
3.10.2. Utjecaji gradnje	106
3.10.3. Utjecaji novih blokova u pogonu	107
3.10.4. Zajednički utjecaji nuklearnih objekata u pogonu	112

3.11. Selski okolišni, društveni i gospodarski utjecaji	113
3.11.1. Opis osnovnog stanja	113
3.11.2. Utjecaji gradnje.....	114
3.11.3. Utjecaj novih reaktora u pogonu	115
3.11.4. Zajednički utjecaji nuklearnih objekata koji djeluju na području podružnice	116
3.12. Uporaba pejzaža i područja	117
3.12.1. Prikaz osnovnog stanja.....	117
3.12.2. Utjecaji gradnje.....	119
3.12.3. Utjecaji novih reaktora u pogonu.....	120
3.12.4. Zajednički utjecaji nuklearnih objekata u pogonu na podružnici	121
4. Određivanje utjecaja promjena stanja na oko liš na one varijante koje mogu doći u obzir	122
4.1. Utjecajni prostor radioloških utjecaja.....	122
4.2. Utjecajni prostor konvencionalnih ekoloških utjecaja.....	123
4.3. Potpuni utjecaji promjene stanja na okoliš i naselja koja su kontaktna području tog utjecaja	132
5. Utjecaji okoliša koji se vezuju uz zatvaranje mogućih varijanti novih reaktora .	134
5.1. Tijek i cilj demontiranja i zatvaranja nuklearne elektrane.....	134
5.2. Strategija demontiranja koja se slijedi tijekom demontiranja novog reaktora nuklearne elektrane	135
5.3. Ekološki utjecaji/posljedice demontiranja	136
5.3.1. Promišljanja koja se odnose na reaktore.....	136
5.3.2. Prikaz ekoloških utjecaja/posljedica demontiranja	137
5.4. Financiranje i troškovi demontiranja	140
6. Procjena mogućih utjecaja na okoliš preko državnih granica	141
7. Zaključak.....	145

1. Uvod

1.1. Prikaz predviđene djelatnosti i projekta

Zbog održavanja sigurnosne opskrbe Mađarske električnom energijom potrebna je izgradnja novih elektranskih kapaciteta, budući da se kratkoročno i dugoročno predviđa zaustavljanje znatnog dijela sada postojećih kapaciteta. U osnovi zbog zastare elektranskog parka, a u drugom redu zbog rasta potrošačkih potreba – još i uz prijelaznu recesiju izazvanu od gospodarske krize – javit će se potreba za novim proizvodnim kapacitetom u visini od oko 5000 MW do 2020 godine, a od 2030 godine od daljnjih 4000 MW. Za dopunu jednog dijela nedostajalih izvora korisno rješenje predstavlja izgradnja nove nuklearne elektrane, naime proizvodnja električne energije u nuklearnoj elektrani omogućuje gospodarski efikasnu, dugoročno uporabljivu, sigurnu opskrbu električnom energijom, gorivo za ovo se može nabaviti iz više izvora za stabilnu i izračunljivu cijenu, i dulje se može skladištiti.

Izgradnji nuklearne elektrane prethode politička odluka, izvanredno utemeljena priprema kroz više godina i autorizacija. Grupa poduzeća Magyar Villamos Művek (MVM Grupa) od 2007. godine vrši prethodna stručna ispitivanja u lokaciji Paks za izgradnju novih blokova nuklearne elektrane analizirajući tehničke, gospodarske, trgovačke, pravne i društvene aspekte. Gradeći na prethodne stručne analize dana 30. ožujka 2009. godine Parlament je u razmjeru od 95,4 % bio suglasan da se započinje djelatnost koja služi za pripremu izgradnje novih blokova na lokaciji Paks (rezolucija Parlamenta broj 25/2009. (2. IV.) OGY).

Rezolucija Parlamenta još ne znači stvarnu odluku o izgradnji novih blokova nuklearne elektrane. Nakon idejne dozvole potreban je započeti stručni rad, da se daju odgovori na brojna pitanja kao što su na primjer pitanja konstrukcije financiranja i investicije, tehničkih parametara, konkurenčnosti, uklapanja u sustav, utjecaja na okoliš ili tipova blokova i dobavljača. Po izlasku rezolucije Parlamenta – bazirajući na prethodno obavljene djelatnosti – su započete stvarne pripreme, kao dio toga, priprema potrebnih postupaka autorizacije.

Dobavljač, odnosno tip blokova koji se trebaju ostvariti – shodno međunarodnoj praksi – su izabrani na temelju natječajnog postupka koji je složeni proces od više faza. Na temelju skupnog odmjeravanja svjetskih trendova i stručnih iskustava s domaćom nuklearnom elektranom može se utvrditi da je u Mađarskoj svrsishodno izgraditi trogeneracijske nuklearne elektrane sa vodom pod tlakom. Na tržištu je prisutno više takvih tipova i dobavljača, a svaki od tih multinacionalnih velikih poduzeća raspolaže priznatim stručnim znanjem i relevantnim iskustvom izgranje nuklearne elektrane. A pored toga ponuda je prilično izjednačena, nema istaknuto dobrih i slabih varijanti. Svaki tip koji se može uzeti u obzir prema dosadašnjim analizama i referencijama je dovoljno siguran i tehnički razvijen.

MVM Grupa po rezoluciji Parlamenta je dana 8. srpnja 2009. godine osnovala Lévai Projekt za pripremu izgradnje predviđenih novih blokova nuklearne elektrane. Projekt je navan po preminulom profesoru dr. Andrásu Lévaiju koji je dominantna ličnost u domaćoj energetici, udomaćitelj vida energetike koji spaja sveobuhvatne tehničke, ekološke i narodno strategijske aspekte. Zadaće povezane sa pripremom izgradnje novih blokova nuklearne elektrane od rujna 2012. godine obavlja novo projektno društvo MVM Paks II. Atomerőmű Fejlesztő Zrt. osnovano od društva Magyar Villamos Művek Zrt.

Predviđena djelatnost je dakle izgradnja i korištenje dva bloka nuklearne elektrane električnog kapaciteta od 1000–1600 MW neto na lokaciji nuklearne elektrane u Paksu za proizvodnju električne energije u cilju trgovine. Vrijeme izgradnje traje 11–12 godine, od kojeg za fazu pripreme potrebno je 5–6 godina, a izvođenje radova traje 6 godina. Predviđa se da će prvi blok nuklearne elektrane biti pušten u rad do 2025. godine, a drugi do 2030, predviđeno trajanje pogona je 60 godina. Mjesto instaliranja novih blokova se nalazi u županiji Tolna, upravno područje grada

Paks, oko 5 km južno od središta grada, to je područje u vlasništvu društva MVM Paksi Atomerőmű Zrt.

Predviđena investicija će vjerojatno i na lokalnoj i na regionalnoj razini predstavljati povoljne društvene i gospodarske učinke (na pr. znatno poboljšanje zaposlenosti, unapređivanje prosvjete, uloga rastućih osobnih i samoupravnih prihoda u revitalizaciji gospodarstva) kako u fazi gradnje, tako i za vrijeme rada objekta.

Prva faza postupka za pridobivanje ekološke dozvole prema više puta izmijenjenoj vladinoj uredbi broj 314/2005. (25. XII.) o postupku ispitivanja ekoloških utjecaja i pridobivanja dozvole za jedinstveno korištenje okoliša je – neobvezujuća - prethodna konzultacija. U okviru prethodne konzultacije Nadzorstvo zajedno sa nadležnim upravnim tijelima daje mišljenje o sadržajnim zahtjevima za studiju utjecaja na okoliš koji se podnosi u drugoj fazi autorizacije. Nakon podnošenja studije utjecaja na okoliš Nadzorstvo u poznavanju svih podataka i rezultata ispitivanja u svezi sa predviđenom djelatnošću zajedno sa spomenutim stručnim tijelima donosi rješenje u kojem u slučaju adekvatnosti novih blokova iz aspekta zaštite okoliša izdaje ekološku dozvolu.

Ovaj dokument je dokumentacija zahtjeva za prethodnu konzultaciju koju su po narudžbi dioničkog društva MVM Magyar Villamos Művek Zrt. izradili dioničko društvo PÖYRY ERŐTERV ZRT. i njegovi potpoduzetnici. U izradu dokumentacije za prethodnu konzultaciju uvučene stručne institucije, tvrtke i dijelovi elaborata koji su oni izradili:

ÖKO Környezeti, Gazdasági,
Technológiai, Kereskedelmi,
Szolgáltatató és Fejlesztési Zrt.:

Prikaz stanja okoliša i procjena mogućih utjecaja na tradicionalnim (nuklearnim) stručnim područjima (kakvoća zraka, stanje buke, životne zajednice živog svijeta, okolina naselja, iskorištenje krajolika i prostora).

Magyar Tudományos Akadémia
Energiatudományi Kutatóközpont:

Prikaz tehnologije proizvodnje nuklearne energije, varijanti novih blokova koji se uzimaju u obzir, opis radioaktivnosti okoline, procjena vjerojatnih radioloških učinaka.

Golder (Associates) Magyarországi Zrt.:

Prikaz vodne sredine, stanja okoline površinskih i podzemnih voda, predstavljanje geoloških i hidrogeoloških odnosa, procjena mogućih ekoloških utjecaja.

Országos Meteorológiai Szolgálat:

Opisivanje regionalne i lokalne meteorologije, izrada studije o klimi.

SOM NET Kft.:

Ispitivanje ekoloških utjecaja koji se vežu uz dekomisiju

1.2. Postupci ishodovanja dozvola u svezi s izgradnjom novih blokova nuklearne elektrane

Za izgradnju novih blokova nuklearne elektrane prema važećim pravnim propisima potrebno je provođenje postupka za pridobivanje ekološke dozvole, dozvole za nuklearnu sigurnost i dozvole električne industrije, kao i ispunjenje drugih obveza za daljnje odobravanje, odnosno pridobivanje službenih dozvola.

U smislu članka 66. stavak 1. Zakona LIII. o općim pravilima zaštite okoliša iz 1995. godine korištenjem okoliša se u slučaju djelatnosti koje spadaju pod snagu ispitivanja ekoloških utjecaja može početi samo nakon pravomoćnosti **ekološke dozvole** izdane od tijela za zaštitu okoliša. Vladina uredba broj 314/2005. (25. XII.) o ispitivanju ekoloških utjecaja i o jedinstvenom postupku ishodovanja dozvola za korištenje okoliša određuje koje su djelatnosti kod kojih je potrebno ispitivanje ekoloških utjecaja. Djelatnosti koje podliježu postupku navedene su u prilogu uredbe br. 1. i 3. Predviđena djelatnost, to jest izgradnja novog bloka nuklearne elektrane je navedena u točki 31. priloga broj 1., dakle spada među djelatnosti kojima je potrebna ekološka dozvola, tako kao dio postupka ishodovanja odobravanja, treba pribaviti ekološku dozvolu. Službene funkcije u ovom slučaju obavlja teritorijski nadležno nadzorstvo Dél-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség (u daljnjem tekstu Nadzorništvo).

Prema Vladinoj uredbi broj 314/2005. (25. XII.) korisnik okoliša kod djelatnosti gdje je obvezatno ispitivanje ekoloških utjecaja iz priloga uredbe broj 1. može pokrenuti prethodnu konzultaciju u interesu toga da:

- s jedne strane traži mišljenje nadzorništva kao i tijela koje će kasnije sudjelovati u postupku ishodovanja ekološke dozvole kao stručno tijelo o sadržajnim zahtjevima studije o ekološkim utjecajima,
- s druge strane da upozna i da može uzeti primjedbe javnosti u obzir kod izvođenja ispitivanja ekoloških utjecaja.

Podnosilac zahtjeva za ekološku dozvolu u ovom slučaju je donio takvu odluku da inicira prethodnu konzultaciju. Za ovo treba izraditi dokumentaciju za prethodnu konzultaciju (EKD) koja odgovara sadržajnim zahtjevima po prilogu broj 4. Vladine uredbe broj 314/2005. Nadzorništvo podnesenu dokumentaciju i zahtjev za prethodnu konzultaciju dostavlja upravnim tijelima iz priloga odredbe broj 12. i javnim bilježnicima pogođenih naselja u cilju davanja mišljenja, odnosno objavljuje obavijest o pristizanju zahtjeva. Na obavijest se može dati primjedba u roku od 21 dana, pogođenim upravnim tijelima 15 dana stoji na raspolaganju za formiranje svog mišljenja. U postupku prethodne konzultacije postoji mogućnost za provođenje usmene konzultacije sudjelovanjem uvučenih upravnih tijela (budućih stručnih tijela) i korisnika okoliša. Nadzorništvo kao zaključak prethodne konzultacije daje mišljenje o sadržajnim zahtjevima studije o ekološkim utjecajima uzimanjem priloga Vladine uredbe broj 6. Korisnik okoliša u roku od dvije godine nakon davanja mišljenja može podnijeti zahtjev za ekološku dozvolu.

Budući da izgradnja nuklearne elektrane podliježe Vladinoj uredbi broj 148/1999 (13. X.) o objavi konvencije o ispitivanju prekograničnih ekoloških utjecaja potpisivane u Espoo (Finska) dana 26. veljače 1991. godine, odnosno direktivi broj 85/337/EGZ o ispitivanju ekoloških utjecaja pojedinih javnih i privatnih projekata izmijenjenog smjernicama vijeća broj 97/11/EZ, 2003/35/EZ, i 2009/31/EZ Europske zajednice, potrebno je i provođenje postupka međunarodnog ispitivanja ekološkog utjecaja. O potrebi međunarodnog postupka u fazi prethodne konzultacije Nadzorništvo obavijesti Ministarstvo za ruralni razvoj. O predviđenoj djelatnosti Ministarstvo stranke koje su izložene utjecaju obavijesti dostavljanjem dokumentacije - prevedene na jezik stranke izložene utjecaju ili na engleski jezik. Ukoliko stranka koja je izložena utjecaju želi sudjelovati u postupku ispitivanja ekoloških utjecaja, Ministarstvo – uvlačenjem Nadzorništva i korisnika okoliša – kao dio postupka, obavlja konzultaciju sa strankom koja je izložena utjecaju. Nadzorništvo odmjerava primjedbe dobijene tijekom konzultacije kao primjedbe javnosti stranke izložene utjecaju i uvažava ih prema potrebi.

U ovom slučaju sadržajni elementi ispitivanja ekološkog utjecaja u dijelu o potrebnim ispitivanjima djelomice odstupaju od općih očekivanja koja su uobičajena i odnose se na većinu djelatnosti. Jedno od važnih odstupanja proizlazi iz toga da predviđene nove blokove korisnik okoliša ne smatra proširenjem postojeće nuklearne elektrane, nego kao poseban objekat izgrađuje nove blokove na takvom mjestu, gdje je susjedni korisnik terena jedna druga, već radeća nuklearna elektrana.

Druga važna specijalnost je upravljanje dekomisijom. Kod najviše tradicionalnih djelatnosti o tome u fazi planiranja stoji malo informacija na raspolaganju. U ovom slučaju se radi o radnom procesu skoro iste veličine sa volumenom gradnje, koji može imati i značajne ekološke utjecaje. Zbog ekološke opasnosti kompleksnih utjecaja je dekomisija nuklearne elektrane prema Vladinoj uredbi broj 314/2005. (25. XII.) i sam po sebi djelatnost gdje je obvezatno ispitivanje ekološkog utjecaja. Primarni razlog samostalnog postupka odobravanja da potpomaže ostvarenje mogućnosti optimalnog rješenja iz ekološkog aspekta tijekom demontiranja elektrane. Do tog razdoblja dolazi u tako dalekoj budućnosti (nakon više desetljeća, čak nakon 100 godina) da tadašnja moderna tehnička rješenja se ne mogu predvidjeti u sadašnjoj fazi projektiranja, ekološki utjecaji se detaljno ne mogu procijeniti. U ovoj fazi obveza samostalnog ispitivanja utjecaja dekomisije nuklearne elektrane znači da u studiji treba se zapravo osvrnuti na ovu fazu, ali dubina toga ne treba da dostiže detalje potrebne za ekološku dozvolu.

Pridobivanje **dozvole za nuklearnu sigurnost** potrebnih za izgradnju i korištenje nuklearne elektrane može se ostvariti na temelju zakona CXVI. o nuklearnoj energiji iz 1996. godine kao i na temelju Vladine uredbe broj 118/2011. (11. VII.) – izmijenjene s Vladinom uredbom broj 37/2012. (9. III.) o nuklearnim sigurnosnim zahtjevima nuklearnih objekata i s tom povezanom službenom djelatnošću, odnosno na temelju propisa Pravilnika o nuklearnoj sigurnosti koji je prilog toga:

- dozvole na razini objekta (lokacijska dozvola, dozvola izgradnje, dozvola za puštanje u rad, dozvola uporabe),
- dozvole na razini sustava i elemenata sustava (dozvole proizvodnje (tipske dozvole), dozvole nabave (tipske dozvole), dozvole za montiranje, dozvole korištenja, građevinske dozvole, dozvole uporabe itd.)

Tijekom nuklearne sigurnosne autorizacije službene zadaće obavlja Országos Atomenergia Hivatal (OAH) (Državni ured za nuklearnu energiju), a postupke odobravanja provodi Nukleáris Biztonsági Igazgatósága (NBI) (Uprava za nuklearnu sigurnost) Ureda za nuklearnu energiju.

Za izgradnju nuklearne elektrane potrebno je pribavljanje **dozvola električne energetske industrije** od ureda Magyar Energia Hivatal (MEH) (Ured za energetiku Mađarske) u smislu propisa Vladine uredbe broj 273/2007. (19. X.) zakona LXXXVI. o električnoj energiji iz 2007. godine i o izvršenju pojedinih dijelova zakona broj LXXXVI. o električnoj energiji. Na temelju pravnih propisa potrebna je idejna dozvola za izgradnju novih blokova kao elektrane koja bitno utječe na pogon sustava električne energije, odnosno treba tražiti odobrenje za izgradnju elektrane i takozvanog proizvodnog voda¹. Tijekom autorizacije izgradnje elektrane službeno tijelo – u dva stupnja – izdaje dozvolu za izgradnju elektrane, a zatim dozvolu za proizvodnu djelatnost. Službena autorizacija izgradnje nuklearne elektrane obuhvaća i više **druga specijalna stučna područja** (ispitivanje lokacije, geološke adekvatnosti, određivanje sigurnosnog pojasa objekta, fizička zaštita i protupožarna zaštita, kontrola emisija i okoliša itd.). Službene postupke odobravanja za izgradnju nuklearne elektrane, važnije pravne propise za postupku rezimira *tabela M-1 Priloga..*

1.3. Razlozi izgradnje novih blokova

1.3.1. Prognoza domaće potrebe električne energije

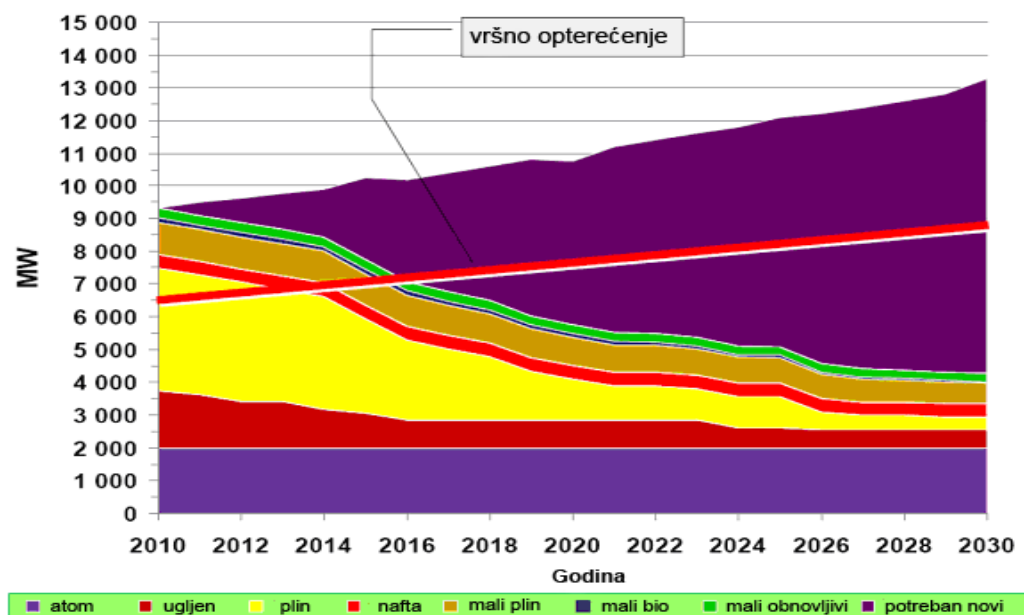
Potpuna uporaba električne energije sustava električne energije u Mađarskoj u godini 2011. iznosila je 42,63 TWh, od toga bruto (računat uzimanjem samopotrošnje u obzir) proizvodnja električne energije iznosila je 35,98 TWh, a neto (napajano u mrežu) proizvodnja električne energije iznosila 33,50 TWh. U domaćim elektranama blizu 44% proizvedene (bruto) električne energije u 2011. godini poticala je od fisijskog materijala, 30% od prirodnog plina, 18% od ugljena, 8% od otpadaka i iz obnovljivih izvora energije. [1]

Kao utjecaj gospodarske krize reducirano je godišnje vršno opterećenje sustava, a godine 2012. za 6560 MWA je približilo opterećenje od 6602 MW koje je do sada najviše izmjereno u 2007. godini. Vrijednost godišnjeg vršnog opterećenja u godini 2011. godini iznosila je 6492 MW. Uzimajući formiranje neto potrošnje električne energije mjerodavnom, se pokazuje tempo rasta od 1,5% godišnje. Prognoze smatraju manje vjerojatnim tempo od 1% godišnje, a najmanje im se čini rast od 2% godišnje.

Instalirani kapacitet domaćih elektrana bio je od 10109 MW bruto u godini 2011. (od toga 8637 MW od velikih elektrana). Ispitivajući srednje i dugoročne promjene, prognoze instaliranog električnog kapaciteta možemo utvrditi da sudbina postojećih domaćih elektrana, njihovo zaustavljanje u vremenu i načinu koji odgovara volji vlasnika slijedit će formiranje kapaciteta-

¹ Na temelju zakona broj LXXXVI iz 2007. godine obveznost autorizacije izgradnje proizvodnog voda ne postoji u slučaju, ako proizvodni vod služi isključivo za priključak elektrane i iz toga se ne opslužuje drugi korisnik. Shodno tome se može pretpostaviti, da kod izgradnje novih blokova nuklearne elektrane neće biti potrebna autorizacija za proizvodni vod u djelokrugu elektroprivrede MEH.

tržišta. Nove elektrane u sljedeće dvije decenije u prvom redu bit će potrebne zbog dopune zaustavljenih jedinica i samo u drugom redu za rast potrebe za električnom energijom. Potrebu za izgradnju izvora prikazuje *slika broj 1.3.1-1*.



Slika br. 1.3.1-1.: Potreba izgradnje izvora

Izgradnju elektrana u periodu između 2010 i 2020 godine vjerojatno će odrediti izgradnja jedinica složenih kružnih procesa (CCGT²) i razvijanje malih elektrana. Početkom 2020-ih godina do predviđenog puštanja prvih novih blokova nuklearne elektrane u rad će se vjerojatno samo s novim CCGT jedinicama moći osigurati potreban izvor. U ovom periodu međutim već treba početi i izgradnju rezervnog parka na plinsku turbinu koja će se moći spojiti sa kapacitetom novih blokova nuklearne elektrane. Taj kapacitet mora već pri probnom radu prvog novog bloka nuklearne elektrane stajati na raspolaganju da se otpali učinak iz bilo kojeg razloga odmah može nadoknaditi u predpisanom roku. [2].

Za sljedeće razdoblje sa karakterističnom izgradnjom plinske turbine u Mađarskoj omjer prirodnog plina kao primarnog nosioca energije se može dići u blizinu od 50%. Ovo elektrane koje su bazirane na obnovljivim izvorima energije ne mogu držati u ravnoteži, smanjenje omjera prirodnog plina se može očekivati od izgradnje nuklearne elektrane sa velikim blokovima. Uporedo s izgradnjom velike elektrane izgradnje malih elektrana se zapravo može nastaviti, ali vrijednost kapaciteta vjetroelektrana koje zastupaju glavni omjer i elektrane na bio masu koje su povezane s opskrbom topline može biti i dalje vrlo umjerena. Tako sveukupno do 2030. godine 53% potrošnje bruto električne energije može potjecati od nuklearnog izvora, 48% od prirodnog plina, 4% od ugljena i 15% od obnovljivih izvora energije.

Omjer uvoznog salda u 2010-ih godina još može rasti, u prvom redu zbog jeftine regionalne ponudbene cijene, što će moći jedinice nuklearnih elektrana koje će vjerojatno biti puštene u pogon u regiji dalje pojačati. U 2020-ih godina se međutim može računati na smanjenje uvoznog salda. Početak rada jedinice nuklearne elektrane velikih blokova može prouzrokovati privremenu prekomjernu izgradnju u domaćem sustavu. Iskorištenje viška kapaciteta će se moći riješiti samo izvozom ili akumulacijskom hidroelektranom na crpke.

Višak kapaciteta uglavnom u razdoblju s niskim opterećenjima predstavlja problem, kada pored elektrana koje su ovisne o vremenskim prilikama ili se njima ne može upravljati iz drugog razloga još upravljive strojne jedinice (karakteristično velike standardne snage) moraju osiguravati

² Combined Cycle Gas Turbine – elektrana sa plinskom turbinom kombiniranog ciklusa

regulacijski kapacitet u smjeru dolje. To opravdava da se novi blokovi mogu regulirati u bitno većem području od dosadašnjih, u području 50–100%, što će današnja trećegeneracijska tehnologija nuklearne elektrane bez daljega omogućiti, a Poslovni pravilnik Električno energijskog sustava Mađarske čak i propisuje.

1.3.2. Usporedba alternativa proizvodnje energije iz aspekta ekologije

U cilju životnog ciklusa proizvodnje električne energije energetskog sektora u Mađarskoj je bilo izvedeno samostalno ispitivanje [3]. Analiza životnog ciklusa ispituje ekološke aspekte i potencijalne utjecaje na životnom putu nekog proizvoda, procesa ili usluge – u pojedinim fazama životnog ciklusa. Predmet analize životnog ciklusa općenito je proizvod, proces ili usluga kod kojih imamo mogućnosti birati između sustava iste funkcije, ali koji u različitoj mjeri utječu na okoliš. Ispitane moguće alternative proizvodnje električne energije su nuklearna energija, fosilni nosioci energije (lignit, mrki ugljen, crni ugljen, prirodni plin, ulje), alternativni izvori energije (otpaci) i obnovljivi izvori energije (loženje drvima, bioplin, bioetanol, hidroenergija, vjetroenergija, sunčana energija).

Sustav obuhvaća sve modele LCA (Life Cycle Assessment – analiza životnog ciklusa) tehnologije proizvodnje električne energije primijenje u Mađarskoj, počevši od fosilnih preko korištenja nuklearne energije do korisnika obnovljivih izvora. Treba naglasiti da se analiza odnosi samo na proizvodnju električne energije.

Za procjenu rezultata koristili su EcoIndicator '99 razvijen na Sveučilištu u Leidenu u Nizozemskoj i metodu CML 2001. [3] EcoIndicator '99 s agregiranom, bezdimenzijskom vrijednošću karakterizira ekološki učinak jedne tehnologije, a CML 2001 pokazatelji naprotiv egzaktno normiraju pojedine emisije na količinu referencijskih tvari, pružajući lako razumljivu jedinicu mjere. Granice sustava analize su raširene od eksploatacije goriva sve do njegovog pretvaranja, gdje će finalni proizvod postati funkcionalnom jedinicom. Kod analize korištenja nuklearne energije nisu ispitivali samo proizvodnju energije nego i opterećenja sa izgradnjom i dekomisijom elektrane kao i sa upravljanje otpacima.

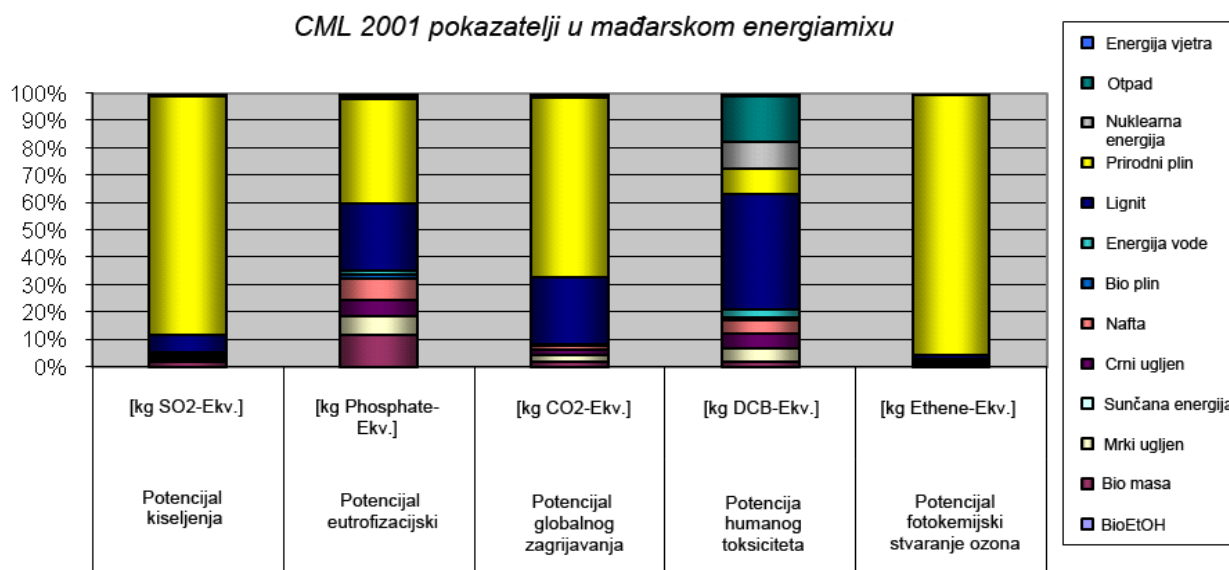
Komparativna analiza je bila izvedena na temelju mađarskog „energiamix”-a. Mađarski „energiamix” je takav sustav gdje modelirani tehnološki sustavi u dimenziji koja odgovara stvarnosti doprinose proizvodnji funkcionalne jedinice, to jest električne energije od 1 MJ-a, tako prilikom analize od njih nastale emisije su uzeli u omjeru koji odgovara stvarnosti u obzir. Polazeći od „energiamix”-a bile su uspoređene različite alternative proizvodnje energije, analiza se odnosi isključivo na električnu energiju, zato je iskorištenje topline izostalo iz analize. *Slika br. 1.3.2-1.* prikazuje rezultate analize, za što su bili korišteni sljedeći pokazatelji metode CML 2001:

- Potencijal zakiseljevanja (kg SO₂-ekv.), to jest dani sustav u kojoj mjeri doprinosi promjeni pH- vrijednosti okoliša.
- Eutrofizacijski potencijal (kg fosfat-ekv.), to jest opisivanje obogaćenja okoline hranljivim tvarima u odnosu na fosfat.
- Potencijal globalnog zagrijavanja (kg CO₂-ekv.), to jest, doprinos učinku globalnog zagrijavanja projicirano na ugljen dioksid.
- Potencijal humanog toksiciteta (kg DCB-ekv.), to jest, otrovni utjecaj na ljude, što je normiran na diklorov benzol.
- Potencijal stvaranja ozona fotokemijski (kg etilen-ekv.), to jest, uloga procesa u potpomaganju stvaranja niskog atmosferskog ozona normirano na etilen.

U zakiseljevanju veliku ulogu igra loženje prirodnim plinom, to je razumljivo, naime to pokriva 35% opskrbe energijom. Tu se javlja još utjecaj i lignita, koji odgovara za 15%.

U slučaju obogaćenja hranljivom tvari javlja se i loženje lignitom, skoro u istoj mjeri kako se to vidi kod loženja plinom od 35%, unatoč tome, da njegov omjer u „energiamixu” samo polovina, oko 15%. Ovdje postaje vidljivim i utjecaj tehnologije koja koristi druga dva fosilna goriva, ulje, crni

ugljen i mrki ugljen, iako omjer ovih samo 1-2%. Pored njih ima vrijednujući utjecaj i loženje sa bio masom (gorivo drvo) sa svojim udjelom od 3,7% u „energiamixu”.



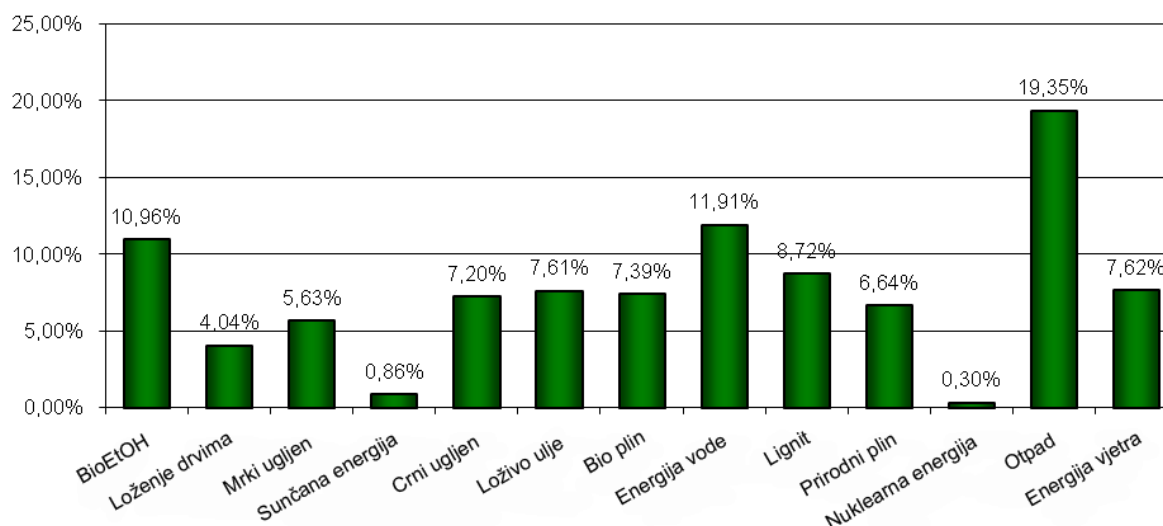
Slika 1.3.2-1.: Ekološki pokazatelji podjele u mađarskom energiamixu (CML 2001)

U podjeli koja se vidi u potencijalu globalnog zagrijavanja prirodni plin zauzima najveće mjesto, što može biti utjecaj njegove važne uloge u opskrbi energijom. Njega slijedi lignit, a zatim ostale „fosilne tehnologije”.

U formiranju potencijala humanog toksiciteta pojavljuje se već više načina proizvodnje energije. U najvećem omjeru je ovdje lignit, za njim slijedi paljenje otpadaka. Značenje plina se ovdje već smanjuje, skoro je iste veličine sa nuklearnom energijom, što skoro odgovara njihovoj ulozi u proizvodnji energije (blizu 35–35%), iako se nuklearna energija do sada ni u jednom pokazatelju nije mogao procjenljivo iskazivati.

U potencijalu stvaranja ozona fotokemijski skoro u 100 % loženje prirodnim plinom igra ulogu. Iz svega toga se vidi da povećanje loženja lignitom i prirodnim plinom u proizvodnji energije u Mađarskoj iz aspekta ekološkog učinka ne bi bilo korisno. Nuklearna energija se samo u potencijalu humanog toksiciteta pojavljuje onako da se može iskazati, zbog toga kod te tehnologije je najbolje opterećenje okoliša u ispitivanom mađarskom „energiamixu”.

Podatke opterećenja okoliša pomaže sažeti i *slika br. 1.3.2-2.* koja prikazuje vrijednosti EcoIndicator '99 pojedinih tehnologija proizvodnje električne energije.



Slika 1.3.2-2.: EcoIndicator '99 vrijednosti pojedinih tehnologija proizvodnje energije

Među ispitivanima paljenje otpadaka se smatra procesom koji najviše opterećuje okoliš, budući da primijenjeni hijerarhijski pristup unutar EcoIndikatora uzima karcinogene utjecaje u obzir, i paljenjem otpadaka emisija teškog metala i dioksina je veća od ostalih i pripada u ovu kategoriju, vrijednost indikatora će biti veća. Tehnologije koje koriste fosilno gorivo su skoro na istoj razini, manja odstupanja mogu biti zbog načina proizvodnje goriva. Najbolju vrijednost u ovoj kategoriji postiglo je loženje s prirodnim plinom. Loženje drvima je među tehnologijama paljenja najbolja, ali za ovo potrebna je i odgovarajuće funkcionirajući sustav šumskog gospodarstva koje je stalno u stanju isporučiti gorivo.

Interesantan je položaj hidroenergije, što je poslije paljenja otpadaka od najgoreg učinka. To je zbog korištenja građevinskog materijala velike mase, i tada još nismo računali sa problemima koji nastupaju kod različitih vrsta brana kao što su emisije iz truljenja nanosa uz branu ili oštećenja ekosistema. Loženje s bioetanolom ima istu razinu opterećenja kao sa prirodnim plinom, što proizlazi uglavnom iz ekoloških utjecaja poljoprivrede. Vjetroenergija je na istoj razini s bioetanolom, ali potreba rada je manja, ne treba godišnje proizvesti poljoprivrednu sirovinu. Od obnovljivih je sunčana energija bila najuspješnija, od ostalih s jednim redom veličine manjim opterećenjem okoliša.

Najbolji učinak je dala nuklearna energija, s puno boljim učinkom od ostalih. Utjecaj upravljanja otpacima se na ovoj slici ne vidi, a ni ostali procesi to ne sadržavaju. Dakle, kao što kod sunčane energije nije navedeno rukovanje solarnim elementima, ili kod ugljena rukovanje pepelom (što je isto manje-više radioaktivno, jer gorenje radi kao selekcija, gdje u krutim ostacima ostaju radioaktivni izotopi elemenata goriva i tamo se nagomilaju), tako nema ni ovdje. Sještaj radioaktivnih otpadaka više zastupa jedan rizik, u odgovarajuće izgrađenim skladištima se daju sigurno smjestiti. Uzrok dobrog učinka nuklearne energije je niska ili zero emisija „tradicionalnih” štetnih tvari u neposrednoj proizvodnji energije, i općenito za 2–3 reda veličine je manje količine goriva potrebno u slučaju proizvodnje električne energije istog volumena.

2. Karakteristike lokacije, tehnologije proizvodnje nuklearne energije i varijanti novih blokova koji dolaze u obzir

2.1. Prikaz lokacije

2.1.1. Smještaj lokacije

Lokacija u Paksu se nalazi u Županiji Tolna, 118 km južno od Budimpešte, 5 km južno od centra grada Paks, 1 km od rijeke Dunav zapadno i 1,5 km istočno od regionalne ceste br. 6. Južna državna granica se proteže u daljini od 63–75 km od lokacije, a to je na Dunavu u smjeru toka 94 km (postojeća elektrana 1527 riječnih km, državna granica 1433 riječnih km). Područje nove elektrane se nalazi izravno u susjedstvu radeće nuklearne elektrane u Paksu, unutar granice zemljišta elektrane. Smještaj lokacije i njenu izravnu okolinu prikazuje *slika M-1*. Priloga, na kojoj se vidi da širu okolinu lokacije (područje sa polumjerom od 30 km) Dunav dijeli na dva dijela, zapadna strana se nalazi u Zadunavlju, a istočna strana između rijeka Dunava i Tise. [4]

Lokacija nuklearne elektrane u Paksu sada obuhvaća područje od oko 5,8 km². Lokacija se može raščlaniti na sljedeća dijela iz aspekta funkcije, čuvanja i zaštite:

- Pogonsko područje nuklearne elektrane u Paksu:
Četiri bloka postojeće elektrane, njima priključujuća strojarnica s turbinom, konstrukcija za vađenje vode, kao i ovima pripadajući pomoćni uređaji, sustavi; ured, objekti za održavanje i skladištenje. Privremeno odlagalište izgorjelih šipki Kíégett Kazetták Átmeneti Tárolója (KKÁT) koje se nalazi u vlasti društva Radioaktív Hulladékot Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft. (RHK Kft.) priključeno je području pogona.
- Investicijsko područje nuklearne elektrane u Paksu:
Sada se ovdje nalaze vanjske institucije koje su potrebne za rad elektrane, radionice poduzeća za održavanje, skladišta i uredski objekti.

Površina predviđene lokacije novih blokova nuklearne elektrane je velika 106 ha, koja prema planovima zauzimat će oko 29,5 hektara od sadašnjeg pogonskog područja nuklearne elektrane u Paksu i 76,3 hektara od takozvanog područja za pripremu građenja. Smještaj lokacije u Paksu s oznakom mjesta instalacije novih blokova vidi se na *slici M-2 Priloga*.

Predviđena lokacija novih blokova po funkciji isto se može podijeliti na dva dijela. Na pogonskom području će mjesto dobiti blokovi elektrane, servisni pomoćni uređaji, sustavi i drugi objekti, a područje za pripremu građenja će dati odgovarajuće područje za izgradnju u fazi izvođenja radova. Na ovim područjima se sada nalaze servisni sustavi za radeću elektranu, uredi i objekti za održavanje i skladištenje. Područje novih blokova se sada nalazi unutar katastarske čestice broj 8803, prema Pravilniku o lokalnoj gradnji Grada Paks (Odredba samouprave br. 24/2003. (31. XII.)) ovo je građevinski pojas oznake Gip – M, industrijsko gospodarsko područje.

2.1.2. Infrastrukturne veze lokacije

2.1.2.1. Veze sa mrežom električne energije

Sadašnja četiri bloka nuklearne elektrane kao osnovna elektrana proizvodi električnu energiju za Sustav električne energije Mađarske (VER). Električnu energiju proizvedenu u turbogeneratorima elektrane glavni transformatori transformiraju na razinu napona od 400 kV. Dva glavna transformatora koja pripadaju jednom reaktorskom bloku se preko voda za 400 kV priključuju u podpostaju od 400 kV koja se nalazi u južnoistočnom dijelu lokacije Paks koja je dio državne osnovne mreže, i u koju spojeni dalekovodi su glavni putovi izvođenja proizvedene električne energije. Postaja sa 400 kV je preko dva transformatora priključena na podpostaju na 120 kV – koja

se nalazi pored nje – i stvara dio mreže državne glavne razvodnice – i tako na dalekovode od 120 kV koji odtamo polaze.

Za priključenje novih blokova nuklearne elektrane na električnu mrežu potrebno je izgraditi novu postaju za prebacivanje i transformatorsku postaju s 400 kV.

2.1.2.2. Veze na cesti, željeznici i plovidbene veze

Pristup lokaciji u Paksu na cesti, željeznici i na Dunavu kao na međunarodnom plovnom putu podjednako dobar. Na 1 km od lokacije prema zapadu se nalazi dionica regionalnog puta broj 6. između gradova Dunaföldvár–Paks–Szekszárd. Na lokaciju približavajući se na regionalnom putu br. 6. iz smjera Budimpešte, iza grada Paks vode dva prilazna puta (sjeverni, ulaz za teretna vozila i južni ulaz za ljude). 31. ožujka 2010. je bio predan dio autocest M6 između Dunaújváros – Pécs – kojim je bio dotaknut i Paks –, čija linija ide zapadno od lokacije, na oko 3 km udaljenosti – paralelno sa regionalnim putem br. 6. Od autoceste do lokacije može se doći na čvoristu Paks Jug i vraćajući se na regionalni put br. 6.

Lokaciji se može približiti željeznicom na pruzi Budapest–Pusztaszabolcs–Dunaújváros–Dunaföldvár–Paks, zadnja postaja ogranka pruge br. 42. na liniji Pusztaszabolcs–Dunaújváros–Paks se nalazi u Paksu. Od ogranka pruge na područje lokacije elektrane vodi industrijski kolosjek, do nuklearne elektrane mogu voziti samo namjenske kompozicije vlaka. Željeznička pruga se sada nalazi izvan upotrebe, za ponovno korištenje je potrebna rekonstrukcija i održavanje.

Dunav je važna linija u dumaćem i međunarodnom plovnom prijevozu, u regiji Paks se lako može ploviti po njemu, sporog je toka, određivanje linije za brodove je dobro. Lokacija nuklearne elektrane se nalazi na 1 km prema zapadu od Dunava. Lokacija na kanalu za hladnu vodu ima riječnu luku, koja je pogodna za zaprimanje teških tereta koji u elektranu stižu brodovima ili teglenicama.

U zoni lokacije od 50 km nema javne zaračne luke za javni promet. Nejavna zračna luka se nalazi u u mjestima Dunaújváros, Kalocsa-Foktő i Ócsény. (Od ovih međutim vojna zračna luka u mjestu Kalocsa-Foktői se sada nalazi izvan uporabe.)

2.1.2.3. Opskrba vodom i odlaganje otpadne vode

Opskrba objekata elektrane vodom osigurana je iz dva izvora, s vađenjem vode iz Dunava s jedne strane i iz podzemne vode, iz dubinsko bušenih bunara s druge strane. U postojeća četiri bloka nuklearne elektrane u Paksu se sada primjenjuje rashlađivanje sa svježom vodom, za koje se uporabljena voda vadi iz Dunava, preko kanala za hladnu vodu sa uređajima za vađenje vode, a nakon uporabe preko kanala za toplu vodu vraća se u prihvatilište.

Nuklearna energija sada za rashlađivanje turbinske kondenzatore vadi 100–110 m³/s vode iz Dunava. Sada izvađena količina vode je oko 15% najnižeg prinosa vode Dunava, a 5% je od prosječnog prinosa vode. Idejna potreba sustava 1–4. bloka za rashladnom vodom iznosi 2,5–3,1 milijardu m³/godišnje, uočena vrijednost za potrošnju vode iznosi 2,9 milijarde m³/godišnje (službena granica). Zagrijana rashladna voda se u kanalu za toplu vodu s obloženim koritom, otvorene površine vodi natrag u Dunav. Kod uvođenja tople vode u Dunav izgrađen je umjetni objekat za razbijanje energije.

Industrijska voda i voda za gašenje požara potrebna za rad elektrane isto potječe od vađenja vode iz Dunava, njihov izvor je instalacija bunara s obalnim cijedenjem izgrađena na sjevernoj strani kanala za hladnu vodu. Industrijskom vodenom objektu s obalnim cijedenjem pripada 9 bunara s velikim, odnosno srednjim promjerom za vađenje vode. Bunari s obalnim cijedenjem se priključuju na mrežu elektrane za industrijsku vodu i vodu za gašenje požara. Mreža cijevi se proširuje na sadašnje pogonsko područje elektrane kao i na područje predviđenih blokova.

Izvor vode za piće i vode za široku potrošnju je skup bunara u Csámpi. U interesu opskrbe nuklearne elektrane u Paksu izgradili su 9 dubinsko bušenih bunara, od kojih za sada radi 4 bunara, a druga dva kao rezerva stoje na raspolaganju. Jedan bunar je aktivan kao bunar promatrač, a daljnja dva su začepljena. Iz vodovodnih bunara u Csámpi dozvoljena količina vode za uporabu iznosi 300000 m³/godišnje.

Otpadne vode tzv. investicijskog područja koje se nalazi sjeverno od sjevernog prilaznog puta kanalizacija za otpadne vode vodi na mjesto sakupljanja otpadne vode, procijenjena količina iznosi 1200 m³/mesečno. Komunalne otpadne vode sa područja od toga južno, dakle sa cijelog pogonskog područja idu u pročišćivač otpadnih voda elektrane. Pročišćene komunalne otpadne vode idu u kanalu za toplu vodu u Dunav.

Krajnji prijammnik industrijskih otpadnih voda koje nastaju u elektrani iz tehnologije (vode pripremnih i pomoćnih procesa, otpadne vode iz uređaja za pripremu vode, tehnološko uljnate otpadne vode i privemene vode za pranje) poslije rukovanja, odnosno pročišćavanja preko kanala za toplu vodu je Dunav.

2.1.3. Povezanost i veza sa planovima razvoja područja, naselja i prostornog uređenja

Spoj područja određenog za implementaciju nove nuklearne elektrane sa propisima uređenja naselja, sklad s uređenjem naselja treba ispitivati na sljedećim razinama, odnosno na temelju pravnih propisa:

- Zakon br. XXVI. o državnom planu za prostorno uređenje iz 2003. godine izmijenjen sa Zakonom broj L. iz 2008. godine:
Lokacija nuklearne elektrane u Paksu navedena u Državnom planu prostornog uređenja, prilog broj 1/8 pod naslovom „Nuklearna elektrana i druge elektrane” i naznačena na listu plana „Konstrukcijski plan države”.
- Samoupravna uredba Županijske samouprave Tolna br. 1/2005. (21. II.) o planu prostornog uređenja županije Tolna:
Županijski plan prostornog uređenja je doduše raniji nego što je izmjena državnog plana prostornog uređenja, ali u brojnim slučajevima sadrži detaljnije zemljovidne priloge, odnosno na nekoliko mjesta vide se odstupanja između državnog i regionalnog plana. Na listu plana pod naslovom „Konstrukcijski plan županije” su slično označili lokaciju nuklearne elektrane kao na državnom planu.
- Uredba Samouprave Grada Paks broj 24/2003. (31. XII.) o Lokalnom građevinskom pravilniku Grada Paks (Jedinstvena konstrukcija), kao i Regulacijski plan koji pripada uredbi:
Konceptiju razvoja grada Paks je skupština usvojila s rješenjem broj 55/2010. (26. V.). Grad je regulirao lokaciju postojeće nuklearne elektrane u konstrukcijskim planovima grada (*Prilog, slika br. M-3*).
Prema lokalnom građevinskom pravilniku Grada Paks br. (24/2003. (31. XII.) samoupravna uredba) lokacija elektrane se nalazi u industrijsko gospodarskom građevinskom pojasu (oznake Gip – M) koji služi za cilj proizvodnje nuklearne električne energije. Prilikom planiranja, odnosno implementacije objekata treba se držati zahtjeva propisanih za objekte lokacije elektrane u Lokalnom građevinskom pravilniku.

2.1.4. Rezimiranje karakteristika lokacije u Paksu

Iz aspekta izgradnje novih blokova nuklearne elektrane lokacija u Paksu ima brojne povoljne datosti, koje se mogu iskoristiti sa instalacijom na ovo mjesto. Povoljnima smatrane datosti se mogu izložiti prema sljedećem:

- radi se o već postojećoj nuklearnoj lokaciji,
- nema potrebe za novom (eventualno zeleno poljnim investicijama), samo znatnim troškovim uredivom lokacijom,
- za oko 30 godina što je prošlo od početka uporabom znatnih troškova – prema aspektima sigurnosti i zaštite okoliša – su ispitivali lokaciju, uslijed čega ovo je najbrižljivije otkrivano i ispitivano područje u državi,
- u okolini lokacije infrastruktura je izgrađena i stoji na raspolaganju,
- okolina lokacije je područje karaktera ravnice, zbog karateristika tla radovi nasipanja i polaganja temelja se mogu lako izvršiti,
- na području zbog specijalne izgradnje razine terena osigurana je zaštita od poplave i unutarnje površinske vode,
- uzimajući vađenje vode za već postojeću elektranu, rezerva što ostaje u prinosu vode Dunava može se uporabiti u ciljeve rashlađivanja,
- povoljne su meteorološke karakteristike, vladajući smjer vjetra je sjeverozapadni, dakle ne usmjerava se prema naselju Paks – koji se od elektrane nalazi prema sjeveru,
- u okolini elektrane od 30 km osim Paksa, gustina stanovništva je manja od državnog prosjeka,
- lokacija se ekonomično može priključiti na već izgrađenu državnu mrežu električnih dalekovoda,
- elektrana zbog svog povoljnog smještaja poboljšava opskrbu južnog dijela države električnom energijom, kao i raspodjelu učinka među dijelovima države,
- građevinski materijal i jedan dio velikih instalacija se može prevoziti plovnim putem,
- pogonsko područje je dobro pristupačno, pogonsko područje se lako može priključiti na cestovne i željezničke glavne linije,
- postojanje susjedne elektrane pretpostavlja jedno specijalno stručno znanje i radnu kulturu, što se može primijeniti i kod novih blokova,
- u krugu okolnog stanovništva prihvaćeno je postojanje i rad nuklearne elektrane u Paksu, što može dati ohrabrujuću osnovu nastojanjima razvoja elektrane.
- Naselje Paks – zbog prirodnih i infrastrukturnih prilika – osigurava dobru mogućnost za smještaj korisnika,
- Daljnji razvitak grada Paks se može riješiti po potrebi,
- Investicija je odlučujuće važnosti iz aspekta daljnjeg industrijskog razvitka županije Tolna, koja je inače poljoprivrednog karaktera.

2.2. Prikaz tehnologije proizvodnje nuklearne energije

Temelj proizvodnje energije u nuklearnoj elektrani je regulirani i samoodrživa lančana reakcija koja se osniva na cijepanju jezgri atoma. Toplina koja nastaje u lančanoj reakciji se rashladnim medijem odvede i nakon pretvorbe se koristi za proizvodnju električne energije.

2.2.1. Prikaz tipova nuklearnih elektrana

Povijest dosadašnjeg razvoja nuklearnih elektrana se može dijeliti na četiri dobro odvojive faze. Reaktori 4. generacije sada još stoje pod razvojem – načelno u cilju daljnjeg povećanja nuklearne sigurnosti – zbog toga se s njima u daljnjem tekstu nećemo baviti.

1. generacija – demonstracijski i prototipski reaktori

U prvu generaciju su spadali demonstracijski ili prototipski blokovi s niskim učinkom koji su se izgradili u 1950-ih i 60-ih godina i ne uzimajući neke iznimke u obzir, već su svi zatvoreni i demontirani. Ti blokovi su radili po različitom tehnološkom načelu: Obnjinsk (Sovjetski Savez, 1954) je koristio grafitni moderator i rashlađivanje vodom, Shippingport (USA, 1957) je radio sa termičkim oplodnim reaktorom sa lakovodnim rashlađivanjem, a Dresden 1 (USA, 1960) je bio prvi komercijalni reaktor s kipućom vodom, a Fermi 1 (USA, 1957) je radio sa brzim oplodnim reaktorom, dok Magnox (Egleska, 1956) je bio tip koji se koristio grafinim moderatorom sa rashlađivanjem s ugljenim dioksidom.

2. generacija – nuklearne elektrane koje danas rade

2. generacija je izgrađena na temelju iskustava stečenih sa prototipskim reaktorima u 1970-ih i 80-ih godina. Tijekom razvoja nastalo je više tipova koji se smatraju standardnima, takav je tip tlačnom vodom (PWR – Pressurized Water Reactor), s kipućom vodom (BWR – Boiling Water Reactor), nadalje moderiran s teškom vodom i koji radi sa prirodnim uranom CANDU (CANada Deuterium Uranium). Presudna većina danas radećih blokova (tako i četiri bloka u Paksu tipa VVER-440³) pripada 2. generaciji.

3. generacija – blokovi koji se sada smiju izgraditi

Nakon nesreća u Three Mile Island (USA, 1979) i Černobilu (Sovjetski Savez, 1986) – uz povećanje sigurnosti reaktora u pogonu – događala su znatna nastojanja širom svijeta da se izgrade novi tipovi koji značajno nadmašuju sigurnosne pokazatelje prijašnjih reaktora. 3 generaciju su konstruirali u 1990-ih godina s evolucijskim daljnjim razvijanjem tipova 2. generacije. Najvažniji cilj razvoja je smanjivanje vjerojatnosti teških nesreća, odnosno smanjivanje posljedica teških nesreća do kojih dolazi sa vrlo malom vjerojatnošću.

Tipovi tzv. 3+ generacije pojačano koriste pasivne sigurnosne sustave. Ovi se za rad koriste samo prirodne izvore snage (rade s gravitacijom, prirodom cirkulacijom ili energijom komprimiranog plina), zbog toga nije im potrebno napajanje električnom enegijom u slučaju opasnosti.

Od danjašnjih tipova 3. (odnosno 3+) generacijom se smatraju blokovi s kipućom vodom ABWR (Advanced Boiling Water Reactor) pušteni u rad u Japanu krajem 1990-ih godina, blok Mitsubishijev sa tlačnom vodom visokog učinka APWR (Advanced Pressurized Water Reactor), tipovi Areva EPR (Evolutionary Pressurized Water Reactor), nove varijante blokova Toshiba-Westinghouse AP600 (Advanced Pressurized Water Reactor 600) i AP1000 (Advanced Pressurized Water Reactor 1000), i bloka VVER-1000 (AES-2006 / MIR.1200), blok Južne Koreje APR1400 i zajednički razvijeni blok od Areva-Mitsubishi ATMEA1.

2.2.2. Rad tlakovodnih reaktora (PWR), treće generacijske tlakovodne nuklearne elektrane

2.2.2.1. Proces proizvodnje energije

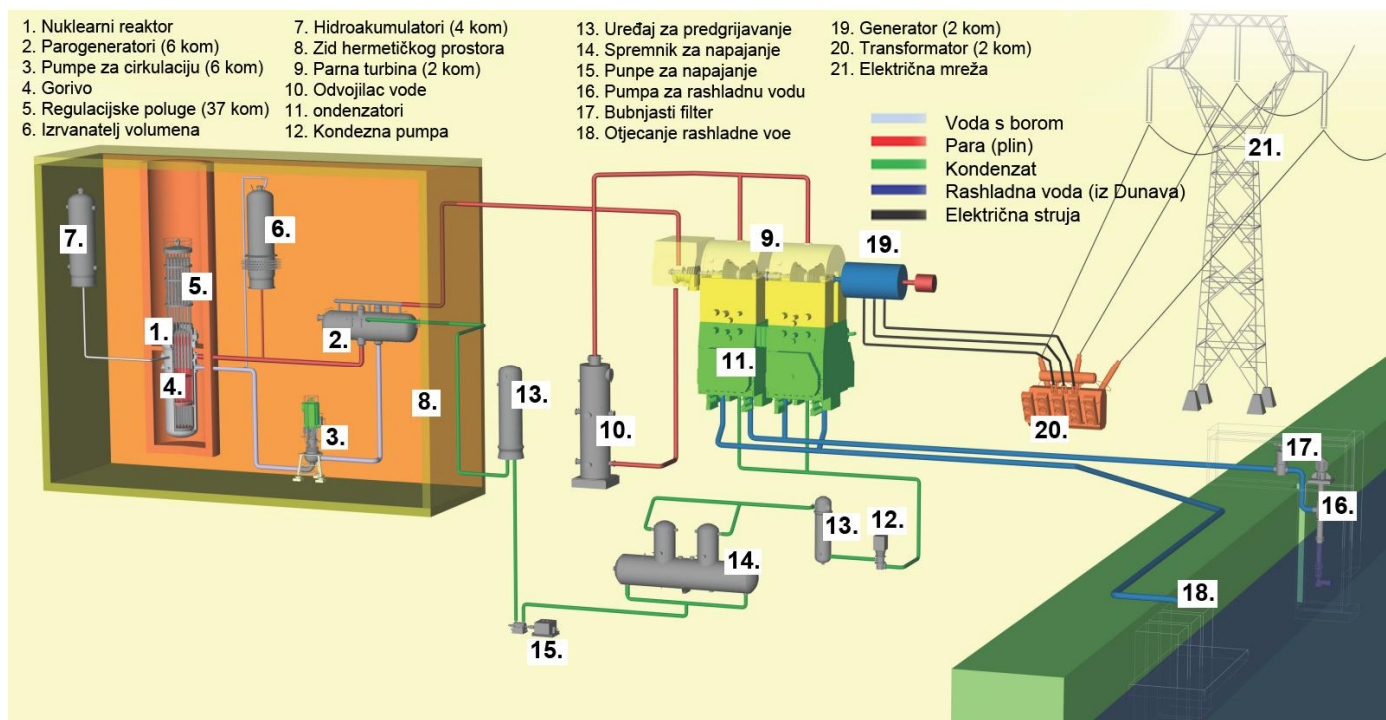
U tlakovodnim reaktorima sustav sa tri rashladna kruga vodi brigu o prenošenju topline od reaktora do krajnjeg apsorbira topline. Toplinu velike količine koja nastaje fisijom jezgre prenosi pročišćena voda koja kruži u jednom zatvorenom sustavu (u tzv. primarnom krugu) čiji je tlak takav da rashladna voda ne zavrije ni na visokoj pogonskoj temperaturi (odtuda je naziv „s vodom pod tlakom”). Iz reaktora odnesena toplina u jednom novijom zatvorenom krugu vode (u tzv. sekundarnom krugu) u izmjenjivaču topline (parogeneratoru) generira paru, i ta para okreće turbinu. Ovo vrtenje u generatoru putem magnetne indukcije proizvodi elektičnu struju. Proizvedena električna energije preko preklonih uređaja i transformator ide u državnu mrežu.

³ Blokovi VVER koji rade u Paksu pripadaju tlakovodnim tipovima.

„Iskorištena” para koja je obavila svoj posao u kondenzatoru se ponovo pretvara u vodu (kondenzira se) primjenom krajnjeg apsorbera topline – koji može biti morska voda, riječna voda ili zrak kod rashlađivanja u rashladnom tornju.

Vodu za rashlađivanje velike količine koja je prije bila izvađena iz mora ili rijeke – malo zagrijano – puste natrag u more, ili rijeku, tako je ovaj treći vodeni krug (tzv. tercijalni krug) otvoren.

Osim toga nuklearnom uređaju za generiranje pare pripadaju brojni pomoćni sustavi koji obavljaju sigurnosne zadatke, poboljšaju stupanj korisnosti elektrane, neprekidno čiste vodene krugove. Rad tlakovodne nuklearne elektrane prikazuje slika broj: 2.2.2.1-1.



Izvor: publikacija pod naslovom: MVM Paksi Atomerőmű Zrt. Centar za posjetitelje. Kako funkcioniра?

Slika br. 2.2.2.1-1.: Rad tlakovodne nuklearne elektrane

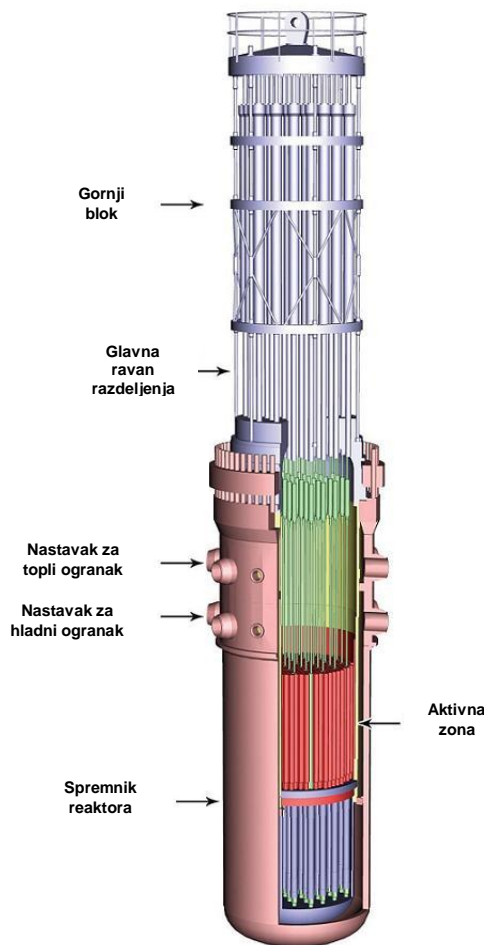
2.2.2.2. A primarni krug

Aktivna zona se nalazi u čeličnom spremniku reaktora okomito stojećem, valjkastog oblika koji je iznutra prevučen nehrđajućim prevlakom od čelika (tzv. platiranjem) radi zaštite od korozije. U gornjem dijelu spremnika nalaze se nastavci za ulaz i izlaz koji služi za uvođenje i izvođenje rashladnog medija. (slika br. 2.2.2.2-1.)

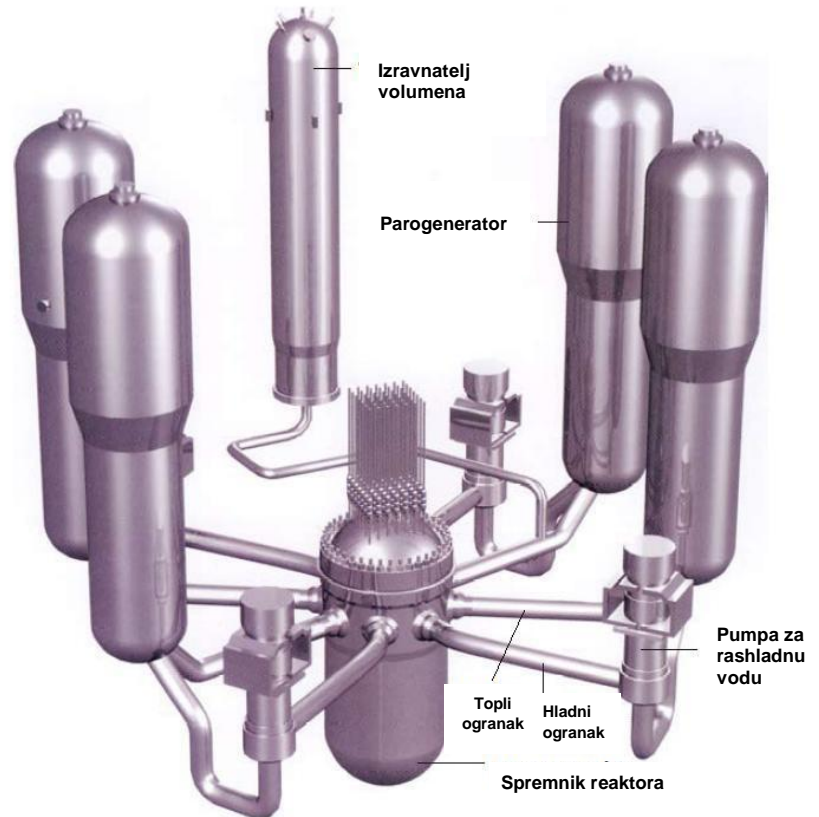
O prenošenju topline koja se oslobađa u aktivnoj zoni ovisno o tipovima, vode brigu 2, 3, 4 ili 6 rashladnih krugova. Trodimenzionalnu sliku primarnog kruga sa četiri petlja prikazuje slika br. 2.2.2.2-2. Regulacija tlaka primarnog kruga je zadaća volumenskog kompenzatora koji je spojen s jednim krugom. Volumenski kompenzator po potrebi s električnim grijačima koji se nalaze u spremniku povećava, odnosno sa špricanjem hladne vode iz hladnog ogranka smanjuje tlak u primarnom krugu.

Rashladna voda preko hladnih ogranaka dolazi u spremnik reaktora, dok u aktivnoj zoni voda zagrijana na 300–320 °C stupnjeva preko tople ogranke ide u parogeneratore koji se nalaze oko spremnika reaktora. U reaktoru zagrijana voda jedan dio svoje topline ovdje predaje vodi sekundarnog kruga, dok se voda sekundarnog kruga u parogeneratoru ukipi (pretvori se u paru). Rashlađeni rashladni medij se vraća preko hladnog ogranaka u reaktor, cirkulaciju vode osiguraju glavne pumpe za cirkulaciju (FKSZ).

U primarnom krugu reaktora s vodom pod tlakom vrijednost tlaka – ovisno o tipu – iznosi 123–156 bara. Ovaj visoki tlak osigurava da iz aktivne zone izlazeća rashladna voda visoke temperature ne uskipi.



Slika 2.2.2.2-1.: spremnik reaktora
VVER-440



Slika: 2.2.2.2-2.: slika primarnog kruga bloka sa četiri petlje
(Mitsubishi APWR)

2.2.2.3. Sekundarni krug

Zadaća sekundarnog kruga je pretvaranje topline proizvedene u reaktoru u kinetičku pa u električnu energiju. Napojnu vodu koja struji na sekundarnoj strani zagrije i zavrije voda primarnog kruga temperature 300–320 °C koja struji u tankim cijevima parogeneratorske cijevi.

Para koja izlazi iz parogeneratorske cijevi ide na turbinu gdje iskoristivši svoju kinetičku enegriju pokreće lopate turbine. U turbini na istoj osi se nalazi jedna kućica sa visokim tlakom i dvije kućice sa niskim tlakom, kao i rotor generatora. U kućici turbine visokog tlaka temperatura pare se smanjuje, a vlažnost pare se naprotiv znatno povećava. Zbog toga para prije ulaska u kućicu niskog tlaka ulazi u tzv. uređaj za separiranje kapi i pregrijanje pare, gdje se iz nje odstranjuju vodene kapi koje su štetne za lopate turbine.

2.2.2.4. Tercijarni krug, konačni apsorber topline

Para (iskorištena) koja je već obavila posao ide u kondenzator gdje u više tisuća tankih cijevi struji rashladna voda. Na rashladnim cijevima para se kondenzira na temperaturi od 25 °C, i preko

uređaja za pročišćavanje i – za poboljšanje stupnja korisnosti – pregrijavanje pumpe za napajanje vraćaju u parogenerator.

Konačni apsorber topline osigurava odvođenje tog dijela topline koja nastaje u reaktoru, koja se ne pretvara u električnu energiju (u ovisnosti stupnja korisnosti kružnog procesa omjer je 65–67%). Za oblikovanje konačnog apsorbera topline – u povezanosti sa datostima lokacije – moguća su više rješenja. U slučaju elektrane koja je instalirana uz rijeku većeg prinosa vode, uz jezero ili more koristi se voda za rashlađivanje koja se iz njih vadi za konačni apsorber topline (s takvim rješenjem funkcioniraju i današnji blokovi u Paksu). Na lokacijama gdje ne stoji na raspolaganju „svježa voda” u dovoljnoj količini, tamo se za napajanje tercijarnog kruga koriste rashladni tornjevi.

2.2.2.5. Glavni objekti tlakovodnih nuklearnih elektrana

Među pojedinim tipovima doduše postoje odstupanja, ali karakteristične zgrade tlakovodnih nuklearnih elektrana mogu se dobro ilustrirati sa zgradama EPR bloka (slika 2.2.2.5-1.):

1. **Zgrada reaktora (kontejnment):** u toj se nalazi nuklearni uređaj za generiranje pare, podrazumijevajući posudu reaktora, primarni krug i parogeneratore. A kontejnment je jedna građevina koja je otporna tlaku, hermetički izrađena (općenito dvostijenska) koja sprječava, odnosno ograničuje izlaz radioaktivnih tvari u okoliš.
2. **Zgrada za gorivne elemente:** služi za rukovanje i odlaganje svježih i izgorjelih nuklearnih goriva
3. **Zgrada sigurnosnih sustava:** zbog višekratne redundancije u nuklearnim elektranama ima više sigurnosnih sustava (na pr. zona hladnjaka za slučaj pogonskih smetnji) od kojih je jedan jedini sustav dovoljan za nadvladavanje pogonske smetnje. Zbog odgovarajućega fizičkog razdvajanja ovi su općenito smješteni u posebnoj zgradi.
4. **Dízel zgrade:** dizel generatori za osiguranje napajanja naizmjenične električne struje za slučaj pogonskih smetnji zbog odgovarajućega fizičkog razdvajanja nalaze se u više posebno stojećih zgrada.
5. **Pomoćna zgrada:** ovdje se nalaze važni pomoćni sustavi koji pripadaju primarnom i sekundarnom krugu.
6. **Zgrada za rukovanje otpacima:** ovdje se događa rukovanje tekućim i krutim radioaktivnim otpacima koji nastaju pri radu blokova.
7. **Hala za turbinu:** to je zgrada za turbinu, generator i za priključne pomoćne sustave.



Slika br. 2.2.2.5-1.: Važnije zgrade EPR reaktorbloka [5]

2.2.2.6. Sigurnosna filozofija – načelo dubinske zaštite za nove nuklearne elektrane Načelo dubinske zaštite

Izlaz radioaktivnih tvari u okoliš sprječavaju četiri fizičke zapreke:

1. matriks goriva (tableta tvari gorivnog elementa),
2. hermetički zatvarajući omot gorivnog elementa,
3. granica tlaka primarnog kruga (spremnik reaktora i cijevi primarnog kruga)
4. hermetički zatvarajući kontejnment obično sa dvostrukim zidom

Načelo dubinske zaštite već je bio primijenjen i kod projektiranja prvih nuklearnih elektrana. Pored toga što osigurava prevenciju pogonskih smetnji, pogodno je za ublažavanje posljedica eventualno nastalih nesreća. Razine dubinske zaštite su definirane shodno stupnjevitom otežavanju pogonske smetnje: ako prva razina ne funkcionira, stupa na snagu druga razina itd. Izvorna koncepcija dubinske zaštite sadržavao je tri razine ([6], [7], [8]), načelo je bilo dalje razvijeno i 1990-ih godina uveli su razred „pogonske smetnje izvan osnove projektiranja” (engleski BDBA – Beyond Design Basis Accident). U ovu kategoriju spadaju one pogonske smetnje koji izvorno nisu bili predviđeni u bazi projektiranja bloka (na pr. pogonske smetnje i teške nesreće koje nastaju uslijed višekratnih kvarova). Za rukovanje novom kategorijom bile su uvedene još dvije razine dubinske zaštite. Osnovni cilj dubinske zaštite je da integritet fizičkih zapreka pomoću sigurnosnih i zaštitnih sustava automatskim ili ručnim funkcioniranjem održi prilikom nastanka unutarnjih i vanjskih događaja koji ugrožava njihovu cjelovitost. Pet razina dubinske zaštite, četiri fizičke zapreke, nadalje odnos automatskog i ručnog zahvata ilustrira *slika br. 2.2.2.6-1*.

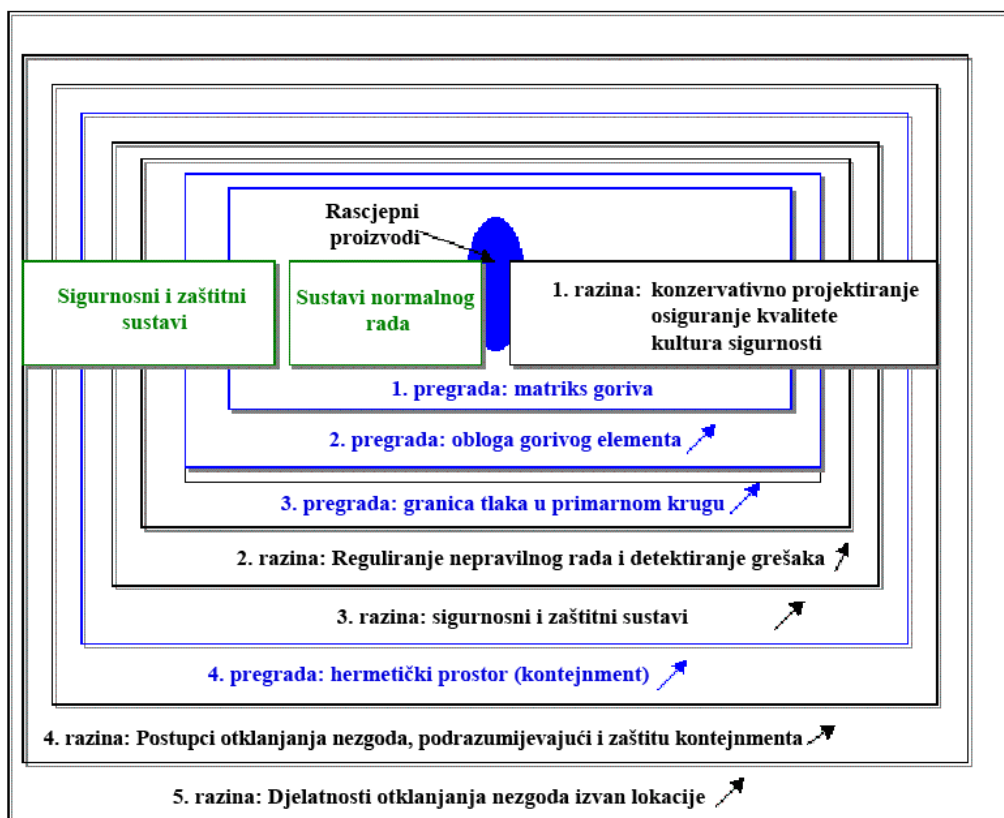
Primjena dubinske zaštite na nove blokove

Koncepcija dubinske zaštite koja je važeća za nove blokove sadrži pet razina prema *slici br. 2.2.2.6-1*. [7]. Kod novih blokova već kao dio projektne baze tretiraju takve pogonske smetnje koje su kod današnjih bile uvrštene u kategorije „iznad projektiranja” (takve su na pr. višekratni kvarovi i teške nesreće koje idu zajedno sa topljenjem zone). Zbog toga kod danas funkcionirajućih i kod novih reaktora je razred „pogonske smetnje iznad projektiranja” različit. Daljnji korak prema naprijed je da dok se kod današnjih reaktora dubinska zaštita sa nuklearnim gorivom uglavnom u onim stanjima bavi, kada se gorivo nalazi u reaktoru, dotle kod novih blokova u obim spadaju sva moguća stanja nuklearnog goriva (na pr. i one situacije, kada se šipke goriva odlagaju u bazen za istrošene elemente).

Ako se jedan sigurnosni sustav koji služi za održavanje jedne sigurnosne funkcije implementira sa više (prosječno sa 3 ili 4) paralelna podsustava koje rade po istom načelu, onda govorimo o redundantnom rješenju, koji se jedan od drugog treba fizički odvojiti da vanjski događaji koji bi ih mogli izvana potencijalno ugrožavati (na pr. požar, poplavljenje) ne bi prouzrokovali istodobno izgubljenje paralelnih sustava.

O diverznom rješenju govorimo onda, ako se jedan sigurnosni sustav ostvaruje sa više podsustava koji rade po različitom načelu.

Jedna funkcija se onda naziva „jednokratno tolerantnom za grešku” ako to ostvaruju redundantni sustavi i u jednom redundantnom sustavu nastali jednokratni kvar³ ne prouzrokuje izgubljenje funkcije.



Slika br. 2.2.2.6-1.: Hijerarhija zaštitnih zapreka, razina dubinske zaštite i zahvata [6], [8]

2.2.2.7. Specijalnosti 3. generacijskih reaktora

Tijekom razvoja 3. generacijskih tipova jedan od važnih ciljeva je bio prevencija hipotetskih teških nesreća i smanjenje posljedica teških nesreća koje bi uslijedile s malom vjerojatnošću. Primijenjena projektantska i tehnološka rješenja osiguravaju da još ni pri teškim nesrećama ne dolaze radioaktivne tvari u okoliš, tako 3. generacijski blokovi ni u slučaju nastanka teških nesreća ne ispoljavaju znatni utjecaj na stanovništvo i na okolinu elektrane.

Pri teškim nesrećama za tretiranje eventualno otopljene zone je jedan od najraširenijih konstrukcija primjenjena „zamke rastopine zone” (engleski „core catcher”), kada rastopljenje betona pod spremnikom reaktora sprječavaju tako da na dnu šahte izgrađuju takve prostorije koje pripomažu raširenju rastopine, i postave takve tvari pod spremnikom preko kojih ne prelazi rastopina zone. Takvo rješenje primjenjuju blokovi EPR, ATMEA1 i MIR.1200. U upoređenju s tim različito rješenje se primjenjuje kod bloka AP1000, gdje nastoje rastopljenu zonu svakako držati unutar spremnika reaktora i za to spremnik se rashlađuje izvana poplavljanjem šahte reaktora koja prihvaća spremnik. Tome slično rješenje primjenjuje i standardna verzija bloka APR1400 u Koreji, ali varijanti koja je namijenjena europskom tržištu već pripada i „core catcher”.

Važan dio dubinske zaštite je kontejnment, budući da to zastupa zadnju zapreku između radioaktivnih tvari i okoline elektrane. Zbog toga rodila su se brojna inovativna rješenja za pojačanje kontejnmenta 3. generacijskih blokova, za dugoročno održavanje integriteta konstrukcije. Unutarnji zid od nehrđajućeg čelika pasivnog kontejnmenta primijenjen kod tipa AP1000 toplinu odvodi iz unutarnjosti kontejnmenta, što zrak gonjen prirodnom cirkulacijom nosi dalje. Po potrebi počinje i rashlađivanje vanjske površine unutarnjeg čeličnog zida s vodom, za ovo dopunu vode osigurava spremnik vode velikih dimenzija koji se nalazi na vrhu kontejnmenta i pasivno, gravitacijskim putem.

Cjelovitost kontejnmenta čuvaju i postupci primijenjeni za tretiranje vodikovog plina koji nastaju tijekom procesa hipotetskih teških nesreća – i eksplozivni su pri postizanju određene koncentracije mješajući se sa zrakom kontejnmenta. U pasivnom postupku sa katalitičkim rekombinatorima neprekidno vežu vodik koji izlazi u atmosferu, a u aktivnom postupku primijenjuju se „upaljači vodika”, koji u kontejnmentu sabrani vodikov plin zapale, s time osiguravajući da to nigdje ne postiže koncentraciju koja je opasna po eksploziji.

Današnji propisi u najviše država zahtijevaju da se kontejnment suprotstavi i sudaru jednog velikog putničkog zrakoplova, i unatoč proširenom požaru nastalom od prolijevanog kerozina velike količine.

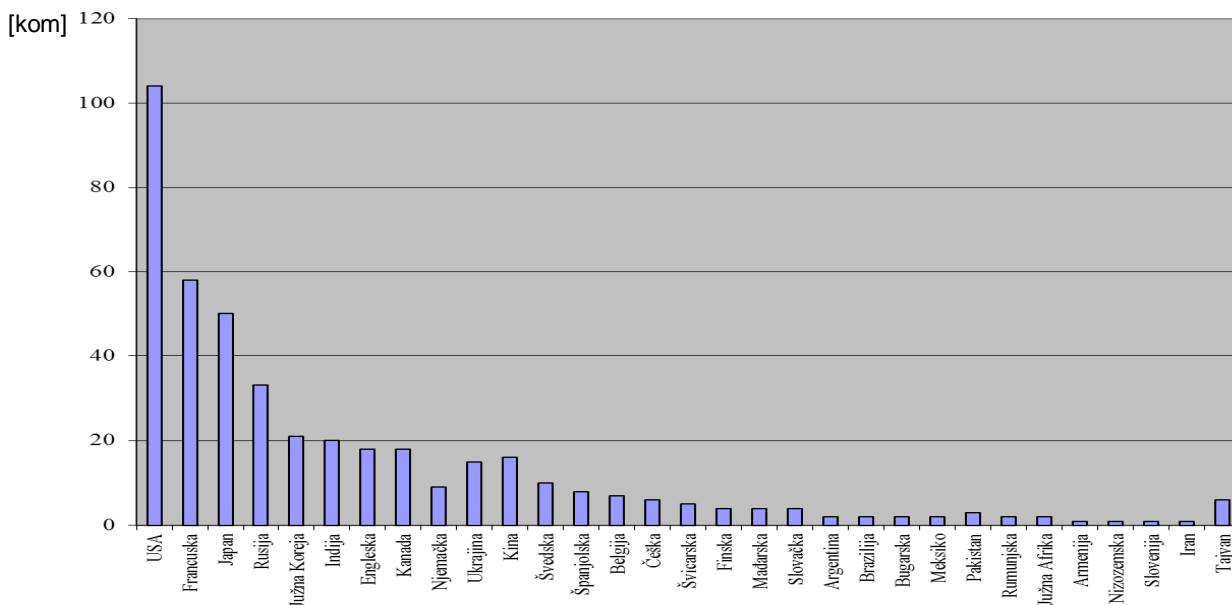
2.2.3. Proizvodnja nuklearne energije u svijetu, referencije proizvodnje nuklearne energije

Nuklearna energetika se 1960-ih i 1970-ih godina širom svijeta brzo razvijala, ali taj razvoj je nakon nesreće Three-Mile Island (USA, 1979) najedanput zastao, a nakon nesreće u nuklearnoj elektrani u Černobilu (Sovjetski Savez, 1986) u stvari stao. Situacija se promijenila početkom XXI. stoljeća, u osnovi zbog dvije važne okolnosti. Jedna okolnost je sadašnja visoka cijena nafte i plina koja po analitičarima tržišta energije ostaje i trajno visoka, čak može i rasti zbog utjecaja političkih recesija. Drugu okolnost predstavljaju zabrinutost oko globalne promjene klime i međunarodne obveze. Za „čistu” proizvodnju energije (sa zero emisijom CO₂) koja je potrebna za održivi razvoj novi izvori energije (obnovljivi i fuzijski), odnosno novi nosači energije (na pr vodik) kratkoročno sigurno ne, a ni srednjoročno nije sigurno da predstavljaju rješenje. Zbog toga širom svijeta u prvi plan dolazi ponovo primjena nuklearnih elektrana, još više, što se međuvremenu tehnologija nuklearne elektrane znatno razvijala, tako tehnički-sigurnosni pokazatelji 3. generacijskih tipova blokova koji se sada mogu dobiti na tržištu takvi da se rad mnogobrojnih elektrana može isto smatrati sigurnosnim. [9]

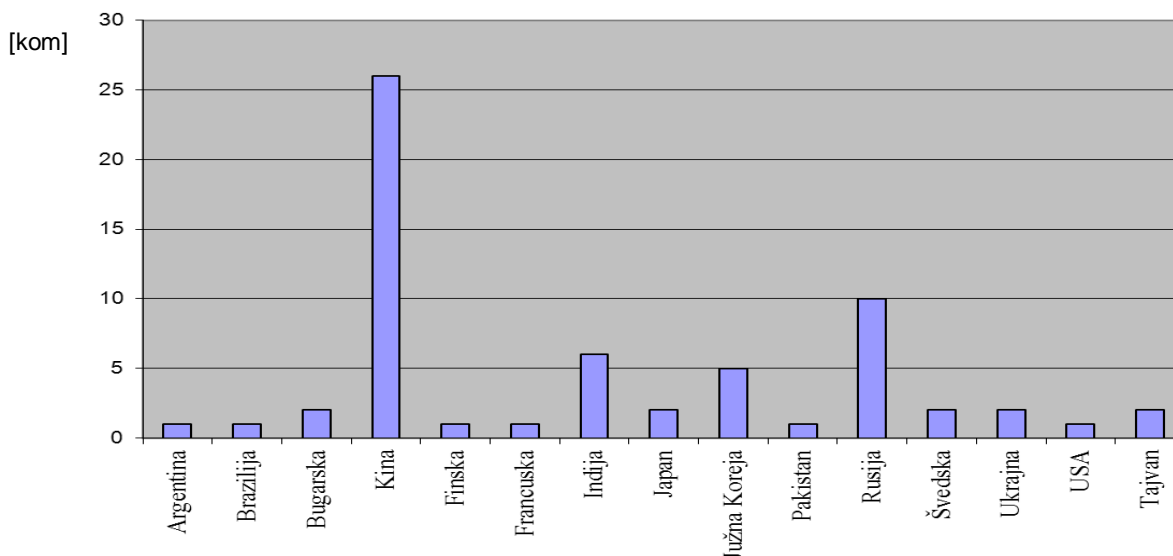
Promjena svjetske tendencije je utjecala i na Europsku Uniju. Unija je pojačano osjetljiva što se tiče problema u svezi sa fosilnim nosačima energije, naime vlastita proizvodnja plina i nafte pokrije samo jedan sasvim mali dio potrošnje.

Na temelju podataka *slike 2.2.3-1*. koja pokazuje podjelu radećih nuklearnih reaktora po državama može se utvrditi da blizu 25% radećih reaktora od ukupno njih 435 nalazi u Sjedinjenim Američkim Državama. Drugo mjesto zauzima Francuska, 58 nuklearnih reaktora u Francuskoj je dalo 75% proizvodnje energije u državi (stanje 31. prosinca 2009. godine). U Kini sada ima 16 radećih blokova nuklearne elektrane, koji daju neznatan dio proizvodnje energije u državi.[10] Sasvim jednu drugu sliku pokazuje količina i raspodjela reaktora koji su u izgradnji. U Kini se nalazi oko 44% reaktora u izgradnji, jednoznačna je dominancija država iz Azije. *Slika br. 2.2.3-2 Slika br. 2.2.3-2* pokazuje broj (ukupno 63) reaktora u izgradnji po državama.

Početkom 2012. godine pretežni dio 435 blokova nuklearnih elektrana koji su dali električni učinak od oko 373 GW na svijetu pripadao tipovima s tlakom pod vodom (PWR) i s kipućom vodom (BWR), ali mnogo reaktora je radilo i s tehnologijom teške vode tipa kanadski CANDU [10]. Postoji još nekoliko reaktora koji rade sa tehnologijom RBMK (to je „černobilski” tip s kipućom vodom: rashlađivanjem s vodom i grafitnim moderatorom), i rade još i reaktori s plinskim rashlađivanjem.



Slika br. 2.2.3-1.: Podjela radećih reaktora po državama (siječanj 2012.) [10]



Slika br. 2.2.3-2.: Podjela reaktora u izgradnji po državama (siječanj 2012.) [10]

Na sadašnjem tržištu su u osnovi prisutni sljedeći veliki dobavljači koji nude različite varijacije 3. generacijskih blokova: Areva, AECL (Atomic Energy Canada Ltd.), Atomsztrólexport, General Electric (GE), Hitachi, Mitsubishi, Toshiba-Westinghouse, kao i južno korejski KEPCO (Korea Electric Power Corporation). Ova velika poduzeća – uz to što su tvrda konkurencija jedan drugome – surađuju u određenim projektima, i imaju čak i zajednički razvijene projekte. Dalje razvijeni tlakovodni reaktori dolaze od pet proizvođača (Areva, Toshiba-Westinghouse, Atomsztrólexport, Mitsubishi i KEPCO). Pored ovih je krenulo u godini 2007. pod nazivom ATMEA jedno zajedničko poduzeće Areva-Mitsubishi, čiji je cilj razvoj 3. generacijskog bloka učinka 1000–1100 MW_e.

Prilikom pregleda izgradnje nuklearnih elektrana (*tabela br. 2.2.3-1. és 2.2.3-2.*) koji su sada u tijeku uočljiva je dominancija tlakovodnih tipova, više od 80% ovih blokova spada u ovaj tip, tome nasuprot omjer sa kipućim reaktorima je manji od 10%. Indija koja teži za nuklearnom samostalnošću se vodi kao izuzetak, jer se ovdje uglavnom izgrađuju blokovi sa spremnikom pod tlakom po vlastitom razvoju (PHWR).

Tabela 2.2.3-1.: Izgradnje reaktora koje su u tijeku po tipovima reaktora (siječanj 2012.) [10]

Tip	Broj blokova u izgradnji [kom]	Ukupni učinak [MW]	Udio [%]
S kipućom vodom (BWR)	4	5250	8,6
Brzo oplodni (FBR)	2	1274	2,1
RBMK* (LWGR)	1**	915	1,5
Teškom vodom pod tlakom (PHWR)	4	2582	4,2
tlakovodni (PWR)	52	51011	83,6
ukupno	63	61032	100,0

* Reaktor s kipućom vodom, grafitnim moderatorom i rashlađivanjem sa lakom vodom.

** Izgradnja 5. bloka Nuklearne elektrane u gradu Kursku, Rusija, započeta je godine 1985., gradnja je kasnije bila obustavljena, stanje izgrađenosti je 70 %. U bazi podataka Međunarodne agencije za atomsku energiju Power Reactor Information System [10] blok je naveden koji je u izgradnji, nije navedena namjera definitivne obustave.

Tabela br. 2.2.3-2.: Izgradnja 3. generacijskih reaktora koja je u tijeku (siječanj 2012.) [10]

Tip	Proizvođač	kom
PWR, EPR	Areva	4
ABWR	Toshiba	4
PWR, AP1000	Westinghouse	4
PWR, APR1400	Južna Koreja	2
VVER, AES-2006	ROSATOM	4
VVER, AES-92 (V-466)	ASE	2
Ukupno:		20

Razvijeni 3. generacijski reaktori se u odlučnoj mjeri izgrađuju u Aziji, u prvom redu u Kini. Dok Japan i Južna Koreja izgrađuju po vlastitom razvoju, dotle se Kina odlučila za Arevu i Westinghouse. Izgradnje reaktora koje su u tijeku prema državama vide se na *tabeli br. 2.2.3-3.*

Tabela br. 2.2.3-3. : Izgradnje reaktora u tijeku na osnovi država (siječanj 2012.) [10]

Država	Broj blokova u izgradnji [kom]	Tipovi blokova u izgradnji	Ukupni učinak [MW]	Udio [%]
Argentina	1	S teškom vodom pod tlakom	692	1,1
Braziliya	1	Tlakovodni	1245	2,0
Bugarska	2	Tlakovodni	1906	3,1
Kina	26	Tlakovodni	26620	44,0
Finska	1	Tlakovodni	1600	2,6
Francuska	1	Tlakovodni	1600	2,6
Indija	6	3 s teškom vodom pod tlakom 1 brzo oplodni 2 tlakovodna	3766	6,2
Japan	2	Tlakovodni	2650	4,4
Južna Koreja	5	Tlakovodni	5560	9,3
Pakistan	1	Tlakovodni	300	0,5

Država	Broj blokova u izgradnji [kom]	Tipovi blokova u izgradnji	Ukupni učinak [MW]	Udio [%]
Rusija	10	8 tlakovodnih 1 brzo oplodni 1 RBMK*	8203	13,6
Slovačka	2	Tlakovodni	782	1,3
Ukrajina	2	Tlakovodni	1900	3,1
USA	1	Tlakovodni	1165	1,9
Tajvan	2	S kipućom vodom	2600	4,3
Ukupno	63		60589	100,0

* Izgradnja 5. bloka Nuklearne elektrane u gradu Kursku, Rusija, započeta je godine 1985., gradnja je kasnije bila obustavljena, stanje izgrađenosti je 70 %. U bazi podataka Međunarodne agencije za atomsku energiju Power Reactor Information System [10] blok je naveden koji je u izgradnji, nije navedena namjera definitivne obustave.

Zbog zemljotresa velike sile koji je uslijedio u ožujku 2011. godine u Japanu, predviđeni razvoji nuklearnih elektrana, postupci autorizacije koji su u tijeku, odnosno vremensko raspoređivanje izgradnje nuklearnih elektrana po svojoj prilici na svjetskoj razini dolaze pod reviziju. Na temelju propisa Vijeća Europske Unije u državama, gdje rade nuklearne elektrane, došlo je do revizije sada radećih blokova nuklearnih elektrana iz aspekta sigurnosti. Izvješća o reviziji su ocjenjivala nadležna nacionalna tijela i izradila su Nacionalno izvješće za Europsku Komisiju o sigurnosti nuklearnih elektrana koje rade na području određene države. Ova izvješća međunarodna radna skupina koja se sastoji od članova delegiranih od sigurnosnih tijela država članica Europske Unije uzimaju pod neovisnu i uzajamnu reviziju.

Društvo MVM Paksí Atomerőmű Zrt. je do roka 31. listopada 2011. poslao izvješće o rezultatima ciljane sigurnosne revizije blokova 1–4. Državnom uredu za atomsku energiju Országos Atomenergia Hivatal (OAH). Ured OAH je izvješće prihvatio i na temelju ocjenjivanja odredio zadaće do kraja prosinca 2011. koje elektrana mora obaviti u interesu daljnjeg povećanja sigurnosti. Nacionalno izvješće³ sastavljeno o rezultatima revizije je bilo izdano 29. prosinca 2011. godine, što je Ured OAH podnio Europskoj Komisiji.

Ured OAH u Nacionalnom izvješću je na temelju ocjenjivanja ciljane sigurnosne revizije utvrdio da je osnova projektiranja nuklearne elektrane u Paksu odgovarajuća, u skladu je sa zahtjevima određenim u pravnim propisima i sa međunarodnom praksom. Sigurnosni sustavi i funkcije odgovaraju očekivanjima koji su uzimani u osnovi projektiranja u obzir, trenutne mjere nisu potrebne. Službena revizija je ukazala i na to da se može identificirati i nekoliko mogućnosti takvih promjena čije izvršenje sigurnost elektrane može dalje povećati.

2.3. Rezimirani prikaz sada radeće elektrane na lokaciji i privremenog spremišta istrošenih šipki

2.3.1. Glavnije tehnološke karakteristike postojeće nuklearne elektrane

Tlakovodni reaktorblokovi nuklearne elektrane u Paksu pojedinačno originalno sa 440 MW električnog učinka i tipa VVER-440/213 su počeli rad između 1982 és 1987 godine, nuklearna elektrana otada radi po planu i neprekidno. Originalno predviđeno vrijeme pogona blokova je 30 godina koje se u slučaju ostvarivanja produljenja planiranog vremena pogona povećava za daljnjih 20 godina. Zahvaljujući izmjenama izvršenim u interesu što ekonomskijem radu ispunjavajući zahtjeve za sigurnost je nominalni električni učinak pojedinih blokova dostigao 500 MW, tako sada nominalni električni kapacitet elektrane iznosi 2000 MW. Nuklearna elektrana kao osnovna elektrana radi relativno izjednačenim opterećenjem.



**Slika 2.3.1-1.: Pogled na blokove
nuklearne elektrane Paks**

Pojedini reaktori su smješteni u zgradama izgradnje dvojnih reaktora. Dvojni blokovi koji obuhvaćaju po dva reaktora se vide na *slici 2.3.1-1.*. Reaktorblokovi nuklearne elektrane Paks su dvokružne izgradnje, shodno tome sastoje se od radioaktivnog primarnog kruga i od neradioaktivnog sekundarnog kruga. Elektrana je tlakovodnog tipa, rashlađena je vodom i kod njenih moderiranih energetskih reaktora nosač topline kruži u zatvorenom primarnom krugu – koji obuhvaća i reaktor – neposredne veze sa vanjskim svijetom nema.

Iz nuklearne elektrane – na planirani i kontrolirani način držeći se ograničenja – mogu izaći radioaktivni izotopi u okoliš preko dimnjaka za provjetravanje i kanala za toplu vodu kao i tijekom normalnog rada i održavanja nastaju radioaktivni otpaci. Zrak koji je usisivan od ventilacijskog sustava, odnosno potječe od tehnoloških izduvanja oni sustavi koji tretiraju plinovite emisije, čiste primjenom aerosolnih i jodnih filtra, a zatim iz blokova preko 100 m, a iz zgrade laboratorija preko 30 m visokog dimnjaka ide u okoliš. Nastale otpadne vode se skupljaju u kontrolnim spremnicima i njihovom ispuštanju u svakom slučaju prethodi stroga kemijsko i radiološko ocjenjivanje. Emitirajućom se smatraju vode iz kontrolnog spremnika, pridržavanjem graničnih vrijednosti emisije preko kanala za toplu vodu u Dunav kao u prihvatno mjesto.

Nastale krute radioaktivne otpadke malog i srednjeg aktiviteta obrađuju (biraju, zbijaju, muljeve ukrućuju), njihovo privremeno skladištenje je u glavnim i pomoćnim zgradama elektrane. Do konačnog smještaja radioaktivnih otpadaka malog i srednjeg aktiviteta koji će doći iz rada i budućeg demontiranja nuklearne elektrane u Paksu u Nacionalnoj deponiji radioaktivnih otpadaka (NRHT) koje je izgrađena u regiji Bábaapáti.

Kruti otpaci velikog aktiviteta će se smjestiti u bunarima za odlaganje u pakiranju koje osigurava ponovnu preradu. O konačnom smještaju otpadaka koji se naleže u bunarima treba voditi brigu prilikom definitivnog demontiranja elektrane. Istrošeni gorivni elementi koji izlaze iz reaktora elektrane privremeno će se smjestiti u objektu koji je izgrađen baš za ovu namjenu – koji je korišten od društva RHK. Kft. – a to je Privremeni depo istrošenih šipki (KKÁT).

2.3.2. Privremeni depo istrošenih šipki

Prije definitivnog smještaja istrošenih gorivnih šipki sa preradom ili bez daljnje prerade koji su nastali tijekom rada nuklearne elektrane – godišnje ima ih prosječno 400 komada – oni se skladište privremeno. Skladištenje je osigurano u bazenu za izrabljeno gorivo koji se nalazi pored reaktora, a raspolaže ograničenim kapacitetom skladištenja na trajanje od 3,5 godine, dok se specifični aktivitet i razvoj topline goriva koji izlazi iz reaktora ne smanji na vrijednost koja već omogućuje smještaj istrošenog goriva u privremenom depou. Nakon odležanja istrošeni gorivni elementi će biti smješteni u privremenom depou koji se nalazi u susjedstvu elektrane, u Privremenom Depou istrošenih šipki (KKÁT) koji je u stanju da osigurava smještaj šipki barem na 50 godina.

Na *slici br. 2.3.2-1.* se vidi modularno oknasto suho skladište od KKÁT (MVDS – Modular Vault Dry Storage), a to je zgrada od armiranog betona koja u matriksnom rasporedu sadrži šupljine za skladištenje koja su sposobna prihvatiti snopove gorivih šipki. Odgovarajuće zasjenjivanje i zaštitu osigurava betonska konstrukcija. Odvođenje topline se postiže cirkulacijom zraka na vanjskoj površini



**Slika 2.3.2-1.: Privremeni depo istrošenih
šipki u Paksu**

gorivnih elemenata, odnosno deponijskih šupljina, a zatim se zrak pušta izravno u atmosferu. U zraku koja struji preko komore, a preko apsorbirane topline iz skladištene gorivne šipke održani utjecaj dimnjaka (zrak-termosifon) osigurava pokretačku snagu i odgovarajuće rashlađivanje bez aktivnih mehaničkih sustava i ljudskog nadzora.

Modul objekta koji se sastoji od 3 komore i servisna zgrada su bili izgrađeni do 1997. godine, KKÁT je tada počeo svoj rad. Modul od po 4 komore je bio predan 2000. i 2003. godine, a zatim je bio završena gradnja novijeg modela od 5 komora, tako je depo sa 16 komora tada postao sposoban prihvatiti 7200 šipki. U depou KKÁT 31. prosinca 2010. godine bilo je skladišteno ukupno 6547 komada istrošenih šipki goriva. Do predaje novijeg skladišnog modula KKÁT od 4 komore je došlo u prosincu 2011. godine, skladišni kapacitet objekta se s time povećao na broj šipki od 9308 komada.

2.3.3. Sigurnosni pojas nuklearne elektrane i Privremenog depoa istrošenih šipki

Granice sigurnosnog pojasa nuklearnih objekata kao i ograničenja koja se primjenjuju u sigurnosnom pojasu sada treba odrediti prema propisima vladine uredbe broj 246/2011 (24. XI.) o sigurnosnom pojasu nuklearnog objekta i depoa radioaktivnih otpadaka. Prema uredbi udaljenost sigurnosnog pojasa nad površinom zemlje u slučaju nuklearne elektrane i privremenog depoa istrošenog goriva računajući od linije vanjskog zida objekta koja pruža tehnološku zaštitu barem 500 m. Na granici sigurnosnog pojasa osobu koja se tamo neprekidno zadržava tijekom pravilnog rada nuklearnog objekta putem radijacije radioaktivnih tvari emitiranih u okoliš ne smije pogoditi veće opterećenje zračenja od 100 μ Sv/godišnje. Vladina uredba za sigurnosni pojas propisuje razna ograničenja (na pr. zabrana stambenih zgrada i odmarališta, skladištenja opasnih tvari, djelatnosti ljudi koje su opasne po nuklearni objekat).

Granice sigurnosnog pojasa nuklearne elektrane u Paksu pregledanog prema Vladinoj uredbi broj 246/2011. (24. XI.) je Državni ured za nuklearnu energetiku odredio s rješenjem broj HA5538 od 2. kolovoza 2012. godine. Rasprostiranje. Sigurnosnog pojasa prikazuje *slika M.4 Priloga*. Granice preispitivanog sigurnosnog pojasa Privremenog depoa istrošenih šipki je odredio Državni ured za nuklearnu energetiku sa rješenjem broj HA5540 od 31. srpnja 2012. godine na temelju vladine uredbe broj 246/2011. (24. XI.).

Na osnovu Lokalnog građevinskog pravilnika Grada Paks (Samoupravna uredba broj 24/2003.(31. XII.)) područja koja spadaju u sigurnosni pojas nuklearne elektrane i deponije KKÁT su sva opterećena zabranom građenja.

2.4. Prikaz tipova novih blokova za izgradnju koji dolaze u obzir

2.4.1. Opći podaci o tipovima blokova koji dolaze u obzir

Prethodno ispitivanje vršeno tijekom pripreme izgradnje novih blokova nuklearne elektrane [9] je jednoznačno preporučilo izgradnju tlakovodnog tipa 3. generacijske nuklearne elektrane. Uz to da u svijetu više od 80% novih blokova koji se izgrađuju u svijetu pripadaju ovom tipu, i postojeća domaća stručna pozadina i mnogogodišnja povoljna radna iskustva stečena s blokovima nuklearne elektrane u Paksu opravdavaju ovo. Studija opravdanosti [9] koja uspoređuje tehnološke, sigurnosne, radne karakteristike i karakteristike održavanja i izgradnje i njih ocjenjuje, kao i kasnije analize APR1400 su smatrali sljedeće tipove blokova preporučljivima:

- AP1000 – Advanced Pressurized Water Reactor 1000 (Toshiba-Westinghouse),
- AES-2006 (Atomsztróexport, naziv tipa na međunarodnom tržištu MIR.1200),
- EPR – Evolutionary Pressurized water Reactor (Areva),
- ATMEA1 (Areva-Mitsubishi),

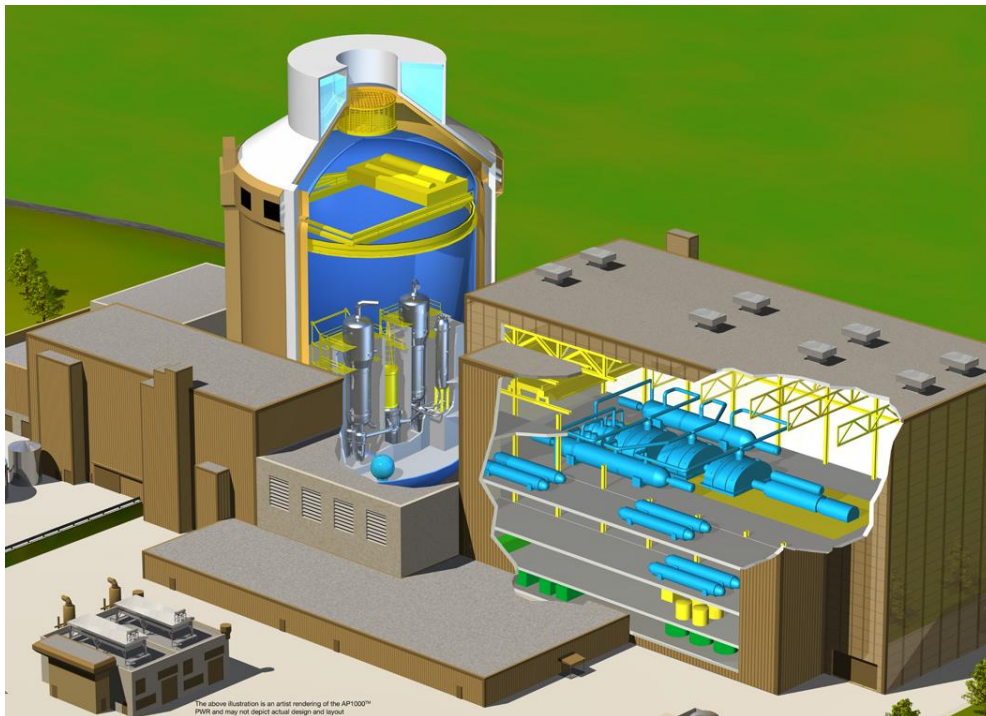
– APR1400 – Advanced Pressurized Reactor (KEPCO – Korea Electric Power Corporation).

Značajnije tehničke i sigurnosne parametre pojedinih tipova rezimira *tabela 2.4.1-1. t*, a sigurnosne ciljeve i projektna rješenja primijenjena za njihovo postizanje, odnosno procese za smanjivanje posljedica *tabela 2.4.1-2.*.

2.4.1.1. AP1000 – Westinghouse Advanced Passive PWR

Tehničke karakteristike

AP1000 (*slika 2.4.1.1-1.*) je jednostavna, oformljena i sigurnosna konstrukcija. Zbog ugrađenog kapaciteta koji je veći od osrednjeg su svojevrstni troškovi investicije povoljniji, trajanje generalnog remonta blokova koji treba obaviti svake desete godine iznosi oko 40 dana. Nuklearno tijelo Amerike (NRC) je izdalo licencu tipa, blok odgovara zahtjevima EUR⁴ (European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants).



Slika 2.4.1.1-1.: Vizualizacija bloka AP1000 [11]

Od šipki goriva PWR koje sadržavaju standardnu poziciju 17x17 u zoni 157 komada, od kojih 69 su regulacijske šipke. Na kraju ciklusa goriva 43% se od zone mijenja na svježije gorivne elemente. [12], [13], [14]

Primarni krug je sa dvije petlje, po petljama s 2 hladne i 1 tople grane. U hladnim granama ima ukupno 4 glavne cirkulacijske pumpe, montirane neposredno na donji izlazni produžetak stojećih parogeneratora. Spremnik reaktora se podudara sa spremnikom Westinghouse koji se prije naširoko primjenjivao. Sekundarnom krugu referencijskog bloka pripada turbina sa sporim okretajem (1800 rpm) na 60 Hz, konstruiranje spore turbine (1500 rpm) za mrežu s 50 Hz je u tijeku.

⁴ Sveobuhvatni sustav zahtjeva izrađen početkom 1990. godina od vlasnika i korisnika nuklearnih elektrana u Zapadnoj Europi.

Sigurnosne karakteristike

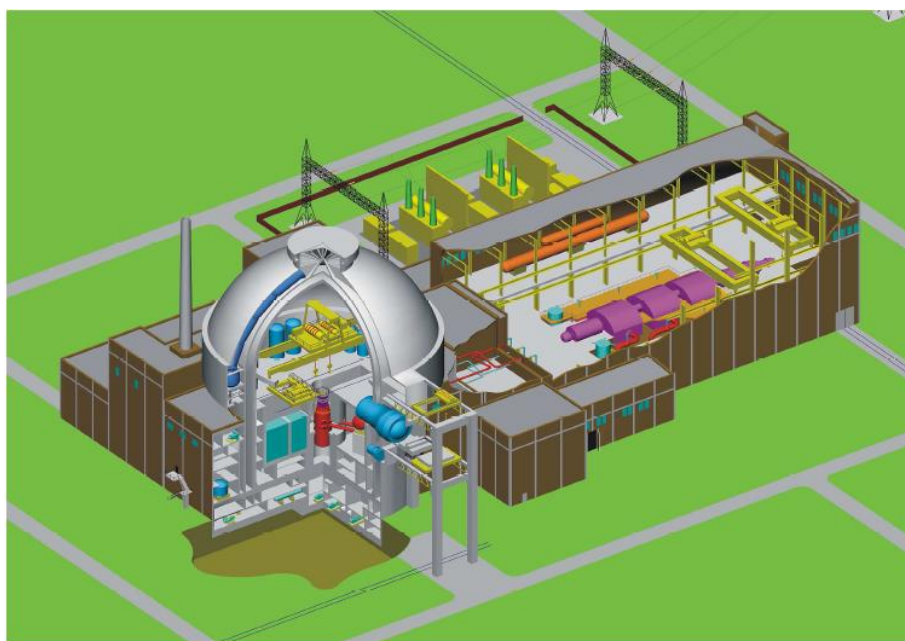
Sigurnosni sustavi tipa AP1000 su pasivnog rada, to jest ne sadržavaju aktivne komponente (na pr. pumpe), za njihov rad nisu potrebni pomoćni sustavi sa sigurnosnom klasifikacijom (na pr. napajanje naizmjenične struje ili rashladna voda). Ima četiri pasivne sigurnosne sustave (rashladni sustav za slučaj pogoskih smetnji u zoni, sigurnosti sustav za ubrizgavanje i redukciju tlaka, sustav prijenosa zaostale topline kao i rashlađivanje kontejnmenta), koji ispunjavaju načelo jednokratne tolerancije kvara. Njihova pouzdanost je testirana u okviru obuhvatnih pokusnih programa na dvije različite razine učinka (600 MW i 1000 MW).

Regulacija sigurnosnih sustava zahtijeva vrlo malo intervencije rukovanja, naime načelo je bilo eliminacija potrebe intervencija umjesto automatiziranja intervencija. Svaki sigurnosni sustav se nalazi u kontejnmentu planiranog prekomjernog tlaka od 4.1 bara ili u pomoćnoj zgradi, ovi stoje na temelju otpornom na zemljotres.

2.4.1.2. MIR.1200

Tehničke karakteristike

Ruski proizvođač danas u biti isporučuje dvije verzije VVER-a: tip AES-92 koji pripada 3. generaciji [13] i dalje razvijeni tip ovog, blok AES-2006 (*slika 2.4.1.2-1.*), od kojih će se prema planu do 2020. godine izgraditi 17 komada (s ukupnim kapacitetom od 20000 MW_e). Slično ranijim tipovima VVER-a i u ovima se nalaze petlja 4 primarnog kruga i vodoravni parogenerator.



Slika 2.4.1.2-1.: Vizualizacija bloka MIR.1200 [15]

Verzija bloka AES-2006 koja je namijenjena na međunarodno tržište je tip MIR.1200, u vezi kojeg su razvoj vršili uglavnom u smjeru ekonomičnosti (standardni učinak, stupanj korisnosti) i poboljšanje stajanja na raspolaganju (na pr. činjenica iskorištavanja učinka u 92%, postizanje trajanja pogona od 60 godina) u odnosu na blok AES-92. Pored sigurnosnih promjena bilo je izvedeno i poboljšanje rada glavnih cirkulacijskih pumpi (eliminiranjem podmazivanja uljem), uvođenje novog goriva koje sadržava izgarajući otrov⁵, poboljšanje pouzdanosti parogeneratora. Prema planovima MIR.1200 će biti pogodno za i za korištenje goriva MOX. U novoizgrađenim

⁵ Reaktorni otrovi su elementi koji apsorbiraju neutrone (s time smanjujući činilac razmnožavanja), a da ne doprinose lančanoj reakciji..

blokovima će se koristiti integralna tehnika upravljanja na digitalnoj bazi. Sekundarni krug bloka sadrži turbinu sa brzim okretajem (3000 rpm), a konstruiraju i korištenje strojeve sa sporim okretajem (1500 rpm). Primjenom međunarodno opće prihvaćenih sigurnosnih normi kao i dosljednom primjenom zahtjeva EUR blok MIR.1200 je biti podignut na razinu AP1000 i EPR. Ovo potvrđuje i to da je tip AES-92 bio kvalificiran od organa EUR-a i našao ga je pogodnim.

Sigurnosne karakteristike

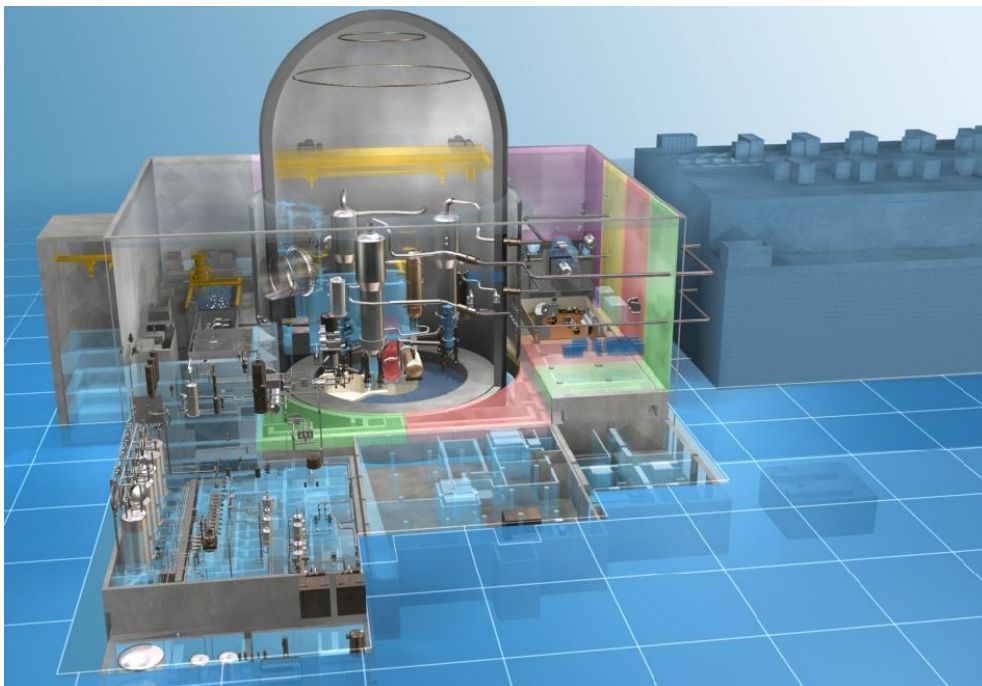
U slučajevima pogonskih smetnji dugotrajno rashlađivanje reaktora i primarnog kruga se ostvaruje i bez intervencije operatera, to osigurava 4 hidroakumulatora visokog tlaka i 8 niskog tlaka skupa s automatski funkcionirajućim sustavima rashlađivanja zone.

Nuklearni sustavi bloka nalaze se u kontejnmentu sa dvostrukim stijenkama, koji je dimenzioniran na pretlak od 4 bara za slučaj pogonske smetnje, unutarnji plašt od čelika raspolaže pasivnim načinom rashlađivanja. Sigurnosni sustavi koji pojedinačno raspolažu 100%-nim kapacitetom postavljeni su u četiri međusobna neovisna kanala. Napajanje svakog sigurnosnog kanala energijom osigurava po jedan dizelgenerator kapaciteta 6,3 MW. Donji dio kontejnmenta funkcionira kao klopka za taljenje zone.

2.4.1.3. ATMEA1

Tehničke karakteristike

Tip ATMEA1 (*slika 2.4.1.3-1.*) je nastao daljnim razvijanjem isprobane tlakovodne tehnologije Areva i Mitsubishi, blok se temelji na tlakovodnom tipu Mitsubishi sa tri petlje, a ugrađena su brojna rješenja EPR-a. Planovi bloka odgovaraju zahtjevima EUR. Kod izgradnje može se računati sa 5 godina trajanja gradnje, zbog ugrađenog kapaciteta većeg od osrednjeg (1000–1150 MW) svojstveni troškovi investicije su povoljniji. Šipke goriva sadržavaju oziciju 17 x 17, u biti odgovaraju šipakam kojima se EPR zona može popuniti, samo su kraći, generalni remont bi trebao obaviti svake desete godine. Učinak bloka maksimalno se može promijeniti sa brzinom 5%/minuta. Blok može raditi i u automatskom načinu rada sa regulacijom frekvencije. [16], [17]



Slika 2.4.1.3-1.: Vizualizacija bloka ATMEA1 [18]

Sigurnosne karakteristike

Sigurnosni sustavi sadržavaju tri neovisne, u 100% redundantne aktivne grane, sa mogućnošću održavanja za vrijeme rada. Za prevladavanje posljedica teških nesreća primjenjuju se rješenja koja se već kod 3. generacijskih blokova smatraju standardnima: klopka taljenje zone za lokalizaciju i rashlađivanje taljene zone, rekombinatori vodika i upaljači za vezivanje vodika nagomilanog u kontejnmentu, odnosno za smanjivanje koncentracije vodika, cijedeno otakanje i rashlađivanje za dugorčno održavanje cjelovitosti kontejnmenta. Kontejnment je sa dvostrukom stijenkom, zaštićen je i protiv survanja putničkog zrakoplova. Zaštita bloka protiv zemljotresa je takva da se može instalirati in područjima opasnim po zemljotresu.

2.4.1.4. EPR – Evolutionary Pressurized Water Reactor

Tehničke karakteristike

Tip EPR („European Pressurized Water Reactor”, koji se prilikom uvođenja nam američko tržište iz marketinških razloga promijenili na „Evolutionary Pressurized Water Reactor”) (slika 2.4.1.4-1.) je nastao daljnjim razvijanjem isprobane tlakovodne tehnologije francuskog Framatome i njemačkog Siemens-KWU. Planove bloka su tijela vlasti Finske, Francuske i Kine već odobrili, tijela USA i Ujedinjenog Kraljevstva sada ispitivaju planove, blok odgovara zahtjevima EUR. [19]



Slika 2.4.1.4-1.: Vizualizacija bloka EPR koji se gradi u Olkiluoto-u, Finska [19]

Zbog ugrađenog velikog kapaciteta svojstveni troškovi su povoljni, istodobno među odnosima mađarske mreže veliki standardni učinak predstavlja štetu. Ako međutim pretpostavimo regionalnu suradnju za izgradnju rezervnih kapaciteta, onda potrebne dodatne investicije značajno ne kvare konkurentnost bloka EPR. Trajanje pretovara zone povezanog sa preventivnim održavanjem je 16 dana, generalni remont potreban svakih deset godina traje oko 40 dana.

U aktivnoj zoni nalazi se 241 šipka goriva koja sadržavaju pojedinačno 17x17 pozicija šipki. Reguliranje reaktiviteta se odvija sa 89 regulacijskih poluga.

Primarni krug se sastoji od četiri petlje, po petljama sa po jednoj glavnoj cirkulacijskoj pumpi i parogeneratorom. A sekundarni krug je nastao sa daljnjim razvojem sekundarnog kruga njemačkih Konvoi blokova koji rade sa dobrim i izvrsnim pokazateljima stajanja na raspolaganju. Optimiziran

je sustav pare-kondenzata-vode napajanja, stupnjevi turbine niskog i visokog tlaka, što je rezultiralo značajnim povećanjem stupnja korisnosti.

U normalnim radnim stanjima sustave koji ostvaruju regulacije i zaštite su izgradili sa dvostrukom redundancijom, ovi su zaštićeni od jednokratnog kvara. Dedukcija mogućih pogonski tranzienta se događa sa po dva redundantnim diverznim sustavom, dok za prevladavanje postuliranih pogonskih smetnji koriste četiri redundantne sustave. Napajanje za slučaj opasnosti osiguravaju četiri dizelgeneratora koji se nalaze u posebnim zgradama. Iz aspekta održavanja istaknute je važnosti da od sustava koji su izgrađeni sa četvostrukom redundancijom jedan sustav se za vrijeme rada može bilo kada izvaditi za održavanje ili popravak.

Sigurnosne karakteristike

Važni sigurnosni pokazatelji bloka (učestalost taljenja zone, vjerojatnost velikih radioaktivnih emisija itd.) su izvrsni. Sigurnosni sustavi raspolažu četirstrukom redundancijom, podsustavi su pojedinačno izgrađeni sa 100% -nim kapacitetom.

Injekcije pod velikim tlakom nema, samo sustavi injekcije pod srednjim i niskim tlakom.. In-containment Refueling Water Storage Tank (IRWST) se nalazi na dnu reaktorske zgrade, spaja funkcije skladištenja rashladnog medija i dna okna. Prevladavanju teških nesreća povezanih sa taljenjem zone pripomaže klopka za taljenje zone. Voda u spremniku IRWST pasivnim (gravitacijskim) putem preplavljuje rastopljenu masu.

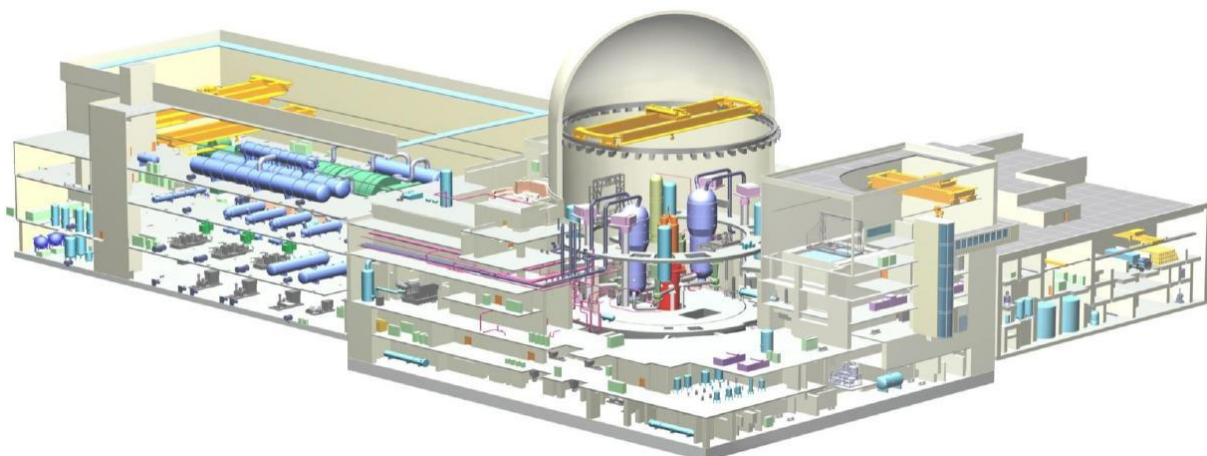
Unutarnji zid kontejnmenta sa dvostrukim stijenkama je izrađen od prenapregnutog armiranog betona, raspolaže oblogom od čelika debelom 6 mm. Normalni vanjski zid od armiranog betona služi za zaštitu protiv vanjskih događaja i dimenzioniran je za podnošenje posljedica od survanja velikog putničkog zrakoplova.

Prilikom teških nesreća koristi se pasivna obrada vodikom (katalitički rekombinatori). Za smanjenje posljedica teških nesreća služi pasivni sustav za odstranjivanje vodika primjenom katalitičkih rekombinatora kao i sustav rashlađivanja za smanjenje tlaka u kontejnmentu.

2.4.1.5. APR1400 – Advanced Pressurized Reactor

Tehničke karakteristike

Blok APR1400 (slika 2.4.1.5-1.) je razvilo poduzeće KEPCO (Korea Electric Power Corporation) iz Južne Koreje na temelju tipa OPR1000 (Optimum Power Reactor) sa električnim učinkom od 1000 MW. Temelj oba tipa reaktora predstavlja blok s nazivom System 80+ poduzeća Combustion Engineering, koji je izrađen u USA početkom 1990-ih godina. Planove bloka je odobrilo nuklearno tijelo Južne Koreje za nuklearnu energiju, sada je u tijeku priprema podneska potrebnog za pribavljanje licencne dozvole tipa NRC. Tip još ne raspolaže kvalifikacijom EUR-a.



Slika 2.4.1.5-1.: Vizualizacija bloka APR1400 [18]

Sigurnosni pokazatelji su dobri, za prevenciju teških nesreća i smanjivanje njihovih posljedica se primijenjuju sva međunarodno prihvaćena rješenja. U odnosima mađarske mreže je šteta za blok njegov veliki standardni učinak, a pretpostavljajući regionalnu suradnju i ovdje važi ono što je rečeno kod bloka APR.

U aktivnoj zoni reaktora nalazi se 241 šipka goriva, ove odgovaraju standardnim PWR šipkama sa pozijama 16x16. Gorivo proizvodi tvrtka KNF (KEPCO Nuclear Fuel). Blok je u stanju raditi i takvom šaržom čija je maksimalno 1/3 gorivni elementa MOX.

Primarni krug APR1400 sastoji se od dvije petlje, u jednoj petlji se nalazi jedna topla grana i dvije hladne grane, u obima hladnim granama se nalazi glavna cirkulacijska pumpa (konstrukcija je slična bloka AP1000 marke Westinghouse). Tople grane se priključuju po jednom okomitom parogeneratoru vrlo velikih dimenzija koji su pojedinačno u stanju nositi termički učinak od 2000 MW. Količina vode na sekundarnoj strani je tako velika da nakon izgubljanja napojne vode najmanje 20 minuta stoji na raspolaganju do potpunog isušavanja parogeneratora.

Bloku APR1400 pripada jedina turbina visokog učinka koja ima jedan stupanj visokog tlaka i tri stupnja niskog tlaka, broj okretaja pa je 1800/minuta (za mrežu sa 60 Hz). Sustav je tako izgrađen da i u slučaju bacanja opterećenja sa 100% u stanju odvoditi paru, a da bi nastupio rizični zastoj turbihne ili reaktora. Sa turbinom s brojem okretaja 1500/minut na 50 Hz će se opremiti blokovi APR1400 koji će se izgraditi u Ujedinjenim Arapskim Emiratima.

Sigurnosne karakteristike

Zaštitni sustav reaktora je oblikovan sa četverostrukom redundancijom, primijenjujući podjednako aktivne i pasivne sigurnosne sustave za postizanje sigurnosnih ciljeva.

Spremnik preko produžetka cijevi koji osigurava injekciju u stanju dobiti dopunu vode iz spremnika vode za pretovar velikih dimenzije (skoro 2500 m³) (IRWST – In-containment Refueling Water Storage Tank). Kapacitet svake grane je od 50%, što znači redundanciju 4x50%. Pored injektiranja pod visokim tlakom gonjenim sa pumpama svaka grana sadrži i jedan spremnik velikih dimenzija pod tlakom (akumulator), koji je pasivan.

Prvotni kontejnment bloka APR1400 se gradi od prenapregnutog armiranog betona, na čiji unutarnji zid je stavljena hermetički zatvarajuća obloga od čelika. Za prvotni kontejnment drugotni kontejnment koji je izvana obložen osigurava odgovarajuću zaštitu od vanjskih opasnosti (na pr. survanje zrakoplova). Spray sustav koji se koristi za smanjenje temperature i tlaka kontejnmenta se sastoji od dvije neovisne grane, njegove pumpe su priključene na spremnik IRWST. Zračni prostor kontejnmenta je tako velik da nakon nastanka hipotetički teške nesreće 24 sata tlak ostaje pod gamicama i koncentracija vodika nigdje ne dostiže opasnu vrijednost.

U slučaju teških nesreća otoplenu zonu nastoje držati unutar spremnika sa vanjskim rashlađivanjem spremnika, ali verzija EU-APR1400 koja je izrađena za izgradnju u Europu sadrži i klopku za taljenje zone. Nastali vodik se veže sa rekombinatorima, a za dodatak koriste se i upaljači za vodik. [20].

Tabela 2.4.1-1.: Važnije tehničke karakteristike tipova blokova koji dolaze u obzir

Tip bloka	AP1000	MIR.1200	ATMEA1	EPR	APR1400
Najviši učinak neto	1117 MW	1150 MW	1000 MW	1600 MW	1400 MW
Vrijeme rada	60 godina	50 (60) godina	60 godina	60 godina	60 godine
Činilac iskorištavanja predviđenog učinka	93%	92%	92%	92%	najmanje 92%
Godišnji gubitak zbog predviđenog glavnog remonta	17 dana	20 dana	16 dana	14 dana	17 dana
Vlastita potrošnja	6,9%	7,0%	5,8%	7,0%	3,8%
Tip goriva za uporabu	UO ₂ , MOX	UO ₂	UO ₂ , MOX	UO ₂ , MOX	UO ₂ , MOX
Izvor goriva za uporabu	Westinghouse	TVEL	Areva i MHI	Areva	KEPCO Nuclear Fuel
Ciklus goriva	18 mjeseci	18–24 mjeseca	12–18–24 mjeseca	12–18–24 mjeseca	18 mjeseci
Potreba goriva	43,2 t UO ₂ / 18 mjeseci	43,0 t UO ₂ / 24 mjeseca	42,7 t UO ₂ / 24 mjeseca	64 t UO ₂ / 24 mjeseca	44,7 t UO ₂ / 18 mjeseci
Broj svježih šipki pri pretovaru	68 kom (svakih 18 mjeseci)	82 kom (svaka 24 mjeseca)	60 kom (svakih 18 mjeseci)	120 kom (svaka 24 mjeseca)	92 kom (svakih 18 mjeseci)
Prosječno obogaćenje svježih šipki	4,8%	4,0%	4,95%	4,4%	4,09%
Sposobnost manevriranja	Između 25%–100% , dnevno 100%–50%–100%	Između 30%–100%, godišnje makl. 250 kom Δ70%	Između 30%–100%	Između 20%–100%, dnevno 100%–25%–100%	Između 20%–100% dnevno 100%–25%–100%
Tlak primarnog kruga	155,2 bara	157 bara	155 bara	155 bara	155 bara
Ulazna temperatura u reaktor	280,6 °C	291,0 °C	290,9 °C	295,5 °C	290,6 °C
Izlazna temperatura reaktora	321,1 °C	320,0 °C	326,3 °C	328,0 °C	323,9 °C
Izlazni tlak parogeneratora	57,6 bara	62,7 bara	>70 bara	78,0 bara	69,0 bara
Količina potrošene vode za rashlađivanje	136000 m ³ /h	140000 m ³ /h	122000 m ³ /h	190000 m ³ /h	173000 m ³ /h

Tabela 2.4.1-2.: Projektna rješenja primijenjena za postizanje cilja ili postupci za smanjenje posljedica

Sigurnosni cilj koji se želi postići	Projektno rješenje primijenjeno za postizanje cilja ili postupak za smanjenje posljedica				
	AP1000	MIR.1200	ATMEA1	EPR	APR1400
Obrada pogonskih smetnji koje pripadaju osnovi projektiranja	<ul style="list-style-type: none"> – Pasivni sigurnosni sustavi – Zadržavanje u spremniku reaktora – Poplavljenje okna reaktora i vanjsko rashlađivanje spremnika – Rekombinatori i upaljači vodika 	<ul style="list-style-type: none"> – Kontejnment s dvostrukim stijenkama – Pasivni rashladni sustav – Sustav pasivnog rashlađivanja kontejnmenta – Rekombinatori vodika – Klopka za prihvatanje zone 	<ul style="list-style-type: none"> – Kontejnment velike prostornine od prenapregnutog betona – Dugotrajno rashlađivanje kontejnmenta – Rekombinatori vodika – Klopka taljene zone 	<ul style="list-style-type: none"> – Kontejnment s dvostrukim stijenkama – Sustav za rashlađivanje kontejnmenta – Rekombinatori vodika (raširenje i rashlađivanje rastopljene mase) 	<ul style="list-style-type: none"> – Kontejnment velik prostornine od prenapregnutog betona – Dugotrajno rashlađivanje kontejnmenta – Rekombinatori vodika – Zadržavanje u spremniku reaktora (opcionalno klopka za taljenu zonu)
Prevenција procesa pod visokim tlakom koji dovode do kvara kontejnmenta	Automatski ventili za reduciranje tlaka u primarnom krugu	<ul style="list-style-type: none"> – Ventili za reduciranje tlaka – Sustav za pasivno rashlađivanje 	<ul style="list-style-type: none"> – Brzi, redundantni ventili za reduciranje tlaka 	<ul style="list-style-type: none"> – Ventili za reduciranje tlaka ručnim upravljanjem u primarnom krugu 	<ul style="list-style-type: none"> – Ventili za reduciranje tlaka ručnim upravljanjem u primarnom krugu – Kontejnment spray
Obrada nastalog vodika	<ul style="list-style-type: none"> – Pasivni rekombinatori (za pogonske smetnje kod slomljenja cijevi) – Upaljači vodika (za teške nesreće) 	– Pasivni rekombinatori	– Pasivni rekombinatori	– Pasivni rekombinatori	– Pasivni rekombinatori + upaljači vodika
Stabiliziranje i rashlađivanje taljene mase zone	<ul style="list-style-type: none"> – Zadržavanje unutar spremnika reaktora – Poplavljenje okna reaktora i vanjsko rashlađivanje spremnika 	– Klopka za prihvatanje zone	– Stabiliziranje taljene mase zone izvan spremnika	– Stabiliziranje taljene mase zone izvan spremnika	<ul style="list-style-type: none"> – Zadržavanje unutar spremnika reaktora – Poplavljenje okna reaktora i vanjsko rashlađivanje spremnika (kod europske verzije bit će i klopke za taljenu masu zone)
Reduciranje tlaka kontejnmenta	Pasivni sustav rashlađivanja kontejnmenta	<ul style="list-style-type: none"> – Pasivni rashlađivači velike površine (od 0 do 24 sati) – Mobilni uređaji (od 24–do 72 sati) 	– Kontejnment spray	<ul style="list-style-type: none"> Rashlađivanjem zračnog prostora kontejnmenta: – Pasivno poplavljenje taljene mase odgozgo rashlađivanje odozdo – Spray rashlađivanje kontejnmenta ručno 	Kontejnment spray + sustav odstanjivanje topline za vrijeme obustave rada

2.4.2. Prikaz predviđenog rashladnog sustava

Do analize mogućnosti rashlađivanja koje se mogu primjenjivati kod predviđenih novih blokova nuklearne elektrane u lokaciji Paks je došlo u okviru posebnih ispitivanja [21], [95]. Cilj ispitivanja je bio da u uvjetima danih okolnosti i okoliša bude izabran način rashlađivanja što je moguće ostvariti i koristiti što je moguće najboljim tehničkim rješenjima i stupnjem ekonomično korisnosti koji odgovara propisima zaštite okoliša za vrijeme predviđenog rada. Na temelju rezultata obavljenih analiza – bio je izabran sustav rashlađivanja sa svježom vodom – slično sada primijenjenom kod postojeća četiri bloka.

Tijekom rada sustava rashlađivanja sa svježom vodom opskrba industrijskom vodom za rashlađivanje kondenzatora koja je potrebna za rad blokova se događa vodom vađenom iz Dunava. Primjenu sustava rashlađivanja sa svježom vodom ograničavaju zahtjevi zaštite okoliša koji se odnose na toplinska opterećenja prouzrokovana od zagrijane vode za rashlađivanje. Zato da bi se nakon puštanja novih blokova u rad mogli pridržavati važećih graničnih vrijednosti i u skrajnjim okolnostima (visoka temperatura vode iz Dunava, niski prinos vode), kao tehničke mjere, zagrijanoj vodi za rashlađivanje koja izlazi iz blokova potrebno je dodati svježju hladnu vodu, u izvanrednom slučaju blokove neizbježno treba ponovo operetiti.

Prilikom primjene rashlađivanja svježom vodom protočnog sustava koji radi sa upotrebom sirove vode vađene iz Dunava, voda se koristi sirova, kemijski u neobrađenom stanju, nakon mehaničkog čišćenja (filtriranja) od plovećih i lebdećih nanosa. Potrebu kondenzatora blokova za vodom za rashlađivanje, to jest količinu sirove vode koja se mora vaditi iz Dunava u slučaju ispitivanih učinaka blokova prikazuje *tabela 2.4.2-1.* Nakon korištenja cijela količina zagrijane vode za rashlađivanje se vodi natrag u Dunav. Situacijski plan sustava rashlađivanja sa svježom vodom prikazuje *slika 2.4.2-1.*

Tabela 2.4.2-1. : Osnovni podaci uzimani kod ispitivanja sustava rashlađivanja sa svježom vodom u obzir

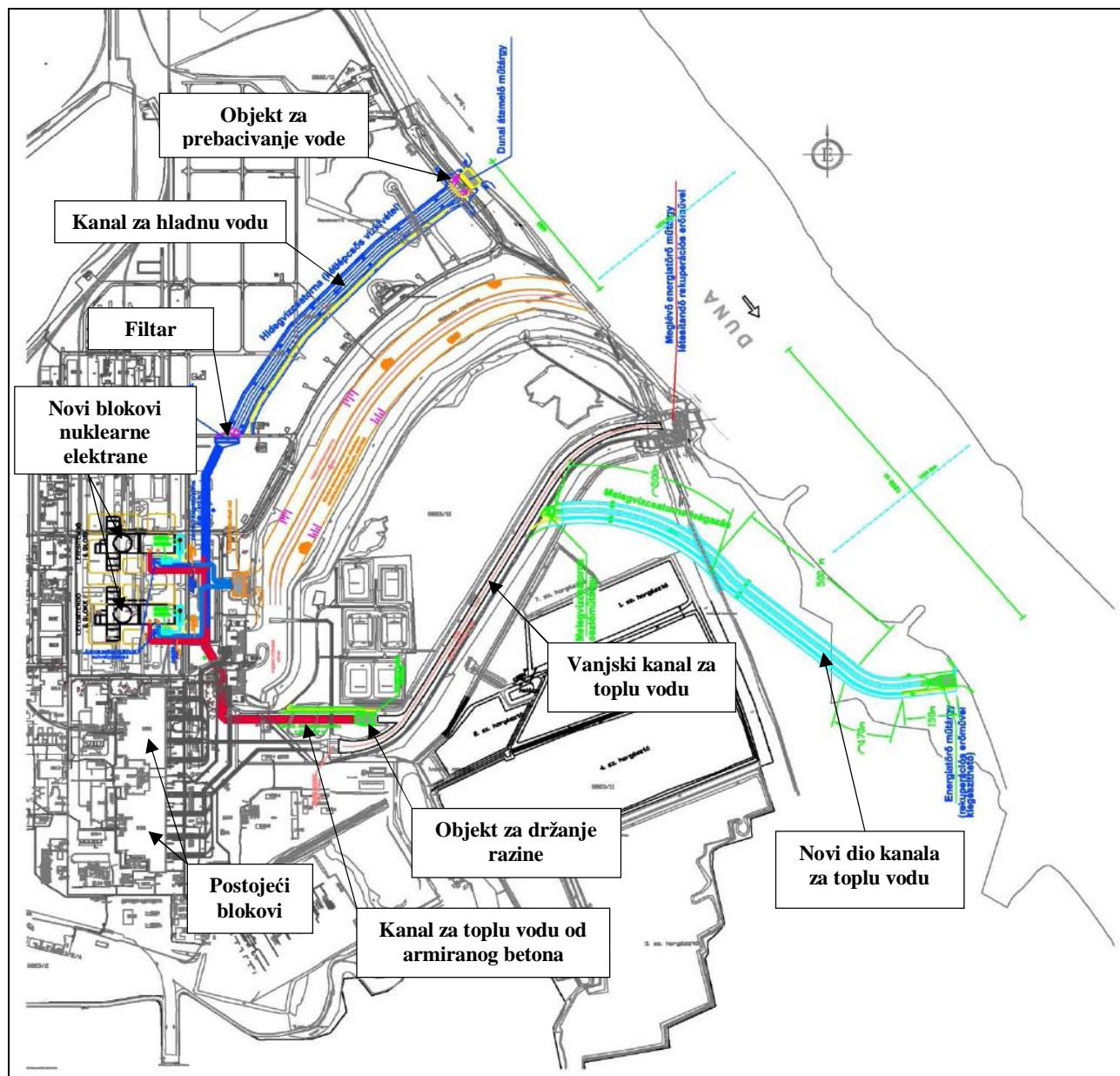
	U slučaju učinka 2×1200 MW	U slučaju učinka 2×1600 MW
Zagrijavanje vode za rashlađivanje u kondenzatoru [°C]	8	8
Nominalna potreba kondenzatora za vodom [m ³ /s] Po blokovima	66	86
Ukupno	132	172

Crpna postaja za prebacivanje vode na Dunavu će se nalaziti iznad ušća postojećeg kanala za hladnu vodu elektrane. Linija prenošenja vode bit će dvostupanjska, kao prvi korak crpna postaja za prebacivanje vode iz Dunava prebacuje sirovu vodu u novi kanal za hladnu vodu, kao drugi korak crpni pogon kondenzatora će otuda nositi vodu do kondenzatora. Novi kanal za hladnu vodu je dubok oko 4 m. – ovisno o varijanti bloka – širina korita od 12 do 20 m, i dug od oko 1000 m.

Od kuće za filtriranje do kuće za crpku za rashlađivanje kondenzatora voda stiže u zatvorenom kanalu od armiranog betona. Zadaća rada crpki je prebacivanje potrebne količine vode za rashlađivanje preko kondenzatora iz nadolazećeg kanala za hladnu vodu u odvoni kanal za toplu vodu. Odvođenje tople vode iz glavne zgrade se događa preko kanala od armiranog betona koji se preko umjetnog predmeta za držanje razine s nagibom priključuju postojećem kanalu elektrane za toplu vodu. Prema prethodno izvršenim računima hidraulike [21] postojeći kanal za toplu vodu je sposoban odvoditi ne samo količinu vode pogona sadašnjih blokova 100–110 m³/s (maks. 120 m³/s), nego i količinu vode novih blokova učinka 2×1600 MW u veličini od 172 m³/s.

Kod vođenja vode za rashlađivanje u Dunav izgradit će se druga točka uvođenja sa novim ogrankom kanala za toplu vodu koji je predviđen u smjeru prema jugu u udaljenosti od oko 1000 m od sadašnjeg ulaza Dunava. Novi dio kanala prije dijela u obliku luka koji se okreće prema Dunavu, na strani koja spada prema donjoj strani kanala razgranava se na jednom razdjelnom umjetnom predmetu sa postojećeg kanala (*slika 2.4.2-1.*). (U buduće predviđa se rekuperacijska hidroelektrana na kanale za toplu vodu).

Južna obala dijela novog kanala za toplu vodu – umjesto dijela od razgranavanja do ušća novog kanala na južnoj obali postojećeg kanala za toplu vodu – funkcionirat će kao stalni predmet za zaštitu od poplava.



Slika 2.4.2-1.: Dijelovi i situacijski plan dvostupanjskog sustava za rashlađivanje sa svježom vodom

2.4.3. Ostali objekti, priključne operacije potrebni za ostvarivanje djelatnosti

Sada radeći blokovi nuklearne elektrane se priključuju mađarskom električnoj energetske mreži preko preklopnog uređaja od 400 kV podpostaje sa 400/120 kV koja se nalazi u vlasništvu društva MAVIR Zrt. kao korisnika prijenosne mreže. Iz aspekta priključka lokacija u Pakšu je čvorište sa 400 kV koje raspolaže odgovarajućim okolnostima, istodobno integracija novih blokova elektrane u električno energetske sustav se može riješiti samo s izgradnjom novih veza sa mrežom. Do odabira dobavljača treba računati sa više vrsta tipova blokova, a za instalirane učinke razne veličine međutim potrebni su i razvoji mreže različite dimenzije.

Tijekom pripreme izgradnje novih blokova nuklearne elektrane izvedeni su prethodni računi o mreži [22] da bi se ispitivalo da pored blok dimenzija učinka od 1000 – 1600 MW neto u normalnom stanju i u stanju pogonskih smetnji pod kakvim uvjetima se može iznijeti proizveden učinak. Rezultati su potvrdili potrebu sljedećih razvoja u ispitivanom području učinka:

- Izgradnja dvosustavnog daljinskog voda Paks–Albertirsa je temeljni i neminovni uvjet stupanja novih blokova u rad.
- Zbog rezultata ispitivanja o dvostrukom stanju nedostatka i zbog rezervne opskrbe nove elektrane opravdana je ugradnja trećeg transformatora 400/120 kVA u sada postojeću podpostaju (Paks-I).
- Ovisno o dimenzijama bloka koji će se izgraditi i karakteristika njegove dinamike potrebno je tranzientno pojačanje stabilizatora s izgradnjom daljinske vodne veze u jedan drugi smjer prema Litéru ili Martonvásáru. Ovo pitanje treba podvrgnuti daljnjim ispitivanjima nakon upoznavanja točnijih parametara bloka.

Za priključak novih blokova na mrežu će se izgraditi nova preklopna postaja sa 400 kV (Paks-II) čije mjesto još nije određeno. [23] Moguće mjesto za nju se nalazi uz liniju dalekovoda u sjeverozapadnom smjeru u regiji između puteva koji vode iz Paks prema Nagydorogu, odnosno Kölesdu, na udaljenost od oko 6 km od predviđenog mjesta novih blokova.

Za priključak blokova za rezervnu domaću opskrbu treba izgraditi kabelsku vezu od 120 kV između predviđenog mjesta za nove blokove i preklopnog uređaja od 120 kV podpostaje Paks-I.

Za izgradnju novih blokova na lokaciji infrastruktura (voda, kanalizacija, putevi, veze itd.) u osnovnoj poziciji stoji na raspolaganju, vjerojatno će biti potrebno njihovo proširenje i modernizacija. Infrastrukturne priključke koji sada stoje na raspolaganju detaljno prikazuje *podpoglavlje 2.1.2.*

Za prihvaćanja i čišćenje komunalnih otpadnih voda iz pogona predviđenih novih blokova, za otpadne vode iz zdravstvenih i laboratorijskih zgrada, kao i za povremeno prekomjerne vode vjerojatno treba izgraditi novi uređaj za pročišćavanje otpadnih voda.

2.4.4. Prikaz međunarodnih referencija tipova blokova koji dolaze u obzir

2.4.4.1. AP1000 (Westinghouse)

Sada je u Kini već u tijeku izgradnja tri bloka AP1000 (Sanmen 1–2. – *slika 2.4.4.1-1.*, Haiyang 2. – *slika 2.4.4.1-2.*), po planu ovi će biti predani između 2013 i 2014 godine. Kako se predviđa i u USA će početi izgradnja tipa blokova AP1000, sada su već na dvije lokacije u tijeku pripreme gradnje (Georgia, elektrana Vogtle), ali prema prognozama podnijet će se zahtjevi na 6 lokacija za izgradnju ukupno 12 blokova AP1000. Predviđaju da će se blokovi u Kini izgraditi za 5–6 godina, a referencija AP1000 se prema projektantima može izgraditi za 5 godina.



Slika 2.4.4.1-1.: Udizanje trećeg kontejner prstena na lokaciji Sanmen 1.



Slika 2.4.4.1-2.: Izgradnja Haiyang 2.

2.4.4.2. AES-2006 (MIR.1200) (Atomsstrojexport)

U tijeku je izgradnja dva bloka tipa AES-2006 (MIR.1200) u Rusiji u Nuklearnoj elektrani u Sankt Peterburgu (Sosnovij Bor – *slika 2.4.4.2-1.*), isto se tako izgrađuju dva bloka AES-2006 u Nuklearnoj elektrani u Novovoronježu. U Rusiji s tipom bloka AES-2006 predviđaju značajno proširenje nuklearnog kapaciteta: prema planu do 2020 godine će se izgraditi kapacitet od 20 000 MW_e (17 blokova).



Slika 2.4.4.2-1.: Blok elektrane u izgradnji u Sosnovij Boru

2.4.4.3. ATMEA1 (Areva-Mitsubishi)

Tehnički planovi bloka ATMEA1 su bili izrađeni krajem 2009. godine, nakon toga su počeli sa predradnjama potrebnima za odobravanje. Vjerojatno neće biti problema s odobravanjem bloka i potvrdom o pogodnosti EUR-a, budući da su planovi unaprijed izrađeni prema EUR-u, sa dalekosežnim uvažanjem propisa NRC.

Suradnici zajedničkog poduzeća Areva-MHI imaju velika iskustva u izgradnji, zajednički su do sada izgradili 123 bloka nuklearne elektrane, značajan im je i proizvodni kapacitet, na 12 mjesta širom svijeta sposobni su za izradu nuklearnih uređaja.

2.4.4.4. EPR (Areva)

Sada u Europi u tijeku izgradnja dva EPR bloka: prvi se gradi u Olkiluoto-u u Finskoj [24], a drugi na lokaciji Flamanville u Francuskoj [25]. Blok OL-3 se počeo izgraditi 2005. godine, a izgradnja bloka Flamanville-3 je počela (*slika 2.4.4.4-1.*) ljeta 2006 godine. Predaja blokova u usporedbi s originalnim planom kasni. Areva ima ugovor o izgradnji i dva EPR bloka u Kini (Taishan 1., Taishan 2.), ovi su već isto u izgradnji (*slika 2.4.4.4-2.*) i prema planu ovi će biti priključeni na mrežu 2013. i 2014. godine.



Slika 2.4.4.4-1.: Gradnja Flamanville-3



Slika 2.4.4.4-2.: Radovi gradnje Taishan 1–2.

2.4.4.5. APR1400 (Korean Hydro and Nuclear Power)

Sada u Južnoj Koreji na dvije lokacije (Shin-Kori – *slike 2.4.4.5-1.* i *2.4.4.5-2.* i Shin-Ulchin) grade se ukupno četiri bloka APR1400, Ujedinjeni Arapski Emirati su isto sklopili ugovor krajem 2009 godine sa konzorcijumom vođenim od tvrtke KEPCO iz Južne Koreje.



Slika 2.4.4.5-1.: Rad u zgradi kontejnmenta na bloku Shin-Kori 3.



Slika 2.4.4.5-2.: Građevinski radovi u elektrani Shin-Kori

2.5. Prikaz faze gradnje, opis tehnologije građenja i drugih karakteristika

2.5.1. Prikaz podatak o karakteristikama građenja

Potrebna površina za objekte koji će se izgraditi

Površina predviđene lokacije novih blokova nuklearne elektrane iznosi oko 106 ha, što prema planu zauzima dio veličine od 29,5 hektara od sadašnjeg pogonskog područja nuklearne elektrane u Paksu i 76,3 hektara zauzima od takozvanog područja za pripremu građenja. Smještaj lokacije u Paksu sa označenjem mjesta instalacije novih blokova vidi se na *slici M-2 Priloga.. Tabela 2.5.1-1.* obuhvaća potrebu prostora navedenog među podacima od dobavljača za zgrade, građevine odnosno ostalih objekata pojedinih ispitivanih tipova blokova.

Tabela 2.5.1-1.: Potreba prostora za pojedine tipove blokova

Tip bloka	Karakteristična potreba prostora	Potreba prostora za dva bloka
AP1000	Obuhvatne dimenzije pogonskog prostora pokrivanog od jednog bloka: 250×233 m, što je jednako sa 5,825 ha. Za gradilište računamo na potrebu cijele površine od oko 100 ha. [26]	≈ 12 ha
MIR.1200	Potreba prostora za zgradu jednog bloka je 2,6 ha, zajedno sa priključnim objektima, odnosno obloženim površinama smatramo da je potreba prostora od toga dvostruka. Za potrebu gradilišta računamo i ovdje na cijelu raspoloživu površinu. [27]	≈ 10 ha
ATMEA1	Prema idejnom planu koji stoji na raspolaganju za jedan blok je potrebna površina od oko 12 ha. Za pripremu građenja i ovdje se mora uzeti cijela površina.[28]	≈ 24 ha
EPR	Obuhvatne dimenzije pogonske površine zauzete od jednog bloka: 384×283 m, 10,867 ha po blokovima. Na površinu za pripremu građenja računamo na cijelu površinu od 100 ha. [29]	≈ 22 ha
APR1400	Postavljanje dva bloka zahtijeva površinu od 36 ha. Za pripremu građenja i ovdje računamo na cijelu površinu. [30]	≈ 36 ha

Za vrijeme gradnje na području gradnje i vjerojatno na cijelom području za pripremu gradnje treba računati s oštećenjem i nestankom sadašnjeg bilja i zelene površine. Ekološko značenje toga je ograničeno, naime kako površina gradnje i tako i područje za pripremu gradnje nalazi se unutar sadašnje lokacije, u industrijskoj zoni. Nakon završetka građenja na površini za pripremu gradnje i na pogonskom području treba izvesti „rehabilitaciju” između ugrađenih prostora.

Vremensko trajanje radova građenja

Predviđeno trajanje građenja dano od dobavljača građevinske djelatnosti po tipovima blokova sadrži *tabela 2.5.1-2. táblázat*.

Tabela: 2.5.1-2.: Trajanje gradnje po pojedinim tipovima blokova

Tip Bloka	Dane faze građanja
AP1000	Vrijeme potrebno za pripremu lokacije traje 18 mjeseci. Za izvođenje do završetka proba za puštanje u rad potrebno je 4-5 godina. [26]
MIR.1200	Od izlivanja prvog betona do predaje u rad potrebno je 60 mjeseci. [27]
ATMEA1	Izgradnja jednog bloka od prvog izlivanja betona do stavljanja prvog gorivog elementa manje od 40 mjeseci. Probni rad traje od 8,5 do 10,5 mjeseci. [28]
EPR	Od prvog izlivanja betona do puštanja u rad 62 mjeseci. [29]
APR1400	Trajanje izgradnje dva bloka APR1400 od prvog izlivanja betona do paralelnog uključivanja 58. mjeseci. Vrijeme obuhvaća gradnju, montiranje, puštanje u pogon do poslovne predaje. [30]

Potreba radne snage za gradnju, potreban broj radnika građevinara

Tabela 2.5.1-3 obuhvaća broj radnika koji su potrebni u prosječnom procesu građenja, odnosno broj radnika koji su potrebni u vrhunskom periodu po tipovima blokova na temelju podataka dobivenih od dobavljača [26 – 31]. U fazi izgradnje treba tri radne smjene uzeti u obzir.[32]

Tabela 2.5.1-3.: Broj radnika po tipovima blokova u običnim i u vrhunskim periodima

	AP1000		MIR.1200	EPR		ATMEA1		APR1400
	Pros- jek	Vr- hunac	Maks.	Pros- jek	Vr- hunac	Dana manja vrijednost (vhunac)	Dana veća vrijednost (vrhunac)	Maks. brojno stanje Maks. (mjesečo brojno stanje
Brojno stanje radnika [osoba]	3000	4300	5600	800	2400	6000	7000	1200

Potreba stvarne radne snage kod građenja novih blokova (u vrhunskom periodu građenja je oko 5000–7000 osoba) u velikome ovisi o izabranoj investiciji, jer među pet zamišljenih tehničkih rješenja postoje osnovne razlike što se tiče potrebe radne snage prije građenja i s time povezano.

Za smještaj onih koji sudjeluju u gradnji postoji više mogućih rješenja u Paksu, odnosno u okolnim naseljima. Ukoliko za smještaj broja radnika izgrađuju nove stambene kuće, one se nakon završetka peroda građenja mogu prodati lokalnom stanovništvu ili se mogu koristiti za korisnike elektrane. Postoji mogućnost za kupnju ili iznajmljivanje postojećih kuća i stanova ili mogu se napraviti i privremeni radnički domovi u blizini gradilišta ili u obližnjim naseljima. Prednost toga je da nakon oslobođenja privremene radne snage privremeni stambeni kontejneri se mogu ponovo koristiti, mogu se prebaciti na novo radno područje. [32] [33]

Oprema i radni strojevi

U fazi gradnje istodobno treba računati sa kretanjem više i različitih radnih strojeva kao i teretnjaka koji vrše prijevoz unutar lokacije. Prema dokumentaciji dobavljača tipa bloka APR1400 [30] tijekom radnje potrebno je korištenje sljedećih mehaničkih uređaja i vozila:

1. Dizalica za nošenje velikog tereta (glavni građevinarski radni stroj)

Za ugradnju glavnih uređaja velikih dimenzija i mase elektrane (spremnik reaktora ≈ 530 t, parogenerator ≈ 775 t) potrebno je korištenje dizalice velike nosivosti je od osnovne važnosti. Za referencu tipa bloka APR1400 može se uzeti da su kod gradnje 3-4 bloka elektrane Shin-Kori koristili kran nosivosti 1350 t za pomjeranje glavnih uređaja.

2. Drugi radni strojevi, oprema

- Kod pripremnih radova (uređenje prostora, izgranja temelja itd.) rade tegljači, šleperi, treleri (100 t), grabilice-kašikare (0,2; 1 i 8 m³), greder puta, zbijajući s gumenim točkovima, vibracijski cestni valjak, bušilice tla, dizalica-toranj (50 t), hidraulička dizalica, robot dizalica (200 t), platforme, kiperi (15 és 25 t), dozeri (32 t), mikseri betona, teretnjaci i kompresori.
- Kod radova nadgradnje može se očekivati rad građevinarskih dizalica (5, 10–12 i 20 t), auto-dizalica (90, 200 i 300 t), dizalice za beton (35 i 50 t), hidrauličkih dizalica (35 i 50 t), robot dizalica (100 i 150 t), kamioni sa pumpama (80 m³/sat), pumpe betona, čistača ceste, trelera (25 t), kaminona za prenošenje vode (6000 l), kamiona s platoom (25 t), kompresora zraka (100 i 210 m³/minuta), traktora (10 t), viličara.
- Za vrijeme ugradnje instalacija i ostalih građevinskih radova/montiranja) radit će glavna građevinarska dizalica (1350 t), hidraulične dizalice (30, 50, 100, 150, 300 és 400 t), viličari (7,5 i 10 t), auto-dizalice (140 i 300 t), treleri, električne dizalice (2 t), disel-generatori.

S obzirom na sličnost građevinske djelatnosti, odnosno pojedinih faza, procesa rada koristit će se sa sličnom opremom i radnim strojevima (uglavnom strojevi za zemljane radove, dizalice i

utovarivači, transportna vozila, kranovi itd.) i kod izgradnje ostalih tipova blokova. Broj, parametri i tipovi radnih strojeva međutim može biti različit u slučaju pojedinih varijanti, do njihovog preciziranja će doći u kasnijoj fazi projektiranja, uzimanjem karakteristika specifičnih za lokaciju.

Na mjestu gradnje istodobno radi više radnih strojeva i transportera, kod ocjenjivanja utjecaja uzeli smo 50 strojeva u obzir, kasnije, napredovanjem radova ovaj broj može biti znatno niži.

Specijalne radne faze (polaganje temelja, odvodnjavanje)

Sada radeći reaktorblokovi utemeljuju se izgradnjom plitkog temelja, na međusobno povezanoj monolitnoj osnovnoj ploči u dubini od 6,5 m. Strojarnice se miruju na monolitnom trakastom temelju, ravan dubine temeljenja se nalazi na 7,0 m. Temeljenje grupe turbina je riješeno ili monolitnom osnovnom pločom (plitki temelj) ili dubokim temeljem (stubovi Franki dugi 6-7 m), dubina temelja je 7,5 m. Zgrade, objekti s manjim opterećenjem (postaje dizel generatora, pomoćne zgrade, hladnjače, kuća za kompresore, prolaz i tehnološki mostovi) su izgrađeni plitkim temeljem, monolitnom osnovnom pločom, dubina temelja se varirala između 3 i 7 metara. Maksimalno opterećenje tla ispod glavnih zgrada 700 kN/m^2 ($= 0,7 \text{ MPa}$) velikosti, dok pod objektima manjeg opterećenja $250\text{--}450 \text{ kN/m}^2$ ($0,25\text{--}0,45 \text{ MPa}$).

Prilikom polaganja temelja objekata predviđenih investicija zbog sličnih geotehničkih prilika, mogu doći u obzir slični načini izgradnje temelja. Radovi polaganja temelja reaktorblokova – neovisno o tipu blokova – znače po blokovima iskopavanje i pomeranje više sto tisuća m^3 zemlje.

Točna mjesta i dimenzije građevinskih jama za polaganje temelja još nisu poznati. Opterećenje strojarnica za turbine koje će se izgraditi će vjerojatno biti veće od onih koje sada rade, zbog toga utemeljenje će se riješiti dubokim temeljem.

Ako je razina podzemne vode viša od donje ravni temelja, potrebno je izvesti odvodnjavanje građevinske jame. Dublje iskopavanje građevinske jame vjerojatno je moguće do oko – 7 m bez spuštanja podzemne vode, kod daljnjeg udubljenja građevinskih jama međutim potrebno je spuštanje razine podzemne vode. Najdjelotvorniji način spuštanja razine podzemne vode može biti rešenje s vakum bunarom. Tim rješenjima su se koristili i kod izgradnje postojeća četiri bloka i priključnih zgrada, pri čemu su za odvodnjavanje građevinske jame instalirali dva reda bunara oko građevinske jame prilikom postizanja dubina od –6,8 m i –9,0 m. Najveća dubina građevinske jame na zapadnoj strani gradilišta postizala 12,1 m

Radove odvodnjavanja je svrsishodno i ekonomično vršiti u razdoblju u kojem dominiraju niži vodostaji podzemne vode. Količina vode koja će se odvesti ovisi o vodostaju podzemne vode i vodostaja Dunava kada se vrši građenje. Kvaliteta vode koja nastaje kod odvodnjavanja zahtijeva stalnu kontrolu, pored isušenja nakon staloženja i odvajanja ulja voda koja je bila vađena može se voditi u Dunav.

2.5.2. Načini i volumeni dostave i odvoza povezani sa gradnjom

Za dostavu građevnih materijala, odnosno odvoz iskopane zemlje i otpadaka može doći cesta, željeznica i plovni put u obzir. Za cestovni prijevoz pogodni su regionalni put br. 6. i auco-cesta M6. S auto ceste se sada na gradilište može doći samo dotaknuvši naselje Paks. Prema dokumentaciji Nalogodavca [32] može se pretpostaviti da će se odrediti neposredno od izlaza Paks-Jug sa auto ceste M6 linija – bez dotaknuća grada Paks – do gradilišta.

Prijevoz onih koji rade na gradilištu se može riješiti autoputem, u prvom redu autobusima iz Paks, odnosno iz okolnih naselja. Broj građevinskih radnika može ovisno o tipu bloka i o danoj fazi građenja varirati između 800 i 7000. Pretpostavljajući omjer onih koji dolaze autobusima, odnosno osobnim automobilima 80% / 20%, može se procijeniti da će dnevno stići 16–140 autobusa i 80–700 osobnih automobila

Predviđeno trajanje građevinske djelatnosti će biti – znatno dulje od uobičajenog kod ostalih investicija (5–6 godina). U ovom razdoblju treba računati sa značajnom dostavom i transportom (zemlja, beton, tehnološki uređaji itd.).

Količina zemlje koja se mora pomjerati po dokumentaciji dobavljača tipa bloka MIR.1200 [27] u slučaju izgradnje dva bloka iznosi 4–6 milijuna m³, na osnovu podata dobavljača APR1400 [30] blizu 3 milijuna m³, isto u odnosu na izgradnju dva bloka. Dobavljač bloka EPR ovisno o okolnostima lokaciji naveo je pomjeranje količine zemlje od više sto tisuća m³ u slučaju izgradnje jednog bloka [29]. Dimenzije, izvođenje, odnosno potreba prostora pojedinih varijanti blokova je različit, tako u slučaju izgradnje blokova AP1000 i ATMEA1 količina zemlje koja će se iskopati – uzimajući u obzir podatke dane od ostalih dobavljača – može se procijeniti od više sto tisuća do 4–6 milijuna m³ u slučaju izgradnje dva bloka.

Sa prijevozom može biti pogođen južni rub grada Paks, odnosno područja uz regionalnu cestu br. 6. eventualno zapadni kraj naselja Dunaszentgyörgy, odnosno naselje Csámpa. U interesu smanjivanja smetnje na minimum što je moguće najveći dio građevinskog materijala svrsishono dostaviti plovni putem. Od cestovnog prijevoza povoljniji je i rješenje željeznicom, željezničke veze su dane, međutim svakako ogranak pruge Dunaföldvár–Paks zahtijeva rekonstrukciju. Treba razmisliti o usmjeravanju većeg dijela dostave na plovni put, posebno kada prijevoz modula građevinskih konstrukcija – zbog svojih dimenzija – već odprve jedino tako moguć.

Ukoliko će se prijevoz materijala u potpunosti odvijati u cestovnom prijevozu, polazeći od potrebnih količina materijala procijenjena veličina prometa koji će biti povezan sa dostavom materijala prosječno će biti oko 80 teških vozila, a u vrhunskom razdoblju gradnje oko 130 teških vozila dnevno. Dostava materijala se odvija 12 sati na dan.

2.6. Predviđeni objekti, uređaji, mjere za zaštitu okoliša

U sadašnjoj fazi pripreme izgradnje novih blokova nuklearne elektrane još ne možemo govoriti o konkretnim, već planiranim, objektima i mjerama koji služe ciljevima zaštite okoliša. Na temelju radnih iskustava nuklearne elektrane u pogonu međutim može se navesti brojni objekti i mjere koji će biti osnovni uvjet i za implementaciju novih blokova. Mjere takvog tipa moraju obuhvatiti kao period gradnje tako i rada i dekomisije.

Nuklearna elektrana u normalnom pogonu nema uobičajene (neradioaktivne) emisije koja bi opterećivala kvalitetu zraka. Na onečišćenje zraka treba računati od prijevoza tereta i putnika kao i možda i dalje od probnog rada dizel-generatora, odnosno u slučaju eventualne pogibeljne situacije. Za smanjenje opterećenja se preporuča od vozila i uređaja uporaba najmodernijih kako u periodu građenja tako i za vrijeme rada. Kod prijevoza putnika na novu lokaciju treba dati prednost kako kod građevinskih radova tako i kod funkcioniranja javnom prometu izrađujući promet autobusa sa odgovarajućom gustom linijom i destinacijom.

Gradnja i rad elektrane zahtijeva značajan višak vađenja pitke vode. Postojeće baze vode iz aspekta količine će vjerojatno moći osigurati ovaj višak količine vode. Istodobno zaštitna teritorija baze vode će se proširiti povećanjem potrebe za vodom. Ponovno označenje hidrogeološkog zaštitnog pojasa je potrebno u interesu zaštite vodene baze.

Kod odabira tehnoloških rješenja prednost treba dati rješenjima koja se grade na uštedi i ponovnoj uporabi vode. Na novoj lokaciji sabiranje oborinskih voda, njihovu obradu po potrebi i puštanje u prihvatnuo mjesto treba tako riješiti da to ne prouzrokuje opterećenje površinskih i podzemnih voda.

Povezano sa izgradnjom i radom novih blokova treba računati i na nastanak otpadnih voda. Na najveću količinu komunalnih otpadnih voda treba računati u periodu građenja. Za čišćenje komunalnih otpadnih voda iz tog perioda postojeći uređaj za čišćenje otpadnih voda iz elektrane neće biti dovoljan, zbog toga možda bit će potrebna izgradnja novog modernog uređaja za čišćenje otpadne vode. Prihvatno mjesto novog objekta može biti Dunav. U interesu sačuvanja dobre

kvalitete vode u rijeci prema Okvirnoj smjernici vode (VKI) se preporuča da se instalira najmoderniji objekt.

U predviđenom objektu pored komunalnih otpadnih voda treba računati i na nastanak industrijskih otpadnih voda. Kod ovih treba riješiti prethodnu obradu vode i samo prethodno obrađene vode koje odgovaraju pravnim propisima smiju pustiti u prihvatno mjesto.

Za izgradnju blokova vjerojatno će biti potrebno znatno iskapanje zemlje. Na predviđenoj lokaciji vjerojatno jedan dio toga nije zemljani materijal, nego nasipanje, to jest, krš, inertni otpaci. Treba voditi brigu o njihovoj obradi i neutraliziranju shodno pravnim propisima. Pored specijalnih otpadaka koji za vrijeme gradnje javljaju u velikoj količini, kako za vrijeme gradnje tako i za vrijeme rada nastaju komunalni neopasni industrijski i opasni industrijski otpaci. Njihovu obradu, skladištenje, neutralizaciju treba vršiti shodno pravnih propisima. To znači da će i na novoj lokaciji biti potrebno izgraditi prostor za skladištenje i obradu kao i prostor za sakupljanje. Sakupljanje se vrši selektivno.

Istaknutu pozornost treba posvetiti reciklaži nastalih otpadaka, smanjenju količine otpadaka da se mora deponirati samo minimalna količina otpadaka. Zato već kod odabiranja tehnologija, a kasnije i korištenih materijala treba nastojati iskoristiti tehnologije sa malo otpadaka, i koji su pogodni za reciklažu.

Neminovno je uređivanje parka na novoj lokaciji, ne samo za postavljanje u bolji okoliš, nego i za poboljšanje raspoloženja radnika koji tamo rade. Pored toga preporuča se i na granici nove lokacije sađenje zaštitne šume.

Predviđeni objekti zbog svojih dimenzija neće biti potpuno uklopljivi u krajolik. Zgrade s arhitektonskim rešenjima (dizajn, boja itd) međutim mogu se učiniti harmoničnijima, manje upadljivijima.

Ekološke utjecaje novog objekta – kako radiološke, tako i uobičajene – u periodu rada treba pratiti izgradnjom i držanjem monitoring sustava u pogonu za kontrolu emisije i okoliša. Sustav za kontrolu okoliša stalno treba da daje podatke o promjenama ekološkog stanja koje je povezano sa radom predviđenog bloka elektrane. To pruža mogućnost da se može kontrolirati pouzdanost izgrađenih ekoloških modela, odnosno signala (prognoza), s druge strane – u slučaju eventualnih nepovoljnih utjecaja, nepovoljnih promjena stanja – osigurava mogućnost za brzu intervenciju, za otklanjanje nepovoljnih procesa, čak i za prevenciju.

2.7. Nesigurnost prikazanih podataka

U sadašnjoj fazi pripreme izgrađivanja novih blokova nuklearne elektrane još ne stoje na raspolaganju planovi izvođenja, gradnje, a nije došlo još ni do odabira konkretnog tipa, odnosno dobavljača blokova – od pet mogućih tipova blokova prikazanih u *podpoglavlju 2.4.1.* – koji će se izgraditi. U ovoj dokumentaciji za prethodnu konzultaciju prikazana su tehnička rješenja i podaci su bazirani na prethodnim dokumentacijama, odnosno na publiciranim podacima proizvođača/dobavljača elektrana kao i na referencijskim podacima već ostvarenih sličnih blokova ili blokova u izgradnji.

Napretkom procesa projektiranja, kao rezultata tenderiranja dobavljača u sljedećoj fazi postupka pribavljanja ekološke dozvole ovi podaci će ovdje biti precizirani, glavni podaci o tehnologiji, odnosno podaci o prethodno procijenjenom ekološkom opterećenju se mogu mijenjati samo u neznatnoj mjeri.

3. Prikaz ekoloških utjecaja

Osnovni cilj ispitivanja ekoloških utjecaja je prognoza i kvalifikacija promjena koji nastaju u pojedinim elementima/sustavima okoliša uslijed predviđene djelatnosti na osnovu promjena koji će uslijediti u definitivnim podnositeljima utjecaja. Kod ispitivanja utjecaja najvažnije je praćenje logičkog lanca čimbenik utjecaja → neposredni utjecaji → posredni utjecaji, to jest procesi utjecaja → neposredno i posredno pogođeni, to jest, podnositelji utjecaja → definitivni podnositelji utjecaja. Za obavljanje procjenjivanja utjecaja kao prvo treba odrediti čimbenike utjecaja predviđene djelatnosti i iz njih polazeće potencijalne procese utjecaja. Ovi se zato zovu potencijalnim procesima utjecaja što u ovoj fazi još uzimamo sve procese utjecaja u obzir koji se mogu zamisliti tijekom obavljanja djelatnosti. U kasnijim fazama već u poznavanju prilika na licu mjesta možemo koncentrirati ispitivanja na procese koji se stvarno pojavljuju.

Način određivanja potencijalnih procesa utjecaja je izrada slike procesa utjecaja koja dobro može primjenjivati kod ispitivanja investicijskih utjecaja. Slike procesa utjecaja su načelnog karaktera, što znači da se u poznavanju planova može računati na nastanak ovih ekoloških procesa. Izrada slike procesa utjecaja (*Prilog, slika br. 5*) koja se odnosi na fazu izgrađivanja novih blokova je kod ispitivanja utjecaja uobičajena, dakle prvi stup označava pogođeni ekološki element ili sustav. Drugi stup je za redne brojeve, a u trećem stupu su navedeni mogući čimbenici utjecaja predviđene djelatnosti. Dani čimbenik utjecaja se uvijek pojavljuje kod onog ekološkog elementa na koji utječe neposredno bez transmisije. Jedan čimbenik utjecaja odjednom može utjecati neposredno na više ekoloških elemenata, ali na drugi način, zbog toga se mora navesti kod svih pogođenih ekoloških elemenata. Mogući neposredni utjecaji su navedeni u četvrtom, a posredni utjecaji u petom stupu. Strelice označavaju nastavak utjecaja u smjeru konačnih podnositelja utjecaja. Nastavak može ići preko bezbrojnih faza, većinom sve više smanjujućim, a rijetko pojačavajućim stupnjem korisnosti. Općenito pod natavkom je intenzitet utjecaja utišavajuće tendencije. Konačni podnositelj utjecaja je općenito ekosustav i/ili čovjek. Zadnje spomenuti se na slici pojavljuje posebno u zadnjem stupu budući da utjecaji koji pogađaju okoliš, to jest, promjene koje uslijede u stanju ekoloških elemenata/sustava elementarno se mogu interpretirati i ocjenjivati iz aspekta čovjeka.

Najvažniji čimbenici utjecaja izgradnje i građevinski radovi novih blokova elektrane koji su odlučujući iz ekološkog aspekta su sljedeći:

- građevinski radovi (prašina, ispušni plinovi prijevoznih sredstava i građevinskih strojeva, opterećenje bukom i vibracijama, ometanje, brojno stanje građevinara),
- prijevoz radnika i građevnog materijala na gradilište (prašina, ispušni plinovi prijevoznih sredstava i građevinskih strojeva, opterećenje bukom i vibracijama, ometanje, propadanje stanja puteva),
- trajno i privremeno zauzimanje područja, relativno vrlo prostrana ugradnja (urbanistički utjecaj, promjena konstrukcije tla, promjena količine podzemne vode),
- oblikovanje mjesta nalazišta i eksploatacija sirovine,
- nastajanje otpadaka tijekom građevinskih radova (komunalni, opasni i neopasni industrijski otpaci),
- nastajanje onečišćene i otpadne vode,
- pojavljivanje zgrada na lokaciji i u okolini elektrane.

Način određivanja procesa utjecaja koji se mogu povezivati s radom predviđenih novih blokova se slaže sa navedenima kod faze za izgradnju. Najprije su bili određeni čimbenici utjecaja i polazeći od njih potencijalni procesi utjecaja, s izradom slike o procesu utjecaja. Odlučujućim čimbenicima utjecaja mogu se odrediti sljedeći:

- radioaktivne emisije pri radu (zrask, voda),
- emisija topline u Dunav (izmjena mikroklima),

- promet osoba i kamiona (onečišćenje zraka, opterećenje bukom i vibracijama, ometanje),
- nastajanje radioaktivnih i uobičajenih otpadaka,
- crpjenje vode (socijalna potreba za vodom),
- nastajanje onečišćene vode, havarijsko onečišćenje vode (promjena kvalitete prihvatnika),
- postojanje ugrađenih i obloženih površina (kvantitativna i kvalitativna promjena tla i podzemnih voda),
- postojanje elektrane (krajolik, konstrukcija kraja, urbanistički utjecaj).

Slika procesa (*Prilog, slika M-6*) koja rezimira procese ekoloških utjecaja rada nuklearne elektrane pokazuje najvažnije čimbenike utjecaja koji se mogu povezivati sa postojanjem i radom elektrane, i eventualnim havarijskim događajima kao i njihove neposredne i posredne utjecaje, nadalje i top o procjenama kako ovi mogu doći do krajnjeg podnositelja utjecaja, do čovjeka.

Stanje uoči izgradnje novih blokova nuklearne elektrane kao bazni podatak služi kod prognoza mogućih ekoloških utjecaja. U procesu ispitivanja utjecaja kod prognoze promjene stanja treba ispitivati cijeli životni vijek koji se može realizirati sa prikazivanjem tendencija. Kod temelja upoređivanja rada novih blokova treba uzeti u obzir i višak opterećenja od utjecaja sada radeće elektrane kao sadašnje stanje. Prema mogućnosti treba odvojiti da u kojoj mjeri utječu radeći nuklearni objekti na razvoj osnovnog stanja.

Poglavlje počinje s općim prikazom zemljopisnog okruženja koji iznosi zemljopisno ograničenje krajolika, najsvježije karakteristike prihvatnog okruženja koje stoje na raspolaganju. Nakon toga - razvrstano prema ekološkim elementima/sustavima – prikazujemo utjecaje gradnje, rada novih blokova, zajedničkog rada postojećih i novih blokova (procesi utjecaja vide se na *Prilog, slika M-7*), kao i vjerojatne ekološke utjecaje mogućih pogonskih smetnji i nesreća, odvojeno radiološke i uobičajene utjecaje.

3.1. Opće prikazivanje zemljopisnog okruženja

Krug od oko 30 km oko lokacije koja prihvaća postojeću nuklearnu elektranu i nove blokove nuklearne elektrane je dio makroregije Alföld nagytáj, a unutar toga u prvom redu ravnice Dunamenti síkság i mezoregije Mezőföld középtáj. Unutar ravnice Dunamenti síkság se nalaze tu ravan Solti-sík, Kalocsai-Sárköz i Tolnai-Sárköz, a unutar mezoregije Mezőföld su tu Közép- i Dél-Mezőföld, kao i mikroregija Sárvíz-völgy kistáj. Sam grad Paks se nalazi na sjevernom dijelu mikroregije Dél-Mezőföld kistáj. Mikroregije sa najvećim površinama su dakle sljedeće [34]:

- Kalocsai-Sárköz (se nalazi na području županije Bács-Kiskun- i Tolna, područje iznosi 992 km², ravnica je na razini poplavnog područja sa visinama između 89,4–125,6 mBf⁶ Sjeverni dio je visoko poplavno područje, južni dio je nisko poplavno područje. Visoko poplavno područje uglavnom na sjeveroistoku je raščlanjen slatinastom pljosnatom zemljom, srednji dio rukavcima, s pljosnatom zemljom u niskom poplavnom području. Dugo razvučeno tresetište uz močvaru Vörös-mocsár, u neposrednoj blizini visoke obale a Kecel-Bajai-magaspart je najniži dio mikroregije. Na desnoj obali Dunava djelom živim pijeskom pokriveno visoko poplavno područje (madocsaí terasz) kao široki, ovalni jezik zemlje se diže iznad svoje okoline)
- Tolnai-Sárköz (se nalazi u županiji Tolna i Bács-Kiskun, površina 680 km², ravnica na poplavnom području, sa visinama između 88,1–162 mBf. Područje je opasno od unutrnjih površinskih voda, do regulacije rijeke periodično vodom pokrivene močvaraste površine zauzele su znatna močvarasta područja, njihov ostatak je šuma Gemenci-erdő. Sjeverni dio je suvislo nisko poplavno područje, južni dio je visoko poplavno područje, na kojem se

⁶ Iznad morske razine (Baltičko more).

nalaze terasni otoci, odnosno na zapadnom rubu se nalaze kupe nanosa nagomilanih od potoka koji stižu sa brežuljastog kraja Tolnai-Baranyai-dombvidék.)

- Dél-Mezőföld (nalazi se na području županije Fejér i Tolna, površina 503 km², ravnica s kupama od nanosa pokrivena sa živim pijeskom, odnosno lesom, sa visinama između 90–213 mBf. Prema zapadu i istoku odvaja se s oštrom orografskom⁷ granicom od svoje okoline. Na području mikroregije mogu se razlikovati dvije orografske razine, jedna raščlanjena ravnica prosječne visine od 180–200 m, ovaj tip prstenasto okružuje površina od živog pijeska na blago raščlanjenoj ravnici proječne visine od 150–160 m. Površina je pokrivena na pola vezanim oblicima živog pijeska.)
- Sárvíz-völgy (nalazi se na području županije Fejér i Tolna, površina 344 km², na 89–161 mBf terasasta riječna dolina. Na površini se mogu razlikovati tri karakteristične visinske razine. Dolina Sárvíz völgye je nastala erozijskim-akumulacijskim putem, tako se nastajanje površinskih oblika veže uz njih. Reljefnu sliku ukrašavaju oblici živog pijeska visokih poplavnih područja i bogatstvo erozijskih-derazijskih oblika lesa koji pokriva terasu.)

3.2. Karakteriziranje radioaktiviteta okoliša

3.2.1. Prikaz osnovnog stanja

Neophodan uvjet korištenja nuklearne elektrane je neprekidna kontrola stanja okoliša. Baznom podatku kod prognoze ekoloških utjecaja predviđenih novih blokova se može uzeti stanje prije izgradnje novih blokova nuklearne elektrane, za određivanje toga stajali su na raspolaganju rezultati mjerenja iz prošlih deset godina (2001–2010) i njih rezimirajuća publicirana godišnja izvješća pod naslovom „Sugárvédelmi tevékenység a Paksi Atomerőműben” /Aktivnost u nuklearnoj elektrani Paks za zaštitu od zračenja/ [35]. Pored doznog učinka okolišnog zračenja smo ispitivali i aktivitet različitih ekoloških medija.

Prilikom karakteriziranja ekološkog stanja nastojali smo odrediti i to da u kojoj mjeri utječu nuklearni objekti koji rade u okolini predviđenog novog objekta na promjenu osnovnog stanja. Za ocjenjivanje toga iskoristili smo to da su uoči početka rada prvog bloka nuklearne elektrane Paks bila vođena opširna ispitivanja u cilju ocjenjivanja doznog učinka ekološkog zračenja kao i ocjenjivanja koncentracije radioaktivnih izotopa različitih medija – tzv. osnovne razine. Rezultate smo u interesu lakšeg vrednovanja usporedili i sa državnim podacima Državni kontrolni sustav za zaštitu od ekološkog zračenja Országos Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (OKSER) [36].

Unatoč instrumenta velike osjetljivosti i metodama primijenjenih prilikom mjerenja u brojnim slučajevima smo dobili rezultate samo ispod granice iskaza (kh). Kod vrijednosti ispod granice iskaza je bila zapisana granica iskaza i obrada je bila obavljena s ovom vrijednošću.

Devijacija pojedinih mjerenja se općenito nalazi ispod 10%, međutim od toga bitno veću nesigurnost prouzrokuje uzimanje uzorka u slučaju takvih uzoraka gdje se u mediju uzorka nalazi nehomogenost u značajnoj mjeri. U oblikovanju prosjeka općenito uzevši eliminirali smo izračunavanje devijacije, budući da se prosječne vrijednosti ne mogu u svim slučajevima uzeti za normalno distribuirane [35], istodobno smo naveli minimalne i maksimalne vrijednosti.

⁷ Orografija: dio geomorfologije koji se bavi opisom i klasifikacijom oblika reljefa

3.2.1.1. Dozni učinak ekološkog zračenja

Osnovna razina doznog učinka ekološkog zračenja⁸ je određena na temelju niza podataka mjerenih na telemetarskim postajama između 2001 i 2010 godine. Mjerenja su bila vršena sa dozimetrima pasivnim (ALNOR, odnosno PorTL termoluminescens dozimetarski sustavi) i aktivnim (mjerna sonda tipa BITT RS03/232).

Na temelju mjerenja vršena s pasivnim dozimetrima je učinak prosječne ekološke standardne vrijednosti 76 nSv/h. Tijekom ispitivanog perioda od 10 godina izmjerena najmanja vrijednost u jednom mjesecu bila je 46 nSv/h, a najveća vrijednost 118 nSv/h [35]. Rezultat mjerenja sa sondom BITT pokazuje dobro slaganje s nizom podataka dozimetara TL: učinak prosječne ekološke standardne vrijednosti je 77 nSv/h, minimalna vrijednost mjerena u jednom mjesecu 58 nSv/h, a maksimalna vrijednost 109 nSv/h. Rezultati su u skladu i sa državnim vrijednostima kao i sa vrijednostima 67 ± 8 nGy/h mjerenim u okruženju lokacije od 30 km između 1980 i 1982. na 23 postaja [37]. Kolebanje vrijednosti se može objašnjavati sa tipom tla, količinom prirodnih radioaktivnih izotopa kao i promjenom vremenskih prilika.

3.2.1.2. Rezultat in-situ gamma-spektrometarskih mjerenja

Gama-spektrometrijska ispitivanja na licu mjesta (in-situ) su izvedena prenosivim poluvodičkim detektorskim mjernim instrumentom u okolini postaja telemetra i uzimanja uzorka. Na temelju mjerenja karakterističnih za gornji sloj tla može se izjaviti da u spektrumima osim prirodnih radioaktivnih izotopa (⁴⁰K, odnosno članovi niza urana i torija) da se dobro mjeriti ¹³⁷Cs koji potječe iz atmosferskih nuklearnih eksplozija, odnosno iz ispadanja Černobila. Rezultate mjerenja prošlih deset godina (prosječna vrijednost, minimum i maksimum) prikazuje *tabela 3.2.1.2-1.* [35].

Tabela 3.2.1.2-1.: Radioaktivna koncentracija gornjeg sloja tla u okolini postaja tipa „A” na temelju in-situ gama-spektrometrijskih mjerenja između 2001 i 2010 godine [35]

Koncentracija aktiviteta na temelju in-situ gama-spektrometrijskih mjerenja	Prosjek (min-max) [Bq/kg]
⁴⁰ K	240 (182–348)
¹³⁷ Cs	3,7 (0,49–13,3)
U-serija	17,7 (8,0–31,0)
Th-serija	14,9 (8,4–26,6)

3.2.1.3. Atmosferska koncentracija aktiviteta

Za karakteriziranje atmosferskog radioaktiviteta ispitivanog područja se godišnje vrši analiza oko 500 uzoraka, granica iskaza metode za pojedine izotope nalazi se između 10^{-5} – 10^{-6} Bq/m³.

Na osnovu rezultata uzoraka aerosola i fall-out-a velikog volumena može se izjaviti da koncentracija aktiviteta pojedinih izotopa samo u manje od 1 % uzoraka postigla granicu iskaza, rezultati su slični državnim podacima [36], [38], mjereni izotopi vjerojatno potječu iz globalnog ispadanja.

Koncentracija aktiviteta zraka ¹⁴C je bila određena mjesečnom redovitošću, prosječna vrijednost je 43 mBq/m³.

⁸ Kod mjerenja ekološkog zračenja signal je zbir ekoloških gama-zračenja i kozmičkog zračenja. U studiji smo preuzeli izraz gama-zračenje koji se koristi u izvornom radu, ali naglašavamo da ovo sadrži i signale kozmičkog zračenja. Budući da je ovo zadnje u biti konstantna vrijednost zato kod uspoređivanja ne igra ulogu.

3.2.1.4. *Aktivitet uzoraka tla i trave*

U periodu od 2001 do 2010 godine je redovito bilo skupljanja uzoraka tla, odnosno trave, sadržaj uzoraka ^7Be , ^{40}K , ^{60}Co , $^{110\text{m}}\text{Ag}$, ^{134}Cs , ^{137}Cs , kao i aktivitet torija i urana bili su određeni gama-spektrometrijskim ispitivanjem, pored toga bio je određen i sadržaj uzoraka ^{90}Sr . Podaci pokazuju koncentraciju malog aktiviteta koja je općento karakteristična za pjeskuše i dobro se slažu sa državnim prosjekom [36] i sa vrijednostima temeljne razine mjerenima u osamdesetih godina [39].

3.2.1.5. *Koncentracija radioaktivnih izotopa površinskih voda*

U okolini radećih blokova nuklearne elektrane u Paksu se redovito vadi uzorak vode. Cilj ispitivanja u prvom redu je monitoring radioaktivnih izotopa koji uslijed rada blokova izlaze u okoliš, određivanje opterećenja, a rezultati mjerenja mogu se koristiti i za ocjenjivanje stanja okoliša. Koncentracija ukupnih beta aktiviteta karakterističnih za vodu se varirala između 0,06–0,55 Bq/dm³. Mjerene koncentracije aktiviteta su uglavnom prirodnog podrijetla (skoro polovina mjerenog aktiviteta potječe od izotopa ^{40}K), umjetni izotopi su se mogle iskazati samo nekoliko puta i u maloj koncentraciji aktiviteta (^{137}Cs i ^{60}Co , 10–20 mBq/dm³). Rezultati se uklapaju u područje koncentracije ukupnih beta aktiviteta koji se mogu iksusiti kod prirodnih površinskih voda i u vrijednosti temeljne razine mjerene u početku 1980-ih godina. [39]

Koncentracija tricijeveg aktiviteta uzorka vode godišnje njih 70 uzetih u lokaciji i u njenoj okolini izuzev nekoliko slučajeva bila je ispod 3,5–10 Bq/dm³ u nekim godinama, vrijednosti koje sut o nadvisile spadali su u područje 15–22 Bq/dm³. Mjerene vrijednosti su najviše dva tri puta veće od koncentracije tricijeveg aktiviteta prirodnih površinskih voda [36], i malo ostaju ispod vrijednosti mjerenih tijekom ocjenjivanja temeljne razine u Paksu.

3.2.1.6. *Aktivitet uzoraka mulja iz površinskih porječja*

Iz korita površinskih voda (Dunav, ribnjak i uzgajalište riba) redovito se uzimao uzorak mulja. U uzorcima mulja uzetima iz Dunava osim radionukleida izotopi ^{137}Cs i ^{90}Sr su se mogli iskazati u skoro svim uzorcima. U uzorcima mulja iz ribnjaka se mogao mjeriti izotop ^{137}Cs neznatne količine vjerojatno podrijetlom iz Černobila. U uzorcima mulja prosječna koncentracija aktiviteta ^{90}Sr je 0,3–0,5 Bq/kg, što se uklapa u područje temeljne razine. U nekoliko navrata su u jednoj točki uzorkovanja na Dunavu mjerili izotop ^{131}I umjetnog podrijetla u vrijednosti blizu granice iskaza, zbog toga su izvodili daljnja uzorkovanja i analize. Iz detaljnih ispitivanja može se onečišćenje Dunava zaključiti. Mjereni umjetni radionukleidi se ne mogu povezivati sa radom nuklearne elektrane, njihovo dugo vrijeme prepolovljenja se svodi na Černobil, a kratko vrijeme prepolovljenja ^{131}I pa je vjerojatno medicinskog terapijskog podrijetla.

3.2.1.7. *Koncentracija radioaktivnih izotopa uzoraka riba*

Iz ribnjaka koji se nalaze pored nuklearne elektrane svakog tromjesečja uzimaju uzorak ribe. U periodu između 2001. i 2010. godine ni u jednom uzorku nije bilo radioaktivnog izotopa mjerljive vrijednosti umjetnog podrijetla (granica iskaza: 0,5 Bq/kg), što je u skladu sa činjenicom da ni voda u ribnjacima ni mulj ne sadrži umjetne radioaktivne izotope. U ribama ulovljenim u toku Dunava ispod elektrane mjerene koncentracije umjetnih radionukleida su dosta malene, u većini uzoraka ispod granice iskaza. Najveća koncentracija aktiviteta ^{137}Cs mjerena između 2005 i 2010 je 1,3 Bq/kg, najveća koncentracije aktiviteta ^{90}Sr je bila 0,99 Bq/kg. Ukupni beta aktivitet oko 50–60 Bq/kg, čiji značajni dio potječe od izotopa ^{40}K . [36]

3.2.1.8. *Aktivitet podzemne vode*

Stanje podzemne vode koja se nalazi na području nuklearne elektrane i u njenoj okolini možemo zaključiti iz uzoraka uzetih prije izgradnje nuklearne elektrane s jedne strane i iz ispitivanja nadzornih bunara postavljenih isključivo za praćenje podzemne vode s druge strane. Doduše na lokaciji nuklearne elektrane – u prvom redu u podzemnoj vodi ispod glavne zgrade i pomoćnih zgrada i oko njih – od sredine 1980-ih godina može se iskazati tricij tehnološkog podrijetla, njegov utjecaj se osjeća samo na malom području, njegov utjecaj na novoj lokaciji je zanemarljiv ([40] [41]). Kao rezultat popravki izvršenih do 1998. godine može se opaziti znatno smanjenje koncentracije tricija u bunarima podzemne vode. Na temelju svega toga može se prosuditi da je prestao ulaz vode tehnološkog podrijetla onečišćene tricijem u podzemnu vodu. U slučaju nekoliko bunara koncentracija aktiviteta ^{14}C nadmašuje vrijednost prirodne pozadine što upućuje na podrijetlo iz elektrane, međutim ovo još i od tricija predstavlja znatno manje ekološko opterećenje.

3.2.1.9. *Radioaktivne koncentracije uzoraka mlijeka*

Uzorke mlijeka mjesečno naizmjenično kupuju od mljekarstava u Dunaszentgyörgy i Gerjenu koja se nalaze blizu elektrane prema jugu i ispitivaju se poluvodnim detektorskim gama-spektrometrima. U uzorcima uz granicu iskaza $0,5 \text{ Bq/dm}^3$ ne može se naći radioizoton ni podrijetlom iz Černobila, niti iz nuklearne elektrane. $^{110\text{m}}\text{Ag}$ i ^{137}Cs su se naslazili u svakom slučaju ispod granice iskaza, a koncentracija ^{40}K varira se između 40 Bq/dm^3 i 60 Bq/dm^3 , prosječno iznosi $51,1 \text{ Bq/dm}^3$, što je u skladu s državnim vrijednostima.

3.2.1.10. *Radiološka kontrola okoliša*

Na temelju propisa uredbe Ministarstva za zaštitu okoliša broj 15/2001. (6. VI.) KöM o radioaktivnim emisijama u zrak i u vodu i o njihovoj kontroli tijekom primjene nuklearne energije nuklearna elektrana u Paksu mora kontrolirati razine ekološkog radioaktiviteta koje su u povezanosti emisijama elektrane, podjednako u zraku i u vodi. Sustav mora dati podatke odgovarajuće količine i pouzdanosti koji odgovaraju stanju rada nuklearne elektrane za prosuđivanje ekoloških utjecaja, u danom slučaju za poduzimanje potrebnih mjera. Glavnija područja kontrole su sljedeća:

- mjerenje emisija u atmosferi i vodi u dimnjacima za provjetravanje, odnosno u parku spremnika za skupljanje vode, kao i u odvodnim kanalima,
- mjerenje hidroloških karakteristika Dunava,
- mjerenje radioaktivne koncentracije zraka, ispadanja, tla, podzemne vode i prirodnog biljnog pokrivača (trave) u okolišu,
- mjerenje aktiviteta različitih uzoraka površinskih voda (Dunav i ribnjaci), kanala za sabiranje kišnice (voda, mulj, ribe),
- mjerenje koncentracije aktiviteta pojedinih uzoraka hrane (mlijeko),
- mjerenje doze, učinka doze ekološkog gama-zračenja.

Kontrola se odvija na dvije razine, djelomice telemetarskim sustavima, djelomice uzorkovanjem, laboratorijskim ispitivanjem, gdje se godišnje izvršava analiza oko 4000 uzoraka. Telemetarski sustav daje on-line podatke, općenito sa mjerenjem svih zračenja.

Zadaća postaje za mjerenje u slučaju normalnog pogona potvrditi da iz elektrane nije izašla u atmosferu značajna količina radionukleida. U stanju pogonskih smetnji najvažni im je zadaća da i takvim slučajevim daju podatke o najvažnijim komponentama ekološkog zračenja, ako emisija ne ide preko dimnjaka. Ovi podaci moraju biti pogodne za to da utemeljuju mjere koje treba poduzeti za zaštitu stanovništva koje živi u toj životnoj sredini.

- Oko elektrane u krugu polumjera od 1–1,5 km uređene su 9 postaja za mjerenje i uzorkovanje tipa „A” sa sljedećim važnijim funkcijama:
 - Mjerenje učinka doze gama-zračenja,
 - Mjerenje koncentracije ukupnih beta-aktiviteta aerosola,
 - Mjerenje elementarne ili elementarne i organske faze radiojoda,
 - Uzorkovanje aerosola i joda za mjerenja u laboratoriji.
- Kontrolna postaja (B24) koja je istovjetna sa postajama tipa „A” radi u Dunaföldváru.
- Za bolje pokrivanje područja među postaje tipa „A” instalirali su daljnjih 11 postaja tipa „G” za mjerenje učinka doze gama-zračenja.

Signale telemetarskih detektora dopunjuje laboratorijsko ispitivanje uzoraka uzetih na mjestima emisija kao i na raznim točkama okoliša – na postajama kontrole okoliša i na drugim mjestima. Ova ispitivanja su vrlo osjetljiva i mogu se primjenjivati na sve radionukleide.

Na postajama tipa „A” uzimaju uzorci aerosola i joda, fall-aut-a, tla i trave u cilju vrlo osjetljivih laboratorijskih ispitivanja specifičnih za nukleide. Na pet postaja uzimaju uzorci zraka, tricija (u obliku vodikovog plina (HT) i vodene pare (HTO), CO₂, C_nH_m. Iz površinskih voda oko elektrane (Dunav, ribnjaci, kanal) vrše ispitivanja vode, mulja, i riba specifična za nuklide. Za kontrolu radioaktivnog onečišćenja podzemne vode od bunara pogonskog područja iz 40 bunara vrši se mjerenje ³H, iz 20 bunara pomoću automatski uzimača uzoraka na stupovima za ionsku izmjenu određuju vezane nukleide gama-zračenja i izotop ¹⁴C.

Paralelno sa mjerenjima nuklearne elektrane radi Službeni sustav za kontrolu zaštite od ekološkog zračenja Hatósági Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (HAKSER) pod vodstvom službenih organa i radioloških laboratorija koji vrše kontrolu zaštite od zračenja u okolini elektrane, gdje godišnje vrše analizu oko 2–3000 uzoraka. U okviru službene kontrole pored kontrole emisije u atmosferu i vodeno okruženje obavljali su i laboratorijska ispitivanja na temelju uzorkovansja, pri tome su analizirali uzorke vode i mulja iz Dunava, uzorke tla, bilja kao i mlijeka.

3.2.2. Radiološki učinci rada novih blokova

Proizlazeći iz rada nuklearne elektrane opterećenje stanovništva zračenjem može imati tri glavna izvora:

- Izravno i difuzno vanjsko zračenje iz objekta,
- Atmosferske emisije (vanjsko zračno opterećenje, unutarnje zračno opterećenje udisanjem, kontaminacija tla, utjecaji zemaljskog prehrambenog lanca),
- Tečne emisije (voda za piće, potrošnja ribe, iskorištavanje okruženja Dunava).

Kritična skupina stanovništva (relevantna skupina)⁹ oko objekta je živuća skupina u postojećem naselju koja je uslijed smještaja, sastavu godišta, potrošnje ili drugih osobina (na pr. način života) izložena najvećem opterećenju zračenjem. Za određivanje te skupine korištene su meteorološke, hidrološke, demografske, agrarne, potrošačke i životne karakteristike koje važe za okolinu objekta.. Takva skupina može biti i hipotetična u tom smislu da spajamo pojedinačne osobine različitih skupina u interesu osiguravanja konzervativnih pretpostavki. Računi su obuhvatili – slično analizama važećim za sadašnje blokove – djecu od 1–2 godine i odrasle ljude.

Skladno sa ranijim analizama [42], [43] za slučaj atmosferskih emisija kao i izravnih i difuznih gama i neutron zračenja iz objekta skupinu djece od 1–2 godine starosti u naselju Csámpa možemo uzeti za kritičnu skupnu stanovništva, odnosno za referencijsku osobu. Prema detaljno prikazano

⁹ U prošlim godina u međunarodnim preporukama pojam kritične skupine zamijenio pojam karakteristične (reprezentativne osobe): „...*takva osoba čija je doza karakteristična za jedinku koja je bila najviše izložena zračenju...*”. Budući da čimbenici doza, karakteristike za konzumaciju i način života vjerojatno neće se razlikovati od vrijednosti karakterističnih za kritičnu skupinu uzetu iz do sada primijenjene metode, ovo zapravo u praktičnim računima neće predstavljati promjenu.

analizi u studiji [42] članove ove skupine može pogoditi najveća posljedica doze pod utjecajem emisije objekta koji radi na toj lokaciji. Posljedicama doza tečne emisije najviše izloženom skupinom možemo smatrati odraslo stanovništvo općine Gerjen koja se nalazi pored Dunava. Tijekom analiza u interesu konzervativne procjene su „spojili” grupe iz Csámpe i Gerjena, i uzeli su skup doze za dvije referencijske osobe u obzir.

3.2.2.1. Učinci izravnog i difuznog zračenja

Na osnovu EUR [44] ciljna vrijednost izravnog zračenja za stanovništvo u slučaju nuklearne elektrane je 0,1 mSv/godina (to jest 100 μ Sv/godina), neovisno o učinku bloka/blokova. To se praktički slaže službenim ograničenjem doza¹⁰. Za dozu stanovništva iz izravnog zračenja blokova samo malo podataka stoji na raspolaganju, a i ti su samo znatnim konzervativizmom procenjeni podaci u slučaju pojedinih tipova blokova.

U slučaju bloka AP1000 zračno opterećenje referentne skupine iz izravnog i difuznog zračenja približili vrijednosti 4 μ Sv/godina, to je jako konzervativna gornja procjena.

Kod EPR blokova na osnovu učinka doze danog na udaljenost od 1000 m (0,2 pSv/h) je vanjsko godišnje zračno opterećenje manje od 2 nSv.

Kod bloka APR1400 daju gornju granicu 50 μ Sv/godina na udaljenost od 700 m. To nije izračunat ili izmjeren podatak, tako bi prihvaćanje ovog podatka bio pretjerani konzervativizam za moguće opterećenje zračenjem za najbližu skupinu stanovništva (Csámpa, 1300 m). Korigirajući ove podatka na osnovu podataka koji su dani u ovisnosti udaljenosti od bloka EPR u udaljenosti od 1300 m opterećenje zračenjem bi bio okruglo 0,5 μ Sv/godina vanjsko opterećenje zračenjem.

Vrijednost bloka AP1000 dana na udaljenost od 100 metra – uzimajući i tip bloka APR1400 u obzir – uvijeno se može izjaviti da opterećenje od zračenja domaće najbliže skupine stanovništva (Csámpa, 1300 m) ostaje zacijelo ostaje ispod 4 μ Sv/godina. [42]

3.2.2.2. Procjena vjerojatne radionukleidne emisije novih blokova

Dokument EUR određuje zahtjeve i ciljne vrijednosti za emisije nuklearnih elektrana za slučaj normalnog rada, moguće smetnje i za slučaj nesreće [44]. Prema zahtjevima u slučaju normalnog rada osim tricija godišnja vrijednost tekuće emisije ne može nadmašiti 10 GBq, atmosferska emisija za plemenite plinove može biti ukupno 50 TBq, dok za halogene i aerosole ukupno 1 GBq. Ove vrijednosti se odnose na blokove (električnog) učinka od 1500 MW, ukoliko je učinak bloka ispod 1500 MW, gore navedene vrijednosti su shodno tome srazmjerno niže. Pored toga da ove granične vrijednosti emisije ne smiju prekoračiti, daljnji zahtjev je da one shodno načelu ALARA¹¹ i racionalno moraju biti najniže što je moguće postići.

Podatke o atmosferskim i tekućim emisijama kod normalnog rada sadrži studija [42] koja je izrađena za utemeljenje ograničenja doze kod pojedinih tipova blokova. Među danim tekućim emisijama nisu navedeni radionukleidi kod kojih vrijeme prepolovljenja iznosi sat vremena ili manje, njihova doza naime iz aspekta opterećenja stanovništva od zračenja – uzimajući moguće puteve – zanemarljivo mala.

Podaci emisije mogućih događaja na radu – čija učestalost nadmašuje vrijednost učestalosti 10⁻²/godišnje – po tipovima blokova isto se nalaze u studiji [42]. Emisiju koja nadmašuje normalnu pogonsku razinu smiju prouzrokovati samo mogući događaji na radu koji su povezani sa atmosferskom emisijom, ne može se pretpostaviti mogući događaj na radu koji je povezan sa tečnom emisijom koja nadmašuje normalnu razinu pogona.

¹⁰ Ograničenje doze je moguće pooštrenje iz određenog izvora, doze za osobe po planu i u odnosu na izvor koje se koristi u projektnoj fazi zaštite od zračenja prilikom optimalizacije. Vrijednost određuje Javno zdravstvo ÁNTSZ OTH.

¹¹ „As Low As Reasonably Achievable” to jest tako nisko koliko se racionalno može postići

Kontaminacija površinske vode (u ovom slučaju Dunava) teoretski može uslijediti uslijed mogućih događaja na radu:

- a) izravna kontaminacija površinske vode,
- b) neizravna kontaminacija površinske vode preko podzemne vode,
- c) neizravna kontaminacija površinske vode putem ispadanja iz atmosferske emisije na površini vode iz mogućeg događaja u pogonu, odnosno infiltracijom sa površine tla.

Budući da izvođenje svih tipova blokova uzetih u obzir osigurava da tekuće emisije i tijekom mogućih događaja u pogonu na kontrolirani način, ostvaruju shodno normama, prema dosadašnjim iskustvima se praktički može isključiti da uslijedi izravna, nekontrolirana kontaminacija površinske vode. U opisima mogućih događaja u pogonu tipova blokova se ne može naći upućivanje na kontaminaciju podzemne vode, zato i ovaj put se može isključiti u ovoj fazi projektiranja. Neizravna kontaminacija površinske vode na liniji „ispadanja iz atmosferske emisije na površini vode iz mogućeg događaja u pogonu, odnosno infiltracijom sa površine tla” ne zastupa značajan doprinos naspram atmosferskim komponentama. Na temelju gore navedenih može se utvrditi da se ne može pretpostaviti takav događaj u pogonu kod kojega se ne bi moglo upravljati tečnim emisijama u normalnom sustavu ograničavanja u pogonu.[42]

3.2.2.3. Opterećenje stanovništva zračenjem pod utjecajem novih blokova

Odredili smo opterećenje zračenjem koje potječe od atmosferske i tečne emisije u slučaju normalnog pogona kod pet tipova blokova. Budući da prema međunarodnim i domaćim propisima zaštite od zračenja zahtjev da u slučaju mogućih događaja u pogonu posljedica doze ne smije nadmašiti vrijednost ograničavanja doze, ispitivali smo i emisije mogućih događaja u pogonu.

Doprinos doze emisije smo odredili pomoću međunarodno prihvaćenih modela: račune smo vršili za normalni rad sa programom PCCREAM [45], za slučaj mogućih događaja u pogonu sa programom PCCOSYMA [46].

Pretpostavili smo točku emisije u središtu predviđene lokacije, prilikom određivanja prebivališta relevantne skupine uzeli smo najbližu stambenu kuću okolnoga naselja u obzir.

Visinu emisije smo uzeli shodno tipovima u obzir: u slučaju MIR.1200 i ATMEA1 računali smo sa vrijednošću od 100 m, a u slučaju EPR, AP1000 i APR1400 od 60 m. Za meteorologiju lokacije uzeli smo u 10 godišnji niz podataka u obzir na temelju podataka od 2000 do 2009 godine. A za površinsku hrapavost koja utječe na proširenje računali smo sa vrijednošću koja je karakteristična za poljoprivredna područja. Prilikom računanja uzeli smo u obzir sljedeće puteve iradijacije:

- Vanjsko zračenje iz oblaka i od radionukleida koji su se taložili na tlu,
- Unutarnje opterećenje od udisanja,
- Unutarnje opterećenje od konzumiranja hrane.

Kod vanjske izloženosti zračenju odredili smo ingriranu dozu za 1 godinu, a kod unutarnje izloženosti zračenju vezanu dozu koja potječe iz jedne godišnje ekspozicije (izloženost). Računanje smo izvršili podjednako na djecu od 1 godine i na odrasle. Pretpostavljali smo da 90% od vremena borave unutar zgrade, faktor sjenčanja za dozu iz oblaka 0,2, za dozu iz tla 0,1. Za konzervativno približavanje pretpostavljali smo da stanovništvo konzumira u potpunosti lokalno – to jest u danom sektoru i i danoj udaljenosti – proizvedenu hranu. U slučaju konzumiranja hrane ovisno o životnoj dobi koristili smo se podacima mjerenja iz Županije Tolna koje se odnosi na regiju Bátaapáti, ovi se mogu uzeti valjanima i u okruženju lokacije u Paksu.

Na temelju računanja vršenih za emisije u normalnoj radnoj atmosferi se može utvrditi, da

- vrijednost najveće izloženosti zračenju iz emisija iz normalnog pogona je 2,0 $\mu\text{Sv}/\text{godina}$,
- izloženost zračenju kod djece starosti od godinu dana je za oko 50% veća nego kod odraslih,

- od mjesta stanovanja maksimalnu dozu dobivaju stanovnici u Csámpa,
- meteorološke karakteristike iz 2003. godine rezultiraju maksimalno opterećenje zračenjem.
- Najveće opterećenje zračenjem rezultiraju normalne pogonske atmosferske emisije iz EPR, a najmanje iz bloka ATMEA1.

Kod svakog tipa bloka ista tri radionukleida rezultirala veći doprinos doze od 1%, i u svakom slučaju je ^{14}C bio odlučujući radionukleot, što se više može zahvaliti tome da u nedostatku informacije o kemijskom obliku u računanjima smo na konzervativan način u potpunosti smo pretpostavljali oblik CO_2 [38].

Glede na rute inradijacije odlučujuće je konzumiranje hrane, težina unutarnjeg opterećenja zračenjem iz inhalacije jedva prelazi 1%, doprinos vanjskog opterećenja zračenjem je zanemarljiv.

Tijekom računanja PCCOSYMA za atmosferske emisije mogućih događaja u pogonu pretpostavljali smo kategoriju neutralnog (Pasquill „D”) atmosferskog stabiliteta (brzina vjetera od 5 m/s, suho vrijeme), budući da je u regiji ova je jedna od najkarakterističnih meteoroloških kategorija. Pored toga vršili smo račune i za kategoriju Pasquill „F”. Za vrijeme pretpostavljenog trajanja emisije (0,5 h) smo meteorološke uvjete držali konstantnim, računanja smo vršili za mjesto stanovanja koje se emisiji nalazi najbliže (Csámpa).

Opterećenje zračenjem putem nukleida i inhalacije iz oblaka i taloženih na tlo za godinu dana od mogućeg događaja u pogonu, dok u slučaju konzumiranja hrane uzimanjem ekspozicije računali smo sa vezanom efektivnom dozom. Kod izračunavanja izloženosti zračenju preko prehrambenog lanca nismo računali sa konzumiranjem hrane dovezene iz drugog mjesta. Pretpostavljali smo da se konzumirana hrana proizvodi uz krug površine od oko 5 km^2 simetrično rasprostranjene na danu udaljenost.

Na temelju rezultata se može utvrditi da najveće opterećenje stanovništva zračenjem rezultiraju atmosferske emisije za vrijeme mogućih događaja u pogonu tipa bloka AP1000 (14 $\mu\text{Sv}/\text{godina}$), a najmanje potječe od bloka ATMEA1 (0,71 nSv/godina). U slučaju emisija koja pripadaju mogućim događajima u pogonu više su izloženi odrasli, najveći doprinos doze imaju izotopi ^{134}Cs ^{137}Cs .

Za određivanje opterećenja zračenjem iz tekućih emisija koristili smo se modelom koji se temelji na publikaciji Safety Reports Series 19. Međunarodne agencije za nuklearnu energiju (NAÜ) [47], uzimajući u obzir da se pobočno miješanje emisije u Dunav – i na veliku udaljenost od točke emisije – samo djelom ostvaruje. U računima smo zanemarivali učinak smanjenja koncentracije aktiviteta sedimentacije [47], i računali smo sa sljedećim rutama imisije:

- vanjsko opterećenje zračenjem od kontaminiranih masa vode, od kontaminirane obale kao i od polijevanog tla,
- unutarnje opterećenje zračenjem od pitke vode, konzumiranja ribe, polivanih biljaka, nadalje hrane životinjskog podrijetla kontaminiranih zbog napajanja, odnosno krmljenja polivanim biljkama.

Opterećenja zračenjem u slučaju vanjskog opterećenja zračenjem so integrirali na godinu dana, kod unutarnjeg opterećenja zračenjem smo računali sa vezanom dozom iz ekspozicije na godinu dana, račune smo vršili u slučaju prvog naselja na desnoj obali (Gerjen, 10 km) uzimajući stanovnike stare od godinu dana i odraslo stanovništvo u obzir. Na temelju analiza mogu se donijeti sljedeće konstatacije:

- Kod bloka APR1400 dominantan je doprinos ^{106}Ru , ^{134}Cs i ^{137}Cs , u slučaju ostalih blokova izotop ^3H ili ^{14}C daje najveći doprinos. Osim toga bliskim od 1% ili nešto većim doprinosom od toga raspolažu samo izotopi ^{60}Co , ^{63}Ni , ^{131}I kod pojedinih tipova blokova.
- Slično opterećenju zračenjem iz noemalnih pogonskih atmosferskih emisija odlučujuće je unutarnje opterećenje zračenjem.
- Na temelju nedostatka raspoloživih informacija uspoređivanje kompletnih doza nije realno, ali uz dane parametre tekuće emisije tipa EPR rezultiraju najveće opterećenje stanovništva zračenjem (4,4 $\mu\text{Sv}/\text{godina}$).

Tekuće emisije uslijed nastanka *moгуćih događaja u pogonu* na temelju dosadašnjih iskustava i podataka od dobavljača pretpostavlja se da se može upravljati s njima u sustavu ograničenja u normalnom pogonu.

Na temelju obavljenih ispitivanja u slučaju jednog bloka učinak atmosferskih i tekućih emisija u normalnom pogonu ne nadmašuje vrijednosti od 6 $\mu\text{Sv}/\text{godina}$, čemu uzevši doprinos veličine 4 $\mu\text{Sv}/\text{godina}$ od izravnog i difuznog zaćenja dobivamo vrijednost od 10 $\mu\text{Sv}/\text{godina}$ po blokovima. Ako se pretpostavlja da uz normalne pogoske emisije uslijedi i jedan moguć događaj u pogonu, vrijednost doprinosa doze uz najnezgodnije meteorološke uvjete se povećava za vrijednost od 14 $\mu\text{Sv}/\text{godina}$. Za normalnu pogonsku vrijednost od 10 $\mu\text{Sv}/\text{godina}$ pretpostavljajući nastanak jednog mogućeg događaja u pogonu za jedan blok dobivamo doprinos doze ukupno od 24 $\mu\text{Sv}/\text{godina}$. Shodno tomu kod izgradnje sa dva bloka doprinosu normalnog pogona pretpostavljajući i nastanak po jednog događaja u pogonu rezultat je 48 $\mu\text{Sv}/\text{godina}$

3.2.2.4. Izloženost flore i faune zračenju

U šestom okvirnom programu Europske Unije za potporu istraživanja dobio je svoje mjesti i projekt ERICA (Environmental Risks from Ionising Contaminants: Assessment and Management). Kao rezultat toga pomoću izrađenog programa [48] se može odrediti izloženost žive flore i faune (ekosustava) zračenju u blizini nuklearne elektrane kao i riziko koji se odnosi na posebno veliku vrlo osjetljivu vrstu. Najvažnije konstatacije projekta ERICA:

- Nema bitne razlike u osjetljivosti zračenja za konstantne ekološke emisije u živom svijetu kopnenih, morskih i slatkovodnih ekosustava.
- Za živi svijet ispitanih ekosustava se općenito može primjenjivati jedan kriterij doza. Ako to ne postigne opterećenje zračenjem od ispitanog objekta, onda je ekološki riziko zanemarljiv. [49]

Za biološku dozu (D_b) kojoj je izložena flora i fauna ne može se primjenjivati pojam standardne doze koja se odnosi isključivo na opterećenje ljudi zračenjem. Umjesto toga sadašnja međunarodna praksa – shodno prijedlogu International Commission on Radiological Protection (ICRP)¹² – primjenjuje sljedeće izračunavanje doze:

$$D_b = \sum_R D \times w'_R \quad (3.2.2.4-1)$$

U jednačini (3.2.2.4-1) indeks R označava vrstu zračenja, a w'_R je faktor opasnosti zračenja tipa R . Vrijednost posljednjeg za zračenje α je 10, za blago zračenje β 3, za zračenje β srednje i velike snage iz za zračenje γ je 1.

U okviru programa ERICA izrađena je baza podataka FREDERICA [50], u kojoj su navedene brojne vrste biljaka i životinja, kao i radionukleidi koji prouzrokuju najveću svojevrsnu dozu.

Polazna točka računa je da se za vrste flore i faune definiraju vrijednost [$\mu\text{Gy}/\text{h}$] PNEDR („Predicted No-Effect Dose Rate” = učinak doze koji vjerojatno nema nikakvog utjecaja), a zatim na temelju ovoga se određuje vrijednost EMCL (Environment Media Concentration Limit = vrijednost granične koncentracije ekološkog medija). Vrijednost EMCL može biti različita na radionukleide koji se mogu emitirati u okoliš i na četiri „ekološke elemente” (voda, sediment, tlo, zrak).

Program ERICA je stupnjevite izgradnje, Tri razine (Tier 1, 2 i 3) su uvijek detaljnije i kompliciranije. U sadašnjoj fazi rada – glede na dubinu raspoloživih podataka o objektima – je obavljeno ispitivanje prve razine (Tier 1). Analizu smo izvršili glede na članove kopnene flore i faune koji žive oko ograde, kako na njih djeluje radioaktivitet koji izlazi u zrak.

S implicitnim podacima stvorenih od vrijednosti maksimalne emisije uzetih iz pet ispitivanih tipova reaktora prva razina ERICA programa koja se tretira više kao konzervativna razina je rezultirala

¹² Međunarodna komisiju za zaštitu od zračenja

rizični faktor manji od 1, ova suma i u slučaju pretpostavke dva bloka ostaje sa više reda veličine ispod 1.

3.2.3. Zajednički radiološki učinci nuklearnih objekata koji rade na lokaciji

Kod ocjenjivanja nove ekološke radiološke situacije nastale od puštanja novih blokova u rad, primjenjujući konzervativni pristup trebamo početi od toga da će izvjesno vrijeme zajedno raditi sadašnja četiri bloka VVER-440 sa produljenim radom, nova elektrana sa maksimalno dva bloka kao i privremeno odlagalište istrošenih gorivnih elemenata (KKÁT), tako je potrebno zajedničko ispitivanje nuklearnih objekata koji rade na lokaciji.

Prikaz zajedničkih radioloških ekoloških učinaka nuklearnih objekata koji rade na lokaciji Paks baziramo na elaborate za potkrepljivanje predloženih ograničenja doza za nove blokove i na analize prikazivanih u ranijim poglavljima, na ograničenja određenih doza za objekte u radu i na stvarne plinovite i tekuće emisije.

Ograničenje doza za sada radeće objekte i z predviđene blokove na lokaciji Paks

Javno zdravstvo ÁNTSZ OTH u svom stavu broj OTH 40-6/1998. odredilo je za 1–4. blokove nuklearne elektrane ograničenje doza u vrijednosti od 90 $\mu\text{Sv}/\text{godina}$. Ograničenje doza za nuklearni objekt sa istim zemljopisnim granicama privremeni depo za istrošene šipke Kíégett Kazetták Átmeneti Tárolója (KKÁT) koji je korišten od društva za radioaktivne otpatke (po sadašnjem nazivu: Radioaktív Hulladékot Kezelő Közhasznú Nonprofit Korlátolt Felelősségű Társaság, RHK Kft.) je postalo 10 $\mu\text{Sv}/\text{godina}$ kad bude konačno izgrađen (33 modula) za 16200 istrošenih šipki koji se mogu istovremeno deponirati. Iz tih vrijednosti su izvodili emisijske granične vrijednosti za pojedine objekte i emisijske rute.

Budući da će novi blokovi biti drugog tipa nego što sadašnji, za ove će biti potrebno određivanje posebnog ograničenja doza specifičnog za objekte. Na temelju studije za utemeljenje ograničenja doza predviđenih novih blokova [42] ograničenje doza koji vrijedi za sada radeće blokove (90 $\mu\text{Sv}/\text{godina}$) se može primijeniti za predviđena dva bloka koji s njima slično poslužuju električni učinak.

Iz ograničenja doza treba izvući emisijske granične vrijednosti koje se odnose na radioaktivne tvari. Emisijske granične vrijednosti mora odrediti korisnik dozvole i kalkulacijama potvrditi da u slučaju njihovog pridržavanja članovi kritične skupine (odnosno referencijska osoba) ne dobivaju veću dozu od ograničenja doze. Za ocjenjivanje je potrebno točno poznavanje sljedećih:

- I. Točno mjesto emisije (na pr. dimnjak, kanal itd.), njegovo fizičko i kemijsko stanje
- II. Udaljenost između mjesta boravka referencijske osobe i točke emisije.
- III. Meteorološke, zemljopisne i geološke osobine koji određuju širenje emisije. Svi daljnji „antropomorfni” faktori koji utječu na širenje (na pr. zemljoradnja, korištenje vode itd.).
- IV. Faktori koji utječu na ekspoziciju referencijskih osoba (inhalacijski, progutalački i imerzijski faktori za konvekciju doze, podaci o potrošnji, vrijeme boravka itd.).

Zajednički radiološki učinak novih blokova nuklearne elektrane koji će se implementirati i postojećih objekata na lokaciji Paks

Doprinos novih blokova uzimamo u obzir na temelju rezultata prikazani u *podpoglavljju* 3.2.2.3., emisijske podatke sadašnjih blokova smo preuzeli iz najzadnjeg izvješća zaštite od zračenja u Paksu [35], podatke za privremeni depo KKÁT-0072 iz elaborata sastavljenog za najzadnju reviziju [51]. U zadnje spomenutom su pretpostavili totalnu izgradnju objekta u računanjima i koristili su sa jednim specijalnim tzv. kompozitnim izvorom koji je bio glede razine istrošenja i sastava radioizotopa iz aspekta zaštite od zračenja najnepovoljniji.

Od atmosferske emisije djeca od 1–2 godine koja žive u naselju Csámpa mogu dobivati maksimalnu dozu, vrijednost najvećeg opterećenja zračenjem iz normalne pogonske emisije je 2 $\mu\text{Sv}/\text{godina}$, a emisije mogućih događaja u pogonu mogu rezultirati dozu najviše 14 $\mu\text{Sv}/\text{godina}$. Učinak atmosferske emisije sadašnjih blokova ne nadmašuje vrijednost od 1 $\mu\text{Sv}/\text{godina}$, a učinak privremenog depoa za odlaganje istrošenih šipki KKÁT je i od toga manji. Može se procijeniti da zajenički učinak atmosferske emisije sada radećih i planiranih blokova na lokaciji vrijednost od 33 $\mu\text{Sv}/\text{godina}$.

Skupina najviše izložena posljedicama doze iz tekuće emisije je stanovništvo općine Gerjen, gdje se može od emisije novih blokova može računati za odrasle i djecu od 1–2 godine podjenako sa dozom 4 $\mu\text{Sv}/\text{godina}$. Procijenjena posljedica doza tekuće emisije sadašnjih blokova prema izvješću [35] otprilike. 1 μSv . Za tekuću emisiju maksimalno izgrađenog depoa KKÁT studija [51] je odredila dozu 0,4 $\mu\text{Sv}/\text{godina}$. Ukupna tekuća emisija koja potječe iz rada lokacije referencijskoj osobi dakle može prouzrokovati dozu oko 10 μSv .

U slučaju novih blokova komponentu od izravnog i difuznog zračenja su približili sa vrijednošću od 4 $\mu\text{Sv}/\text{godina}$, kao jako konzervativna gornja procjen. Učinak izravnog i difuznog zračenja sada radećih blokova ne postiže veličinu $\mu\text{Sv}/\text{godina}$. Zbog pomeranje snopova gorivnih elemenata ovaj doprinos doza što se tiče depoa KKÁT prema studiji [51] najviše 5 μSv godišnje. Na temelju navedenih učinak izravnog i difuznog zračenja lokacijskih objekata 13 $\mu\text{Sv}/\text{godina}$.

Sažimajući gore navedene dobijemo da procijenjena vrijednost doze za referencijsku osobu uslijed istodobnog rada šest blokova i depoa KKÁT na lokaciji je 56 $\mu\text{Sv}/\text{godina}$ (tabela 3.2.3-1.). U ovome s obzirom na nove blokove je sa vrlo konzervativnim pretpostavkama računata kao gornja procena učinak zbog atmosferske i tekuće emisije iz normalnog pogona i godišnje jednog mogućeg događaja. Na konzervativizam rezultata upućuje i to da sadašnja emisija u Paksu glede radionukleida koji znače najveći doprinos doza je znatno čak višekratno manja nego što su vrijednosti dane u dokumentacijama dobavljača za nove blokove. Iz toga slijedi i to da vrijednosti dani od projektanata novih novih nuklearnih elektrana ne znače moguće prosječne emisije nego konzervativnu gornju procjenu ciljne vrijednosti. Zapravo i tako dobivene vrijednosti ostaju pod vrijednošću 90 $\mu\text{Sv}/\text{godina}$, kasnije za detaljnije ocjenjivanje bit će potrebno preciziranje dobivenih podataka od dobavljača, od slučaja do slučaja i kritička kontrola.

Tabela 3.2.3-1.: Zajednički radiološki učinci nuklearnih objekata koji rade na lokaciji

Plinovita emisija [$\mu\text{Sv}/\text{godina}$]			Tekuća emisija [$\mu\text{Sv}/\text{godina}$]			Izravno i difuzno zračenje [$\mu\text{Sv}/\text{godina}$]			Ukupno [$\mu\text{Sv}/\text{god}$]
PAE	Novi	KKÁT	PAE	Novi	KKÁT	PAE	Novi	KKÁT	
<1	32	<<1	1	8	<1	<<1	8	5	56

PAE – 1-4 bloka nuklearne elektrane koji rade u Paksu

Novi – predivđeni novi blokovi

KKÁT – Privremeni depo istrošenih šipki

3.2.4. Utjecaji pogonskih smetnji i nezgoda

U slučaju novih blokova nuklearne elektrane 3. svezak Pravila nuklearne sigurnosti (NBSz) koji je prilog Vladine uredbe broj 118/2011. (11. VII) o zahtjevima nuklearne sigurnosti nuklearnih objekata i s time povezanom služebnom djelatnošću na sljedeći način definira pogonska stanja (poslije naziva slijedi skraćenica iz pravilnika NBSz a zatim odgovarajuća EUR skraćenica):

- a) normalno pogonsko stanje = TA1 (normalan pogon) = DBC1 (Design Basis Condition 1),
- b) događaji koji spadaju u osnovu projektiranja:
 - ba) mogući događaji u pogon = TA2 = DBC2,

- bb) pogonske smetnje s malom učestalošću = TA3 = DBC3,
- bc) projektske pogonske smetnje s vrlo malom učestalošću = TA4 = DBC4,
- c) događaji koji nadmašuju osnovu projektiranja = TAK (proširenje osnove projektiranja),
 - ca) pogonske smetnje iznad projektiranja = TAK1 = DEC1 (Design Extension Condition – kategorija kompleksnih procesa),
 - cb) teške nesreće = TAK2 = DEC2 (kategorija teških nesreća).

3.2.4.1. Pogonske smetnje povezane projektiranjem

Na temelju Pravilnika (NBSz) točka 3.2.4.0100. u lučaju novih nuklearnih elektrana doza relevantne skupine stanovništva ne smije nadmašiti kod procesa koji polazi od početnog događaja koji prouzrokuje pogonsko stanje TA3 vrijednost od 1 mSv/događaj, a kod procesa koji polazi od početnog događaja koji poruzorokuje pogosnko stanje TA4 vrijednost od 5 mSv/događaj.

Tip bloka AP1000

Nabranjanje projektnih pogonskih smetnji tipa reaktora AP1000 sadrži dokument [53]. Iako terminologija nešto odstupa od standardnih naziva EUR-a, iz nabranjanja pogonskih smetnji se vidi da navedene kategorije pokrivaju kategorije EUR DBC1–DBC4.

Prema dokumentu [53] elektrana ispunjava uvjete EUR-a, čije ispunjenje smo kontrolirali pomoću procijenjenih vrijednosti. Podatke smo dobili tako što smo ogovarajuće podatke EPR reaktora koji se uzima da raspoláže maksimalnim emisijskim pokazateljima prema dokumnetu [42] sastaljen za utemeljenje ograničenja doza koje se primijenjuje na nove blokove, smo pomnožili količnikom bruto električnih učinaka dva tipa reaktora. Ovaj postupak je konzervativan, dakle daje sigunosnu procjenu što se tiče ispunjenja uvjeta. Prema obavljenim analizama uvjeti se ispunjavaju.

Tip bloka MIR.1200

Projektiranje nuklearne elektrane tipa MIR.1200 je izvedeno prema službenim zahtjevima projektiranja u Rusiji koji u izvjesnoj mjeri odstupaju od kategoriziranja EUR U kategoriji DBC1–DBC2 (TA1–TA2) je slaganje potpuno, razlika se pojavljuje kod pogonskih smetnji, budući da ruska regulacija ne pravi razlike među pogonskim smetnjama različite učestalosti i težine. U slučaju projektnih pogonskih smetnji za dozu čitavog tijela propisuju granicu od 5 mSv za stanovništvo na granici zone zaštite zdravlja što odgovara zahtjevu 5 mSv/događaj koji se odnosi na kategoriju EUR DBC4 (TA4). Sukladnost smo kontrolirali i način prikazan ko AP1000, prema tome MIR odgovara kriterijima..

Tip bloka EPR

Kod projektiranja nuklearne elektrane EPR od EUR-a određene kategorije DBC1–DBC4 su svrstali različita pogonska stanja, tranziente, odnosno pogonske smetnje [56]. Uspoređivanje prikladnosti kriterijima smo obavili i u ovom slučaju, i utvrdili smo da se uvjeti ispunjavaju.

Tip bloka ATMEA1

U slučaju projektnih pogonskih smetnji dokument [57] u tabeli u Attachment 4. sadrži maksimalne doze nastale na zoni zaštite zdravlja.

Tip bloka je projektiran po američkoj regulaciji (US Regulatory Guide 1.183, srpanj 2000.) koji maksimalno propisuje 250 mSv posljedica doza za slučaj pogonskih smetnji. Zahtjevi EUR-a su od toga stroži, zbog toga tijekom dopune dokumentacije dobavljača treba potvrditi ispunjenje ciljnih vrijednosti EUR-a. Prepostavljajući danu emisiju na razini dimnjaka može se utvrditi da se ispunjavaju zahtjevi EUR-a.

Tip bloka APR1400

Izvori podataka koji se odnose na APR1400 su dokumenti [58] és [59]. I projektanti za APR1400 su pošli od američke regulacije 10 CFR, sukladnost kriterijima EUR-a se kasnije može kontrolirati u poznavanju daljnjih podataka. Kriterije smo kontrolirali, na temelju analiza vršenih sa podacima emisije iz dokumentacije dobavljača se kriteriji ispunjavaju.

3.2.4.2. Proširenje baze projektiranja

Događaji koji spadaju u proširenje baze projektiranja se svrstavaju u dvije skupine: kompleksni procesi i teške nesreće. Među prve uvrstavamo procese koji uslijed višekratnih grešaka mogu dovesti do puštanja vrlo značajnih radioaktivnih tvari. Nizovi događaja s izvjesnom neznatnom vjerojatnoćom mogu dovesti do oštećenja zone i izlaska značajnih radioaktivnih tvari, ove zovemo teškim nesrećama. Odabiranje nizova događaja se događa metodama PSA (Probabilistic Safety Assessment – sigurnosna analiza vjerojatnoće).

Članom izvora se mora uzeti emisija iz primarnog kruga usmjerena u kontejnment. Po sekvencijama identificiranim od PSA sa metodom najboljeg približavanja treba definirati referencijski član izvora (Reference Source Term – RST), i to treba primjenjivati za dokazivanje sukladnosti kriterijima emisije. U analizi PSA 2. razine slične sekvence izlaska treba uvrstiti u kategoriju člana izvora. Sekvencijske skupine koje nadmašuju RST treba posebno ispitivati i treba prezentirati da njihova vjerojatnoća neće nadmašiti ciljnu vrijednost 10^{-7} /godina. Povrh toga sumirana vjerojatnoća svih skupina koje su nadmašile emisiju RST ne može biti više od 10^{-6} /godina.

Na temelju EUR-a cilj je da emisija ne nadmaši vrijednost

- koja bi izvan 800 metara opravdavala uvođenje hitnih zaštitnih mjera (evakuaciju)
- koja izvan 3 km opravdavala privremene zaštitne mjere (preseljavanje),
- koja bi izvan 800 metara učinila nužnim kasnije zaštitne mjere (iseljenje),
- koja bi vukla značajne gospodarske posljedice za sobom (zabrane ishrane i krmljenja bi postale najviše prostorno i vremenski ograničeno potrebne).

Tip bloka AP1000

U dokumentaciji [53] izrađenoj za tip bloka AP1000 su u posebnoj analizi prikazivali sukladnost granici teškoj emisiji nesreće kod EUR-a. AP1000 ispunjava kriterije emisije.

Tip bloka MIR.1200

Teške nezgodne emisije MIR.1200 su ispitivali za slučaj teške nesreće taljenja zone uslijed loma voda najvećeg promjera (850 mm) i potpunog ispada napona, to su smatrali „referencijskom teškom nesrećom” [55]. U slučaju tipa MIR.1200 ispunjavaju se kriteriji emisije.

Tip bloka EPR

U slučaju nuklearne elektrane EPR dokument [62] sadrži računanja. Metoda računanja samo djelomice odgovara zahtjevima EUR-a, međutim i na temelju ovih se može utvrditi da blok EPR ispunjava kriterije.

Tip bloka ATMEA1

U odnosu na teške nesreće dokument [57] za teški proces nesreće uslijed ispada napona daje vrijednosti emisije nakon 48 sati od početka nesreće. Na temelju ovih vrlo mali dio zona inventara izlazi van, međutim za ocjenjivanje potrebna je nadopuna dokumentacije dobavljača.

Tip bloka APR1400

U dokumentaciji [59] dane vrijednosti bez posredovanja podataka ne mogu se usporediti s kriterijima EUR-a. Vrijednosti dane u dokumentaciji [58] su manje od kriterija doza EUR-a, ali za potpunu sukladnosti potrebna je dopuna dokumentacije dobavljača.

3.2.4.3. *Pogonske smetnje izvan projektiranja i karakteristike vjerojatnosti teških nesreća*

Za dio sigurnosnih analiza – pored determinističkih analiza – potrebno je izvršiti sigurnosne analize vjerojatnosti. Učestalost oštećenja zone uzimanjem svih početnih događaja i svih stanja pogona (pogon učinka, pogonska stanja zaustavljanja) u obzir mora biti manja od 10^{-5} /godina. Velika izlaz se može zamisliti u slučaju nastupa taljenja zone i oštećenja kontejnment funkcija. Učestalost teške nesreće uzimanjem svih mogućih početnih događaja u obzir mora biti manja od 10^{-6} /godina. Izjednačenost konstrukcije treba potvrditi s tim da ne postoji takav događaj koji bi u mjeri koja nadmašuje učestalost 10^{-7} /godina doprineo sumiranoj učestalosti procesa teških nesreća.

Tip bloka AP1000

Vjerojatnostni opis se temelji na rezultatima analize prikazanim u dokumentu [66]. Vrijednost učestalosti oštećenja zone računajući uzimanjem svih početnih događaja i pogonskog stanja u obzir $5,1 \cdot 10^{-7}$ /godina, što je više nego jednu većinu manja od prihacene granične vrijednosti.

Sumirana učestalost teških nesreća je uzimanjem svih početnih događaja i pogonskog stanja u obzir bitno je manja od 10^{-7} /godina, tako se kriterij ispunjava sa znatnom rezervom.

Tip bloka MIR.1200

Opis vjerojatnosti temelji se na rezultatima analize prikazanim u dokumentu [67]. Računata učestalost oštećenja zone i uzimanjem svih ispitanih početnih događaja i pogonskih stanja u obzir bitno manja od 10^{-7} /godina. To je više nego dvije većine niža prihacene granične vrijednosti.

Sumirana učestalost teških nesreća spada u veličinu 10^{-8} /godina, tako se kriterij ispunjava za znatnom rezervom.

Tip bloka EPR

Opis vjerojatnosti se temelji na rezultatima analize prikazanim u dokumentu [68]. Izračunata učestalost oštećenja zone uzimanjem svih početnih događaja i pogonskih stanja u obzir niža je od 10^{-6} /godina. To je više nego jednu veličinu manja od prihacene granične vrijednosti.

Budući da učestalost procesa oštećenja zone sada u veličinu 10^{-7} /godina, zbog toga kriterij prihvaćanja koji se odnosi na sumiranu učestalost teških nesreća se ispunjava očito sa znatnom rezervom.

Tip bloka ATMEA1

U slučaju ovog tipa bloka opis vjerojatnosti može se izvršiti na temelju prethodne sigurnosne analize [69] koja stoji na raspolaganju za fazu projektiranja (basic design). Raspoloživi rezultati pokazuju da je vrijednost oštećenja zone veličine od 10^{-7} /godina, to jest elektrana sa znatnom rezervom ispunjava prihacenu graničnu vrijednost koja se odnosi na riziko oštećenja zone.

Na temelju analiz vjerojatnosti prve razine se može utvrditi da učestalost teških nesreća spada najviše u veličinu 10^{-7} /godina, tako se ispunjava kriterij prihvaćanja učestalosti teških nesreća.

Tip bloka APR1400

Opis vjerojatnosti se temelji na rezultatima analize prikazanim u dokumentima [58]. Gornja procjena učestalosti oštećenja zone izračunata uzimanjem svih početnih događaja i pogonskih stanja u obzir iznosi $3 \cdot 10^{-6}$ /godina. To je manje od dvije trećine prihacene granične vrijednosti.

Prema rezultatima drugorazinske sigurnosne analize vjerojatnosti sumirana učestalost teških nesreća u obimu sastojaka rizika vrednovano brojčano $2,84 \cdot 10^{-7}$ /godina, to jest kriterij se ispunjava sa znatnom rezervom.

3.3. Kakvoća zraka

3.3.1. Prikaz osnovnog stanja

Kod opisa osnovnog stanja oslanjali smo se na sada raspoložive podatke. Uobičajeno onečišćenje zraka od nove elektrane zapravo u periodu rada osim prijevoza potnika i robe zanemarljivo, zbog mogućeg znatnog opterećenja za vrijeme gradnje opis osnovnog stanja mjerenjima je preporučljiv do radne faze procjene utjecaja.

3.3.1.1. Sadašnje stanje nečistoće zraka

Sadašnje stanje u nedostatku mjerenja može se prikazati sa sljedećim karakteristikama:

- *Svrstavanje po zoni:* Ministarska uredba broj 4/2002. (7. X.) KvVM o određivanju aglomeracija i zona po nečistoći zraka teritoriju države svrstava u zone po aspektu nečistoće zraka. Regija Grada Paks i nuklearne elektrane ne spada među onečišćena područja, zbog toga je svrstana u 10. skupinu, to jest u zonu pod nazivom „Ostala područja države”. Ova kategorija obuhvaća područja države koja su najmanje onečišćena, gdje je onečišćenje svrstano u najniže dvije kategorije (izuzev $PM_{10(BaP)}$ ¹³).
- *Mjerenja onečišćenosti zraka:* Državna mreža za mjerenje onečišćenosti zraka Országos Légszennyezetségi Mérőhálózat (OLM) počevši od 1987. godine manualno mjeri u Paksu opterećenje od slijegajuće prašine. Na temelju podataka iz 2011. godine naselje je iz aspekta onečišćenja svrstano u kategoriju odlično. Najbliža automatska mjerna postaja se nalazi u Dunaújvárosu, gdje je onečišćenje iz aspekta sumpornog dioksida, dušičnih oksida ugljenog monoksida izvrsno, iz aspekta dušičnih dioksida i benzola dobro, a u odnosu na slijegajuću prašinu dovoljno. Tendencije pokazuju poboljšanje.
- *Regionalna pozadinska onečišćenost:* Na temelju podataka mreže za mjerenje pozadinske onečišćenosti vođene od Državne meteorološke službe i mjerenja vršenih na područjima sličnim ispitivanju kakvoća zraka na koju ne utječu lokalni izvori onečišćenja (pozadinsko onečišćenje) u regiji u regionalnim relacijama niski.

3.3.1.2. Izvori onečišćenja okoliša

U regiji elektrane za izvor onečišćenja zraka javljaju se cesta, emisije sa strane stanovništva i industrijske emisije, a i elektrana sama:

- *Emisije iz prometa na cesti:* Lokalni izvor onečišćenja je regionalna cesta broj 6. i dva prilazna puta do elektrane zbog njihovog zantnog prometa osobnih automobila, kamiona i autobusa. Tijekom ekološke autorizacije produljenja radnog vremena nuklearne elektrane [37] smo izračunali učinak onečišćenja zraka regionalnog puta broj 6. Čitav promet u godini 2004. u okolini nuklearne elektrane bio 11059 vozila dnevno. Najgušći promet na regionalnoj cesti broj 6. na udaljenost od 50 metara od osovine puta u prouzrokuje koncentraciju slučaju ugljenog monoksida $850 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kod dušičnog dioksida $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$, što je ispod granične vrijednosti. Promet regionalnog puta broj 6. u godini 2010-ben a 6. zahvljujući auto cesti broj M6 promijenio se na 7279 vozila dnevno, to jest smanjio se za 28%, tako su se smanjila i opterećenja.
- Uz sjeverne i južne prilazne puteve kao i na području elektrane mjerenja su zadnji put vršena 2003. godine, prema kojima koncentracije dišičnog dioksida i ugljenog monoksida nisu znatne, bile su dosta ispod dozvoljenih vrijednosti. Koncentracija lebdeće prašine PM_{10} od slučaja do slučaja u maloj mjeri nadmašila zdravstvenu graničnu vrijednost.

¹³ PM_{10} : lebdeća prašina, tvari sitnozrnaste razdijeljene u zraku (promjera čestica ispod 10 mikrometra)
 $PM_{10(BaP)}$: sadržaj benz(a)-pirena lebdeće prašine.

- *Onečišćenje zraka od stanovništva, uslužbenih djelatnosti i industrije:* Skoro dvije trećine stanova za loženje i proizvodnju topline koristi prirodni plin i jedna trećina daljinsku toplinu iz elektrane. Ova mogućnost se isplati osigurati i kod izgradnje novih blokova. U gradu i u okolici nema industrijskih objekata koji bi prouzrokovali znatnu emisiju.
- *Vlastiti izvori onečišćenja postojeće nuklearne elektrane:* Na području nuklearne elektrane uobičajeno onečišćenje zraka potječe samo od periodičnog rada stacioniranih izvora nužne električne energije. Godine 2006 je izvršeno modeliranje širenja emisija dizel-generatora [37]. Na temelju toga područje učinka je krug polumjera od 590 m oko uređaja. Vrijeme rada i emitiranje nisu otada meritorno promijenili, pretpostavlja se da to odgovara i današnjem stanju. Područje učinka ne zahvaća naseljeno područje.

Prema ranijim mjerenjima vršenim u okolini nuklearne elektrane Paks i procjenama o sadašnjem stanju koncentracija „uobičajenih” (neradioaktivnih) tvari onečišćenja zraka ne smiju prouzrokovati oštećenje zdravlja. Naselja, naseljena područja se od elektrane nalaze na takvu udaljenost da na njima uobičajeni (neradioaktivni) učinak onečišćenja zraka iz nuklearne elektrane ne može doći do izražaja.

3.3.2. Utjecaji gradnje

Uobičajeno opterećenje zraka od predviđenih blokova nuklearne elektrane bit će možda za veličine veće tijekom izgradnje i dekomisije, odnosno razmontiranja nego za vrijeme rada. Kod ispitivanja perioda izgradnje uzeli smo sljedeće polazne podatke u obzir:

- Udaljenost najbližih naseljenih područja od ruba gradilišta iznosi 1100–1300 m.
- Trajanje gradnje bit će duže od uobičajenog, 5–6 godina, značajan je prijevoz u i iz. Prosječan promet teških motornih vozila preme dokumentacije Naručitelja[32] dnevno 80, u vrhunskom periodu 130 kamiona.
- Na gradilištu u pripremnom (vrhunskom) periodu procjenjuje se istodobni rad 50, kasnije 15 radna stroja i vozila za prijevoz.
- Na gradilištu u vrhunskom periodu ovisno o tipu bloka koji će se realizirati radit će 1200–7000 radnika [26 – 31]. Njihov prijevoz na gradilište generirat će znatni promet. 80% radnika će doći gradskim prijevozom, a 20% njih će doći automobilom.

Emisije u okolni zrak su sljedeće:

- Opterećenja *od djelatnosti koja se odvija na gradilištu* se manje ovise o tipu bloka, više od broja, tipa istodobno kretajućih strojeva na gradilištu. Prema našem računanju na gradilištu od rada radnih i prijevoznih strojeva javit će se znatan višak opterećenja. Ovi međutim na područjima koja treba zaštititi uzimajući njihovu udaljenost u obzir ne prouzrokuju znatan višak opterećenja. Ovaj utjecaj u kasnijoj fazi je potrebno precizirati.
- Emisije iz *tehnoloških operacija* (na pr. zavarenje, lemljenje, ljepljenje, izolacija) moguće je da ni u okruženju gradnje neće prouzrokovati iskazivi učinak. Njihova veličini u ovoj fazi ne može se još procijeniti.
- Pretpostavlja se da je najznačajnije onečišćenje zraka je nastajanje prašine. (toksične prašine neće doći u okoliš) Na veličinu ovog znatno utječu vremenske prilike, osobine tla, trenutni sadržaj vlage tla. Za gradnju elektrane potrebno je znatno pomerenje zemlje. Prema našem iskustvu u krugu od 500 metara u okolini građevinskih radova može doći do značajnog opterećenja prašinom. Na naseljenim područjima, uzimajući u obzir njihovu veliku udaljenost (1100–1300 m) u obzir, ni unatoč tome ne može se očekivati značajan višak opterećenja od građevinskih radova, da je opterećenje prašinom da se opterećenje prašinom i u osnovnom stanju nalazi u granične vrijednosti.
- Dopremanje građevinskog materijala, otpremanje zemlje i otpadaka stoji na raspolaganju cestom, željeznicom i plovnim putem. Iz aspekta onečišćenja zraka cestovni promet

kritičan, naime željeznica i brod u jednoj rundi pogodni su za prijevoz robe znatno veće mase. Za cestovni prijevoz su pogodni regionalni put broj 6. i auto-cesta M6. Opterećenja od prijevoza uzimajući u obzir i osnovni prijevoz i višak opterećenja mogu biti značajna u izravnoj okolini ruta prijevoza. Zbog povećanog broja ljudi (broja građevinara) u unutarnjim područjima grada se mogu očekivati povećanje prometa i višak opterećenja. Zbog toga imisije prometa na naseljeno područje u kasnijoj fazi treba precizirati uzimajući korištene rute i njihovo osnovno opterećenje.

Naše procjene u nedostatku detaljnijih podataka se sada temelje na pretpostavkama. Opterećenja građevinskih radova, nastajajuće koncentracije, područje učinka opterećenja prašinom u fazi procjene utjecaja u poznavanju konkretnijih osnovnih podataka moći će se točnije izračunati sa standardnim postupcima.

3.3.3. Utjecaji rad novih blokova

Emisije uobičajene tvari onečišćenja zraka za vreme rada u slučaju nuklearnih elektrana u odnosu na druge elektrane koje koriste druge energente, neznatne. Opterećenja u minimalnoj mjeri potječu od tehnologije, a značajnijoj mjeri od prijevoza:

- *Tehnološke emisije* i u slučaju novih blokova poječu samo iz rada nužnih izvora električne struje i pumpi. Prema dokumentacijama [26 – 31] po blokovima je potrebno 2–4 dizelgeneratora učinka topline od 4–7,5 MW. Vrijeme rada ovih uređaja vjerojatno u slučaju ni jednog tipa bloka neće postići 50 radnih sati godišnje iz točke 2.8.3. priloga broj 7. ministarske uredbe broj 4/2011. (14. I.) VME. Tako za ove ne treba odrediti granične vrijednosti. Izrada osnovnog izješća je međutim obvezna. Emisije kod instaliranih modernih uređaja vjerojatno neće biti veće od sadašnjih dizel motora. Tako područje utjecaja shodno ranijim računanjima može se okarakterizirati sa krugom od 500-600 m oko mjesta emisije. (Ukoliko vrijeme rada nadmašuje 50 radnih sati onda treba pustiti u rad urešaje koji su sposobni držati se graničnih vrijednosti.)
- Emisija sumpornog dioksida dizel generatora koristeći se propisanim plinskim uljem malog sadržaja sumpora vjerojatno će biti neznatne mjere. Relativno veće emisije dušičnog oksida mogu se smanjivati ugradnjom katalizatora. Uzimajući kratko vrijeme rada, visoku točku emisije (dimnjak) i udaljenost stambenog područja koje se mora zaštititi u obzir učinak zbog emisije dizel generator vjerojatno neće biti značajna.
- Pored toga prilikom ponovnog starta nakon zaustavljanja za *održavanje/remont* treba ponovo računati na uobičajeno onečišćenje zraka (na pr. može nastati formaldehid, CO zbog zagrijanja izolacijskih materijala, odnosno emisija amonije kod ponovnog pokretanja iz parogeneratora). Plinovi se ventiliraju, odvode se na visokim dimnjacima. Tehnološke emisije takvog tipa nastaju svake pola godine – dvije godine jedanput, viškovi opterećenja se smanjuju za nekoliko (2-4) dana na minimalnu vrijednost. Zbog visoke točke emisije emitirane tvari onečišćenja samo u maloj mjeri utječu na atmosfersku koncentraciju, područje utjecaja ostaje u užem okruženju. O pomoćnim pogonima (na pr, pogon za bojenje) za sada nemamo informacije.
- U radnoj fazi *prijevoz* putnika je odlučujući aktivni faktor. Broj operativnog osoblja prema dokunemtacijama [26 – 31] bit će od 330 do 1000. Tako Tako će u najgušćem prometu biti potreban broj autobusa od 10 do 30, broj osobnih vozila se očekuje od 70 do 200.. Prema prethodnim računanjima značajno opterećenje od emisija na vrhuncu prometa će biti vjerojatno samo u izravnoj okolini puteva u traci širokoj maksimalno od 25 do 50 m. Unutar ove udaljenosti nalazi se relativno mali broj zgrada za čuvanje (na pr. Csámpa pored regionalnog puta broj 6.).

Tijekom rada predviđene elektrane onečišćenje na izravnom i neizravnom području utjecaja će rasti u maloj mjeri. Proširenje područje utjecaja u poznavanju konkretnih emisija može se odrediti izračunavanjem proširenja.

3.3.4. Zajednički utjecaji nuklearnih objekata koji rade na lokaciji

Unutar područja utjecaja na kakvoću zraka nove nuklearne elektrane se nalazi radeća nuklearna elektrana i privremeni depo istrošenih šipki Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolója. Nakon izgradnje nove elektrane sada radeći blokovi do zaustavljanja između 2032 i 2037 godine na istom području utjecaja će raditi tri industrijska objekta istodobno. Taj period je iz aspekta ekoloških utjecaja kritičan, to jest tada se mogu očekivati najveća opterećenja:

- Sabiranjem emisija *iz tehnologije* ne računamo, naime emisije korištenih dizelgeneratora traju mjesečno nekoliko sati, a održavanja svake pola godine – dvije godine traju nekoliko dana. U slučaju odgovarajuće suradnje elektrana ova djelatnost se može tako rasporediti da odjednom vrše probu dizelgeneratora samo jednog bloka ili puštanje u rad bloka nakon održavanja.
- Sabiranje opterećenja u slučaju *prijevoza* je zapravo nezaobilazno. (Opterećenje se može smanjiti odgodom početka radne smjene starih i novih blokova.) U špici sabirajući promet ovisno o tipu bloka 75–95 autobusa i 550 do 700 osobnih automobila. Sabirana opterećenja se mogu iskazati, vjerojatno značajni, znatnije opterećenje međutim i tako se mogu osjetiti u izravnoj okolini puteva, gdje se povremeno mogu pojaviti emisije koje nadmašuju granične vrijednosti. Područje utjecaja može se procijeniti u traci uz put u širini od 50 do 100 m, unutar toga područja broj onih objekata koji se moraju zaštititi je mali.

3.3.5. Utjecaji pogonskih smetnji i nesreća

Pogonske smetnje i nesreće koje imaju za posljedicu kvarenje kakvoće zraka nastaju zbog nastanka požara, odnosno eksplozije. Procijenjeno područje utjecaja takvih pogonskih smetnji je od 1 do 3 km. Nastankom požara može se računati u sljedećim situacijama:

- Požar od ulja u slučaju kvara uljanog sustava turbine, transformatora, uljanog sustava pomoćnog pogona, prekidača,
- Skladište plinskih boca, kvar plinske boce,
- Unutrnji prijevoz opasne tvari,
- Požar u skladištu opasne tvari i industrijskih otpadaka

Eksplozija može nastati kod spremnika koji se nalaze u pogonu za vodik, odnosno kod dušičnih spremnika. Ovi utjecaji su jednokratni, mogu imati i značajne emisije, ali u slučaju pogodnih mjera na može se pretpostaviti značajni višak opterećenja za stambeno područje.

3.4. Karakteristike regionalne i lokalne klime

3.4.1. Prikaz osnovnog stanja

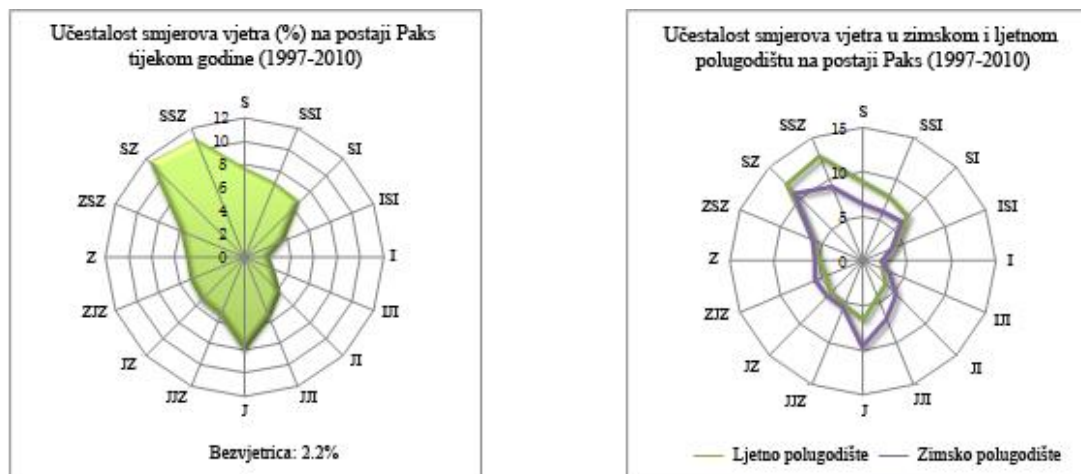
Regionalne i lokalne klima-meteorološke karakteristike lokacije Paks sažimamo na temelju obrade podataka [70] za period od 30 godina što je izvršila Državna meteorološka služba Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSz) za period od 1981. do 2010. godine:

- *Godišnja prosječna srednja temperatura* (1981–2010) na postaji u Paksu nadmašuje godišnji prosjek, 10,7 °C. Najtopliji mjesec u regiji je srpanj, a najhladiji je siječanj. Prosječno godišnje kolebanje topline (razlika između srednje temperature u najtoplijem i najhladšem mjesecu) 21,7 °C.
- Od godine 1951. najsuhija godina je bila godina 1961. (285,9 mm), a najviše oborina je bilo u godini 2010. (990,9 mm). Najviše oborina je bilo u mjesecu lipnju (72,3 mm), zatim slijede dva ljetna mjeseca i svibanj. Drugotni maksimum je u studenom (54 mm). Najsuhiji mjesec je ožujak (31,7 mm), ali općenito ima malo *oborine* i u siječnju i veljači.

- Godišnje prosječno 30 dana padaju oborine u obliku *snijega* i 29 dana postoji suvisli pokrivač snijega. Najviše sniježnih dana je bilo primijetno u godini 1986. i 1996., a najviše dana sniježnim pokrivačem bilo je u godini 1996. Najviše puta snijeg pada u siječnju, ali tijesno za njim slijede veljača i prosinac. Na prvi snijeg se općenito može računati od sredine studenog, a prosječni termin zadnjeg sniježenja je kraj ožujka. Prosječna visina pokrivača snijega je oko 20 cm, najdeblji sloj snijega je 53. cm izmjeren u studenom 1999. godine.
- U regiji Paks godišnje prosječno ima 27 *oluja* što nadmašuje državni prosjek (20–25 oluja). U ispitivanom periodu (1997–2010) maksimalno su zabilježili 36 oluja za vrijeme jedne godine (godine 1998. i 1999.). Sezona oluja traje od travnja do listopada, a glavna sezona je period od svibnja do kolovoza, tada se prosječno može računati na 5–6 oluja mjesečno, a u prošloih godina bilo ih je čak 9–10.
- U sunčanoj svjetlosti najoskudniji je mjesec prosinac sa prosejčnim *sadržajem sunčane svjetlosti* od 53 sata. U mjesecima od svibnja do rujna prosječno su karakteristične mjesečne vrijednosti od 250 sati, srpanj je najvedriji sa blizu 300 sati.
- U regiji Paks godišnji prosječni nadmorski *zračni pritisak* 1017,5 hPa. A unutar godine sličan je državnom prosjeku: najviše vrijednosti su općenito u siječnju (1021,9 hPa), a najniže vrijednosti su u travnju (1014,1 hPa). Prosječni zračni pritisak ljetnog polugodišta je niži od zimskog polugodišta.
- Stvarno *isparavanje* (sa površine tla stvarno ispravajuća količina vode) od studenog do veljače ja najmanje, a od svibnja do kolovoza najviše. Najmanje moguće isparavanje zimi, od proljeća do jeseni moguće isparavanje znatno nadmašuje stvarno isparavanje, budući da tada ne stoji na raspolaganju dovoljna količina vode koja bi se mogla isparavati.
- Od *smjerova vjetra* u godišnjoj relaciji je najčešća struja sjeverozapadna (11,6%) i sjeverna-sjeverozapadna (11%), drugotni maksimum je južni smjer (8,1%) (*slika 3.4.1-1.*). U ljetnom polugodištu dominira sjeverni-sjeverozapadni (12,7%), za njim slijedi sjeverozapadni smjer (12,2%), a zatim sjeverni (8,9%), a južni smjer se potiskuje na četvrto mjesto (6,7%). U zimskom polugodištu dominirajući smjer vjetra je sjeverozapadni (10,8%), na drugo mjesto je naprotiv stupio južni smjer (9,6%), a treći je sjeverni-sjeverozapadni (9,1%).
- Godišnja prosječna brzina vjetra u početku ispitivano perioda od 1997 do 2010. je bila između 1,9–2 m/s, u prošlih godina je bila između 1,6–1,7 m/s (smanjujući trend). Najviše vrijednosti brzine vjetra se mogu opaziti u ožujku i travnju, a najniže od kolovoza do listopada. Bezvjetrica se nađe prosječno u 2,2% godišnje, ali kolebanje među godinama je vrlo veliko. (u 1997., 2002 bilo je 0,3%, a 2007 4,5%.) Na bezvjetricu se može računati sa najvećom vjerojatnošću od kolovoza do listopada, a najrjeđe u periodu od ožujka do travnja. Najčešće puše vjetrovi 1,1–2 m/s, zatim slijedi područje 0,1–1 m/s, pa 2,1–3 m/s. Brzine vjetra između 5,1–6 m/s se pojavljuju u manjem postotku, a iznad 6 m/s vrlo rijetko.

Nuklearna elektrana se od grada Paks nalazi prema jugoistoku, tako opterećenja koja potječu od grada uz česte sjeverozapadne smjerove vjetra dolaze u okolinu elektrane. Iz smjera elektrane isto tako česti jugoistočni vjetrovi nose onečišćenje prema gradu. Emisija se iz elektrane uz najčešće smjerove vjetra širi prema naseljima na drugoj obali Dunava (Dunaszentbenedek, Uszód). Dunav kao hodnik za provjetravanje razblažuje i nosi lokalne emisije.

U slučaju tvari za onečišćenje zraka u okolini nuklearne elektrane je utjecaj grada dominantan. Emisije takvog tipa elektrane su minimalne. Sa regionalnog puta broj 6. vjetrovi zapadne komponente nose emisije prometa prema elektrani. Sjeverni i zapadni vjetrovi turbulentne osobine pridonose razblaživanju onečišćenja, dok laminarni južni vjetrovi kao i periode bez vjetra naklonjeni su kumuliranju nečistoće.



Slika br. 3.4.1-1.: Relativna učestalost smjerova vjetra [%] u Paksu između 1997–2010.

Iz aspekta promjene nečistoće zraka važan faktor je relje područja i biljni pokrivač. Regija između elektrane i grada je ravna, ublažavanje nečistoće, odnosno širenje relje ne sprječava. Tijekom izgradnje nuklearne elektrane zasadili su znatno prostranu zaštitnu šumu, čiji učinak čišćenja i filtriranja doprinosi smanjenju nečistoća od prometa. Učinak onečišćenja regionalnog puta broj 6. šuma zapravo izolira od elektrane.

3.4.2. Utjecaji gradnje

Klimatski utjecaj od gradnje novih blokova nuklearne elektrane potječe samo od tzv. urbanističkog utjecaja¹⁴. Ovo prouzrokuju promjene temperature, sadržaja vlage uslijed povećanja ugrađenih područja. Sada radeća elektrana i priključni objekti za vrijeme izgradnje znatno su izmijenili karakter površine. Ranije poljoprivredne kulture i biološki aktivne površine su bile ugrađene, to je znatno utjecalo na pr. na albedo¹⁵, na odnose isparavanja, na biološki aktivitet.

Zbog odstupanja domaćinstva energije grada i prirodne površine prosječna temperatura je na ugrašenim područjima viša nego na susjednim područjima. Mjera ove razlike je relativno mala možda (samo nekoliko desetina °C). Prema konkretnim mjerenjima u Budimpešti u središtu grada i na periferiji Pestlőrinc odstupanje godišne srednje temperature iznosi 1,2 °C (Szász-Tőkei, 1997.).

Nova elektrana se već ne izgrađuje na površinu poljoprivredne iskorištenosti, ili na neko drugo područje velikog biološkog aktiviteta nego na jedan čačkani travnjak. Prostranjenost područja sa stalnom ili privremenom ugradnjom je nešto veća od 100 ha. Unutar toga umjesto biološki aktivnih površina izgrađuju s jedne strane ugrađenu, s druge strane popločene, a s treće strane industrijsku zelenu površinu, tako se napovoljni gradski utjecaj može donekle kompenzirati. Na isti način može imati kompenzirajući utjecaj zasađanje lokacije zaštitnom šumom koja igra ulogu u smanjivanju ekoloških opterećenja (onečišćenje zraka, buka) i pogodna je za djelomično otkrivanje spektakularnih utjecaja.

Uslijed izgradnje dva nova bloka i priključnih objekata ne treba računati sa značajnim mikroklimatskim utjecajem.

3.4.3. Utjecaji rada novih blokova

Proizlazeći od postojanja i rada nuklearne elektrane treba ispitivati urbanistički utjecaj koji se veže za toplinsko opterećenje iz rashlađivanja svježom vodom i nastaje – od okruženja ugrađenog

¹⁴ Zbog toga se naziva ovo urbanističkim (gradskim) utjecajem, jer najbolje se mogu iskazivati u velikim gradovima.

¹⁵ Albedo je mjerni broj sposobnosti refleksije elektromagnetskih zraka koji stižu na jednu površinu. (Prosječni albedo Zemlje je: 39%, svježa površina snijega: 80–90%, travnjak: 20–30%, šuma: 5–10%.)

područja. Prvi utjecaj je općenito karakteristično kod termoelektrana, a drugi je osobina objekta povezana sa bilo kojom rasprostranjenom ugrađenom površinom.

3.4.3.1. Utjecaji toplinskog opterećenja

Za iskaz mezoklimatskog utjecaja sadašnjeg toplinskog opterećenja prilikom pripreme ekološke autorizacije produljenja vremena rada postojećih blokova od 2002. i 2004. godine bila su vršena mjerenja u odnosu na meteorološke parametre koji se mogu povezati toplinskim opterećenjem. Toplinsko opterećenje nuklearne elektrane se moglo iskazivati izravno pored kanala za toplu vodu. U većini mjerenja razlika vrijednosti temperature mjerene ispod i iznad kanala za toplu vodu ostala ispod 1 °C. Za 200 metara ispod kanala za toplu već se nije mogao utjecaj toplinskog opterećenja jednoznačno iskazati. Veće vrijednosti mjesečne prosječne vrijednosti vlažnosti zraka upoređene sa referencijsko mjernom točkom (1–3%) vjerojatno se dobrim dijelom mogu objašnjavati sa blizinom Dunava. U slučaju od prosjeka hladnije, vedrije, vertikalno stabilnije, odnosno mirne, anticiklonalne situacije razlike su bile nešto značajnije, ali nisu nadmašile 1,5 °C (najviše puta bila je ispod 1 °C), odnosno 5% (najviše puta bila je ispod 3%) u odstupanju vlažnosti zraka.

Rashlađivanje novih blokova bi se odvijala rashlađivanjem sa svježom vodom, u Dunav bi se umjesto uvođenja vode na jednoj točki dogodila na dvije točke. U ovom slučaju prihvatilac toplinskog opterećenja je djelomice izravno Dunav, i djelomice atmosfera. Predaja topline se odvija u prihvatilištu, ali samo do razine pridržavanja ranije utvrđenih granica temperature koje se odnose na Dunav. Količina vode korištena za rashlađivanje svježom vodom umjesto sada korištene količine (100–110 m³/s) saja u slučaju dva nova bloka 1600 MW i $\Delta t = 8$ °C u periodu rada novih blokova (nakon zaustavljanja postojećih blokova) bit će 172 m³/s. Pretpostavljajući linearnu povezanost između količine topline i promjene meteoroloških karakteristika razlika temperature od 1 °C mjerene u okolini kanala za toplu vodu raste na 1,7 °C, a relativna vlažnost zraka sa 1–3%, na 1,7–5,1%. Promjena temperature u okolini kanala za toplu vodu još uvijek nije značajna, ali promjena vlažnosti zraka po našem mišljenju već bi mogla biti iskazana.

3.4.3.2. Urbanistički utjecaj

Urbanistički utjecaj zbog značajnog ugrađivanja u fazi gradnje uslijed rada objekta (kretanje motornih vozila, onečišćenje zraka, emisija topline itd.) se može dalje povećavati. Višak topline može pojačati uvjete nastanka pljusкова, raščlanjenost površine i ravnoteža topline različita od okruženja mogu izmijeniti lokalne odnose strujanja zraka, tako se mijenjaju odnosi isparavanja i vlažnosti zraka. Postoji s time oprečni mehanizam koji smanjuje gradski utjecaj, na pr. povećanje oblaka, veća brzina vjetra. U kompenzaciji može igrati ulogu zaštitna šuma ili indutrijska zelena površina velikog biološkog aktiviteta.

Zbog rada nove elektrane, eventualnog viška topline za nekoliko desetina stupnjeva ne računamo sa značajnom mikroklimatskim utjecajem. U okolini kanala za toplu vodu može biti iskazana povećanje relativnog sadržaja vlage u minimalnoj mjeri.

3.4.4. Zajednički utjecaji nuklearnih objekata koji rade na lokaciji

U slučaju rada dvije lokacije sa rashlađivanjem sa svježom vodom umjesto sadašnje potrebe od 100–110 m³/s bit će potrebno ukupno maksimalno 272 m³/s vode. I ovdje pretpostavljajući linearnu promjenu u okolini kanala za toplu vodu sadašnja razlika temperature sa 1 °C će se povećati na [37] 2,7 °C, a relativna vlažnost zraka sa 1–3% [37] na 2,7–8,1%. Ovo je već značajno glede na oba faktora, promjena se može dobro iskazati.

Ni sa značajnom promjenom urbanističkog utjecaja naspram sadašnjeg stanja tijekom zajedničkog rada svih objekata ne treba računati, naime većinu ugrađenih i popločenih površina ne daju novi nego već postojeći objekti.

3.5. Površinske vode

3.5.1. Prikaz osnovnoga stanja

Neposrednu i širu okolicu nuklearne elektrane u Paksu obilježava rijeka Dunav (*Prilog slika M-8.*). Dotokom svježe vode kroz kanal za hladnu vodu koji se ulijeva kod 1526,6 rkm (riječni kilometar) osigurava se voda potrebna za rashlađivanje nuklearne elektrane. Voda se kroz toplovodni kanal vraća u korito rijeke izazivajući značajni i direktni utjecaj na okoliš, prvenstveno toplinsko opterećenje.

Na desnoj obali slijeva Dunava, 2 km zapadno od lokacije tvrtke, nalazi se potok Csámpa koji se ulijeva u glavni kanal kod Paks-Fadda. Posljednjih je godina potok u Csámpu u većem dijelu godine isušen. Stoga se u glavni kanal Paks-Fadd preko prijenosnog kanala izgrađenog 1996. godine redovito dostavlja voda iz klimauređaja poslovnog centra, a preko njega u mrtvi rukavac Fadd-Tolna-Bogyiszló radi dopunjavanja vode u njemu. Površinske vode na lijevoj obali rijeke Dunav ne spadaju u utjecajnu zonu nuklearne elektrane.

Jezero Kondor, koje se nalazi direktno na jugoistoku od elektrane, ostatak je nekadašnjeg mrtvog rukavca nizine Dunamenti. Na međuteritoriju između jezera Kondor, kanala za toplu vodu i korita Dunava, 1 km od elektrane u pravcu istok – jugoistok, pozajmište građevnih jama pretvoreno je u ribnjake čija površina iznosi 75 ha.

Dopunjavanje vodom jezera Kondor i ribnjaka izvodi se privremeno i to uvođenjem korištenih tehnoloških voda. Dubina ribnjaka je nekoliko metara, a njihove su vode spojene preko sedimenta s rijekom Dunavom. Ranije razvijeni ribnjaci Biritó nastali su usporom potoka Csámpa koji se nalazi 5 km sjeverozapadno od elektrane. Zbog sve češćeg isušivanja potoka jezera su praktički nestala.

Prema Uredbi Kvaliteta i vodozaštitne kategorije površinskih voda 28/2004. (25. XII.) KvVM-a (*Ministry of Rural Development*) 2. prilog, površinske vode u okolini lokacije tvrtke – tretirana trasa Dunava, ostale tekućice i stajaćice – spadaju u općenito zaštićenu kategoriju.

Sukladno Okvirnim direktivama o vodama 2000/60/EZ (Water Framework Directive) u prilogu Vladine Uredbe objavljen je Plan upravljanja slijevom rijeka Mađarske u kojem se izdvajaju 42 planirane podjedinice. Okolica elektrane u Paksu pripada planiranoj podjedinici 1-11 Sió, a nalazi se istočno na njezinu rubu. ODV propisuje postizanje ciljnog stanja u okolišu do 2015. godine, međutim zbog nerazmjernih gospodarstvenih tereta i financijskih problema dobro stanje u okolišu treba postići samo do 2021. godine.

Opće karakteristike tretirane trase Dunava

Na trasi između Dunaföldvára i državne granice na jugu na tekućici od 127 km nalaze se 32 varijabilne krivine. Prosječna širina korita srednje vode je od 400 do 600 m. Pad rijeke do Fajsza je od 6 do 8 cm/km, a ispod njega od 4 do 5 cm/km. Rijeku na obje strane prate – osim visokih obala na desnoj strani između Dunaföldvára i Bölske, Paksa i Dunaszekcsőa te Bára – nasipi za obranu od poplava. Kod elektrane (1527 rkm) širina korita srednje vode je 430 m, a korito poplavnih voda iznosi od 1,1 do 1,2 km.

Prema izrađenom Regulacijskom planu iz 1970. godine tekućica između Dunaföldvára i južne državne granice može se smatrati djelomično reguliranom. Reguliranjem srednjih voda stabilizirano je glavno korito. Međutim, stopa rasta brzine sužavanjem, pad rasta zbog skraćivanja uzrokuju povećavanje prijevoznoga kapaciteta sedimenta rijeke, što rezultira produbljenjem korita. Za zaustavljanje procesa sniženja razine vode u zadnjih 20 godina grade se niže i modificirane regulacijske građevine.

Na sjeveru, od mjesta crpilišta vode elektrane neposredno iznad grada Paksa, rijeka Dunav velikom zakrivljenošću mijenja svoj pravac sa zapada prema jugu. Zbog toga se matica rijeke zamahom pomiče prema desnoj obali. Stoga se linija obale pokraj grada i ispod njega, tj. konkavni dio obale brani kamenim oblogom protiv bočne erozije. U okvirima stabilizacije korita srednje vode na

konveksnom dijelu obale između 1530 i 1533 rkm na svakih 600–750 m izgrađena su pera (regulacijske građevine).

Kod 1526 rkm matica rijeke nalazi se u blizini lijeve obale. Ispod toplovodnoga odvodnog kanala elektrane, gdje se inundacija desne obale postepeno proširuje, u blizini desne obale nalazi se otprilike 2 km dug sprud. Taj je za plovību nepovoljan dio već prije nekoliko desetljeća bio reguliran perima (regulacijskim građevinama) da na taj način omoguće kontinuiranu nadopunu prirodnog zaljeva.

Na desnoj strani obale izgrađena je obaloutvrda, dok su istovremeno na drugoj strani obale kod Uszóda otprilike na svakih 400 m izgrađena kratka pera. Time je i lijeva linija obale u potpunosti stabilizirana.

Hidrološki režim rijeke Dunav

Protok Dunava ovisi prvenstveno o topljenju snijega i oborinskim vodama u Alpama. Njegove su poplave karakteristične za rano proljeće kada započinje otapanje snijega, odnosno usko se vezuju uz maksimalne padaline te uz topljenje ledenjaka preko ljeta. Trajna malovodna razdoblja javljaju se između studenoga i veljače.

Bez značajnijih pritoka i sporednih rukavaca protok Dunava od Dunaújvárosa do Mohacsa jedva se mijenja. Najmanji izmjereni protok između 1960. i 1989. bio je $780 \text{ m}^3/\text{s}$, prosječni dnevni protok dugi niz godina je $2350 \text{ m}^3/\text{s}$, a najviši dnevni protok je $8870 \text{ m}^3/\text{s}$.

U profilu elektrane na 1527,0 rkm razina vode može se okarakterizirati na bazi mjerne postaje (1531,3 rkm) kod Paksa, koja je u pogonu od 1. siječnja 1868. godine. Visina mjerila nulte točke je 85,38 mBf. Od samog početka zapažanja najniža izmjerena razina vode bila je (LKV) –58 cm (84,80 mBf, 3. prosinca 2011.). Najveće bezledno stanje registrirano je 19. lipnja 1965. godine (LNV) +872 cm (94,10 mBf). Najveća ledena razina vode (LNV) nastala je 27. veljače 1876. godine s +1006 cm višim vodostajem (95,44 mBf). Apsolutna godišnja nivelacija razine vode ovisi prvenstveno o kulminacijskoj razini poplava: razina poplava je obično od 6 do 7 m, a pod ekstremnim uvjetima hidrološki režim može dosegnuti i 9 m.

Posljednjih se deset godina čestotnost ekstremnih malih i velikih voda povećala. Između 2003. i 2009. godine svake je godine došlo do –17 cm nižega vodostaja (85,21 mBf). Istovremeno 2002., 2006. i 2010. godine razina poplavnog vala približila se blizini LNV-a koja je bila između +836 i +861 cm (93,74 mBf – različita ili nadmašujuća) razina poplavnog vala.

Mjerna stanica u Paksu ujedno je i mjerodavni mjerac poplava. Prema modifikacijama iz 2010. godine Uredbe o poplavama i suvišnim vodama na slijevu 10/1997. (17. VII.) KHVM-a, na desnoj obali Dunava, stupanj pripravnosti obrane od poplava na trasi Siótorok–Paks treba odrediti prema vodomjernoj letvi u Paksu. Trenutačno važeća pripravnost obrane od poplava III. stupnja na desnoj obali prelazi granicu do sada najvećega bezlednoga stanja razine vode. Istodobno preko puta elektrane, u slučaju lijevog nasipa na obrambenu trasu Uszó–Solt Uredbom se propisuje daleko niža pripravnost obrane od poplava. Sve te činjenice dobro ilustriraju različite razine rizičnosti od poplava.

Prema Uredbi 11/2010. (28. IV.) KvVM-a o mjerodavnim poplavnim vodostajima rijeka visinu obrambenih objekata od poplava na ovom dijelu Dunava treba označiti na taj način da budu viši za 1,0 m od visine koja je određena odredbom u prilogu. Na profil od 1527,0 rkm nuklearne elektrane odnosi se trenutačno mjerodavni poplavni vodostaj 94,05 mBf.

U profilu elektrane (na 1527,0 rkm) razine voda se – u razdoblju poplava i opadanja vodostaja prema različitim odnosima pada prema propisima – prema očitanoj razini na mjernoj stanici nalaze niže od 0,3 do 0,6 m.

Na lokaciji tvrtki nuklearne elektrane razina razvijenog zasipavanja je 97,00 mBf. To je za 3,0 m viša razina od mjerodavnih poplavnih vodostaja, otprilike za 1,4 m viša od prije 10 000 godina povratnog razdoblja (0,01% računana pojavna vjerojatnost) poplava bezlednoga stanja, a također je

za 96,60 mBf viša od visine krune nego u profilu elektrane i na poplavnom nasipu na lijevoj obali Dunava.

Za siguran pogon elektrane u Paksu neophodno je osiguravanje hlađenja svježom vodom. Pri planiranju elektrane uzeti su u obzir najmanji vodostaji rijeke +27 cm (85,65 mBf) izmjereni na mjernoj stanici u Paksu, a na profil elektrane uspostavljena je razina od 85,24 mBf malih voda. Prema tomu na usisnu razinu pumpe za rashladne vode propisano je minimalnih 84,74 mBf. Međutim, već pri prvoj elektrani u pogonu u jesen 1983. godine vodostaj je bio za 27 cm niži od ranijeg LKV-a kod vodomjera u Paksu, što je uzrokovalo vodostaj od 84,77 mBf kod slijeva hladnovodnog kanala.

Tadašnje su analize dokazale da do potonuća malih voda dovodi prekomjerna eksploatacija šljunka u koritu Dunava za građevne svrhe, što je potom zabranjeno.

Rezultat presijecanja korita malih voda je da su protoci malih voda posljednjih 25 godina na sve nižoj razini vode [71], [72].

Potrebna rashladna voda za hlađenje osigurava se iz Dunava na 1526,6 rkm kroz kanal za hladnu vodu. Nadležna su tijela dozvolila količinu crpljenja svježe vode od trenutačno 98 m³/s (2,5 milijardi m³/godinu). Godišnja količina efektivno iskorištene svježe vode između 1997. i 2008. godine bila je između 2,1 i 2,4 milijardi m³. Iscrpljena svježa voda iznosi od 4 do 4,5% srednjega protoka Dunava, te 14%, odnosno 700 m³/s najmanjega prosječnoga srednjega dunavskoga protoka. Skoro se cijelu količina iskorištene vode za hlađenje ispod točke crpilišta vode, na nekih 450 m, kroz toplovodni odvodni kanal i kroz građevinu za disipaciju energije odvodi u Dunav. Voda koju iskorištava elektrana ne pridonosi značajnijim količinskim promjenama, ali odvodnja iskorištene vode za hlađenje ima veliki utjecaj na odnose strujanja i korita, na kvalitetu vode Dunava, na temperaturu vode te također na vodenu ekologiju.

Odnosi strujanja i stanje korita Dunava

U okolini pakške nuklearne elektrane više se puta izvršilo detaljno hidrometrijalno¹⁶ ispitivanje. Prvi put 1967. godine [73], te 1983. s protokom od 2900 m³/s i pri uporabi vode potrebne za rashlađivanje nuklearne elektrane od 55 m³/s. 2003. godine pak s protokom od 1600 m³/s i pri uporabi vode potrebne za rashlađivanje nuklearne elektrane od 110 m³/s nominalne vrijednosti. U domeni srednjih voda utjecaj buktnje (struje) tople vode na prostor strujanja je bio manji, matica rijeke još i pri 1525,0 rkm je bila na desnoj strani. Pri nižem protoku zahvaljujući usmjeravajućem utjecaju brane matica se rijeke pri 1525,0 rkm već premješta na lijevo dijelo korita.

U okolini elektrane prosječna je dubina korita Dunava ispod malog vodostaja 4 metra, a u matici rijeke oko 5–6 metara. Sastavni dio materijal korita uglavnom je šljunasti pijesak i pješčani šljunak.

U bližoj okolini elektrane opće dubljenje korita je stalo, i može karakterizirati kao relativno stabilno. Međutim, zbog znatnog smanjivanja nadoknade koturajućeg nanosa, dotični dio Dunava je nedostatan, i zbog toga sadašnji krhki se položaj lako može poremetiti.

Ispod ušća kanala tople vode zbog povećane brzine vode i turbulencije je došlo do znatnog (po)dubljenja korita (*grafička ilustracija M-9.u privitku/prilogu*). Istovremeno, visina rubnog spruda pokraj desne obale (Uszódi-zátony) se povećala, na njegovoj površini se ustaljilo trajno bilje, te iznad šljunkastog pijeska počelo je sleganje/taloženje poklopnog sedimenta finog zrna koje je nastalo zahvaljujući poplavi. Također s dubljenjem korita malih voda se može objasniti da zadnjih 5 godina između 1525,6–1526,1 rkm, uzduž lijeve obale počeo je nastati i tanki, dugi rubni sprud/greben.

¹⁶ Hidrometrija: grana znanosti koja se zanima mjerenjem karakteristika rijeka i stajaćih voda, koje su u tehničkom smislu važne (na primjer brzina strujanja)

Kvaliteta vode u Dunavu

Zahvaljujući strožoj zakonskoj regulativi, kao rezultat znatnog smanjenja opterećenja industrijskim i komunalnim otpadnim vodama kvaliteta vode u Dunavu u posljednjim desetljećima se kontinuirano poboljšava. U grafikonu *M-10*. u Prilogu prikazuju se kronološke promjene u odnosu na 90%-nu godišnju trajnost vrijednosti nekoliko karakterističnih parametara kvalitete vode izmjerenih na punktovima matične mreže za kvalitetu vode između Dunaföldvár-a i Hercegszántó-a. Očito je da u razdoblju između 1979. i 2004. kronološke promjene su mnogo značajnije nego promjena koncentracije ispitanih parametara u odnosu na smjer toka vode.

Voda u Dunavu u području grada Paks-a, u odnosu na protok kisika i sadržaja organskih tvari prema standardu MSZ 12749:1994 trenutačno je po kvaliteti svrstana u kategoriju I.-II. (izvrsna-dobra), u odnosu na sadržaj hranjivih tvari za biljke pak u kategoriju II.-III. (dobra-podnošljiva). U odnosu na organske i anorganske mikro-zagađivače, prema koncentraciji anionaktivnih detergenata i toksičnih metala voda je po kvaliteti trenutačno svrstana u I-II., u odnosu na fenole u II.-III. razred, a prema nafti i njezinim derivatima – unatoč značajnom poboljšanju – u IV. razred.

Na lokacijama uzorkovanja nizvodno od nuklearne elektrane (Fajsz, Baja, Mohács, Hercegszántó) kvaliteta vode općenito nije lošija nego uzvodno (Dunaföldvár). Dakle, uslijed ispusta otpadnih voda nuklearne elektrane kvaliteta vode u Dunavu značajnije se ne mijenja.

Ispitivanje kakvoće vode i sustava upravljanja vodama u kompleksu nuklearne elektrane u Paks-u obavlja se od 1983. godine [74]. Provjera kvalitete vode u Dunavu obavlja se u sklopu monitoringa na licu mjesta kod kanala za dotok hladne vode na riječnom kilometru 1527,0, odnosno na riječnom kilometru 1526,0 nizvodno od ušća kanala s toplom vodom.

Ova uzorkovanja su potvrdila ispravnost zaključaka koji su doneseni na osnovu ispitivanja vode u mjernim postajama matične mreže: utjecaj voda korištenih u nuklearnoj elektrani – na uzdužnom profilu Dunava – može se u prvom redu detektirati u pogledu komponenata koji obilježavaju temperaturu vode, pokazatelje protoka kisika, pojedine mikro-zagađivače, naftne derivate te komunalne otpadne vode. Međutim, prosječne vrijednosti onečišćenja vode u Dunavu premašene su tek u maloj mjeri.

Godišnje se u neuklearnoj elektrani stvara 240–280 tisuća m³ komunalnih otpadnih voda. Elektrana ima uređaj za pročišćavanje otpadnih voda na bazi aktivnog mulja totalne oksidacije čiji je kapacitet 1870 m³/dan (657 tisuća m³/godina). Očišćena otpadna voda se cjevovodom odvodi u kanal tople vode u segmentu iznad uređaja za razbijanje energije gdje se, nakon što je pomiješana s korištenom rashladnom vodom, više tisućitostruko razrijeđena vraća u Dunav.

Voda iz Dunava ne koristi se samo kao rashladna voda, već i kao komplementarna tehnička voda. Godišnje se u nuklearnoj elektrani, uz primjenu tehnologije izmjene iona, proizvodi cca. 1 milijun m³ desalinizirane vode. Tijekom procesa stvara se 140–160 tisuću m³ kiselih i lužnatih tehničkih otpadnih voda čija neutralizacija i taloženje provodi se u taložnicima od 10000 m³ koji se nalaze u području između kanala s hladnom i toplom vodom. Redovitu kontrolu kakvoće i ispušta vode provodi tvrtka i organi uprave. Odvodnja se vrši preko kolektora za očišćene komunalne otpadne vode s priključkom na kanal za toplu vodu iznad uređaja za razbijanje energije.

Promjena temperature vode Dunava

Za mjerenje temperature dunavske vode najbliže mjesto gdje redovito obavljaju provjeru temperature je vodomjerni profil kod pristaništa grada Paks, kod 1531,1-og riječnog kilometra.

U godinama prije izgradnje nuklearne elektrane najviša temperatura vode bila je 25,5 °C (8. kolovoza 1971.). Tijekom redovitog rada elektrane, 2006. godine izmjerena je najviša temperatura - 26,7 °C, prije toga (ljeti godine 1994. i 2003.) 25,9 °C. Godišnja oscilacija temperature vode Dunava u periodu od 1990 do 2009 pokazuje se u *prilogu na grafikonu M-11*.

Tijekom uporabe nuklearne energije, prema 10§ (1) 15/2001. (6. VI.) odluke Ministarstva za zaštitu okoliša, razlika u temperaturi (DT) između ispuštane vode koja se koristi u nuklearnoj elektrani i vode Dunava kojom se ta voda miješa, ne smije biti veća od 11 °C, odnosno, ako je voda recipijenta

hladnija od +4 °C, onda razlika ne smije biti veća od 14 °C. Temperatura primajuće vode ne smije prekoračiti 30 °C u segmentu rijeke na 500 m izmjereno duž toka od mjesta ispuštanja (T_{\max}).

Sustav monitoringa nuklearne elektrane u Paksu svakog sata mjeri temperaturu vode u kanalima za hlađenje. Filtrirana voda iz tih kanala prolazeći kroz tehnološke sustave vraća se u rijeku toplija za 7–9 °C (u zimskim mjesecima 11–12 °C) od temperature Dunava.

Ispitivanje trajnosti i vjerojatnosti zajedničkih pojavljivanja temperature vode i pritjecaja, pokazalo je da trebamo računati s dviju uzornih situacija: najvišom vodenom temperaturom ljeti i najmanjim pritjecajem u jesen. Ljeti kada temperatura Dunava prekorači 24 °C u prvom redu potrebno je držati se gornje granice (T_{\max}) dopuštene temperature. Najkritičnija su malovodna razdoblja ljeti koja nastaju zbog trajnog suhog i toplog vremena. U tim vremenskim periodima nuklearna elektrana intervenira radi očuvanja kvalitete vode, osiguravajući održavanje temperaturnih granica. U jesen-zimskom razdoblju kada zbog niskog protjecaja raste relativno opterećenje rijeke toplinom, prije svega je potrebno pripaziti na ograničenje glede temperaturne ljestvice (DT).

Za provjeru promiješanosti zagrijane rashladne i dunavske vode između 1983. i 2005. je obavljeno šest termovizijskih mjerenja [75] (*Prilog slika M-12*). Prema snimkama, neovisno o pritjecanju i temperaturi vode Dunava, na segmentu rijeke ispod utoka dugom 1–2 km toplinski mlaz je relativno homogen i, osim turbulencije zbog ulijevanja u rijeku, jedva ima promiješanja. Toplinski mlaz se spušta uz desnu obalu i dopijeva i na vodena područja između sprudova. Promiješanje toplinskog toka u glavlini se odvija u dužini 4–5 km od ulijevanja u rijeku, a na 10 km udaljenosti prema površinskoj temperaturi vode ne može se detektirati. Za istragu podvodnog promiješanja i temperaturnih razlika u dubini, na segmentu Dunava između 1527–1499. riječnog kilometra, u 8 sektora su izvršena mjerenja o raspodjeli temperature prema dubini [76]. Prema mjerenjima kod mosta u Szekszárd-u, dakle 27 km udaljeno od utoka, u cijelom dubinskom presjeku Dunava voda je toplija za 1,1–1,3 °C nego na lijevoj obali. Međutim, to u odnosu na krajnje "snositelje utjecaja" nije relevantna razlika (pojedini vrste vodene flore i faune).

Na području rijeke pogođenom toplinskim tokom povišena temperatura vode lokalno ubrzava razgradnju organskih tvari što prouzrokuje povećavanje potrošnje kisika. Posljedicom dotoka tople vode je povećanje ukupne biomase u ovom dijelu Dunava (za razliku od gornjih segmenata). Područje ispod utoka dugačko nekoliko kilometara jedno je od vrstama najbogatijih područja u regiji. Zbog povišene temperature gustoća ribljih populacija – pogotovo u zimskim mjesecima - prekorači prosječnu vrijednost. U cjelini se može zaključiti da vodokemijske i hidrobiološke posljedice uvoda tople vode odgovaraju regulatornim zahtjevima i nije bilo slučaja u prekoračenju granica kvalitete vode.

Proces promiješanja zagrijane rashladne vode je provjereno numeričkim modelima [77]. Na temelju mjernih rezultata su izrađeni prijedlozi za razvoj monitoringa i kontrole elektrane. Ocjenjivane su moguće posljedice promjene klime uz analizu potencijalnih klimatskih efekta do 2050. godine. Potvrđeno je da na referencijalnom segmentu 500 m ispod uvoda temperatura vode je, godišnje najviše 2 do 5 dana, iznad 24–25 °C što se smatra kritičnim u pogledu pridržavanja propisa zaštite okoliša. Prema predviđenom scenariju promjene klime očekuje se da će trajanje kritičnih situacija trostruko porasti, na 8 do 16 dana, no ima tu još mnogo neizvjesnih čimbenika.

3.5.2. Utjecaji gradnje

Tijekom podizanja i gradnje novih blokova – uz utjecaj funkcionalnih blokova vrsila su se ispitivanja u pogledu neposrednih i posrednih utjecaja na dodatno opterećenje površinskih vodnih tijela: osiguranje tehnološke i rashladne vode, upravljanje vodom i odvodnja; upravljanje otpadnom komunalnom vodom i odvodnja; upravljanje vodom nastale tijekom radova za postavljanje temelja, odvodnja; upravljanje otpadnom i drugom onečišćenom vodom, odvodnja; površinsko onečišćenje nastalo uslijed zahvata izvedenih na koritu i obali Dunava te emisijom čestica praha.

3.5.2.1. Crpljenje vode namijenjene za uporabne i tehnološke svrhe

Potrebe za tehnološkom vodom

Potrebe za tehnološkom vodom se zadovoljavaju crpljenjem vode iz Dunava. Za pretpostaviti je da će tijekom probnog rada biti potrebna velika količina deionizirane vode koja će se osigurati iz pogona za dodatnu vodu koji će se izgraditi uz nove blokove. Točni podaci o potrebi za vodom tijekom pojedinih faza izgradnje još nisu poznati. Podaci o količinama vode koje su dobavljači raznih tipova blokova dali na raspolaganje variraju između 400 m³/dan i 1300 m³/dan, vrijednost prosječne potrebe za vodom iznosi 1000 m³/dan [27 – 30].

Osiguranje protupožarne vode

Voda u protupožarne svrhe, a tako će biti i tijekom funkcioniranja novih blokova, osigurava se crpljenjem vode iz Dunava, iz crpnih stanica na obali. Iznos maksimalne potrebe se procjenjuje na 47l/s, prosječna mjesečna potreba 1000 m³/mjesec [26], [27].

3.5.2.2. Ispust otpadnih voda

Opterećenje koje nastaje tijekom odvodnje vode korištene prilikom postupaka čišćenja nakon gradnje pogodit će rijeku Dunav. Limitne vrijednosti emisije onečišćujućih tvari koje se određuju prema prilogu br. 2.o graničnim vrijednostima emisije onečišćujućih tvari kroz kategorije o zaštiti kvalitete vode, a odnose se na neposredno uvođenje onečišćenih voda u recipijente, potrebno je uvažavati i u slučaju novih blokova.

Drenaža u niskogradnji

Zbog kvalitete vode nastale prilikom drenaže građevnih jama, zbog visoke količine taložnih tvari u njoj, i što je eventualno onečišćena uljnim tvarima, potrebna je kontinuirana kontrola. Osim mogućnosti retenciranja, voda se nakon tretiranja po potrebi, taloženja, odvajanja ulja može odvoditi u Dunav, pod uvjetom da se udovolji graničnim vrijednostima propisanim u prilogu 2. Uredbe 28/2004. (25. XII.) KvVM. Štetni učinci se mogu ograničiti na vrijeme izvršenja radova, te se uz primjerenu pozornost, uz pridržavanje graničnih vrijednosti emisije tvari mogu još i smanjiti.

Oborinske vode

U svrhu odvodnje oborina s područja za pripremu gradilišta nove nuklearne elektrane, odnosno s područja postojećeg pogona te u svrhu odvodnje snježnih otopina tijekom izgradnje postavljen je sustav odvodnje i upravljanja oborinskim vodama. Recipijent skupljenih voda – nakon odvajanja ulja – mogao bi biti kanal za hladnu i toplu vodu. Na početku izvođenja radova – bez razlike na tipove blokova – potrebno je stvoriti privremeni sustav odvodnje oborinskih voda, koji bi se, uz napredovanje radova, prema potrebama mogao unaprijediti. Oborinske vode, posebice u fazi izgradnje, mogu sadržati naplavine, ulje i onečišćene tvari iz zraka, stoga je prije ispuštanja u recipijent potrebno osigurati primjerenu kontrolu i tretman.

Onečišćene komunalne vode

Stvaranje novih blokova iziskuje znatnu količinu radne snage, povećavši time količinu komunalnih onečišćenih voda, stoga je prije početka radova potrebno izgraditi novi uređaj za pročišćavanje onečišćenih voda s područja gradilišta. Recipijent očišćenih otpadnih voda preko kanala tople vode je Dunav [78]. U raznim fazama izgradnje broj radnika može znatno varirati. Na osnovu podataka dobavljača može varirati između 1200 i 7000 osoba. Računajući s 140 l/dan/osoba dnevna količina ispuštene komunalne otpadne vode bi mogla biti 168–980 m³/dan [26 – 30]. Uz uvažavanje graničnih vrijednosti ispušt otpadnih voda ne dovodi do znatne promjene kvalitete vode recipijenta Dunava, utjecaj se osjeća nizvodno 5 kilometara.

3.5.2.3. *Drugi učinci*

Nuklearna elektrana ima riječno pristanište na kanalu za hladnu vodu. Izgradnjom privremenog pristaništa na Dunavu mogao bi se smanjiti utjecaj cestovnog prijevoza. Kako bi se osigurala opskrba novih blokova rashladnom vodom, napajanja visećeg kanala, koji je dio dvostupanjskog rashladnog sustava s primjenom svježe vode, planira se provoditi izgradnjom crpne stanice na obali Dunava. Izvođenje radova na izgradnji precrpne stanice neće utjecati na kakvoću vode, na hidrodinamičke prilike u Dunavu. Radovi izgradnje povremeno će imati neposredan utjecaj na obalu i korito Dunava, zbog izmijenjenih okolnosti strujanja bit će potrebna detaljna istraživanja morfoloških karakteristika i kakvoće vode.

3.5.2.4. *Neposredni učinci onečišćenja*

Potrebno je vršiti istraživanje tvari iz zraka taloženih na površini vode koje se javljaju posredna posljedica. Emisija čestica praha se može minimalizirati ovlaživanjem područja u sušnom razdoblju, privremenim popločavanjem glavnih prilaznih cesta (zaštita od prašine), minimaliziranjem emisije prašnih čestica s transportnih vozila, primjerice ovlaživanjem ili prekrivanjem. U vrijeme planiranja, izvođenja radova, funkcioniranja i napuštanja treba se pridržavati propisa Uredbe o zaštiti zraka 306/2010. (23. XII.).

U svrhu otklanjanja onečišćenja tla, podzemnih i površinskih voda derivatima nafte važan je odabir adekvatnih radnih strojeva i njihovo kontinuirano održavanje. Potrebno je postaviti servisnu radionicu za popravak/održavanje radnih strojeva, stanicu za punjenje, spremnike, skladište ulja (u bačvama). U slučaju ovih postrojenja posebice je važno da kapanje i curenje bude minimalizirano.

3.5.3. Učinci nastali za vrijeme funkcioniranja novih blokova

3.5.3.1. *Osiguranje rashladne vode*

Prilikom pregled mogućnosti rashlađenja [21] za vrijeme primjenjivanja hlađenja svježom vodom računali su s podacima naznačenima u tabeli 2.4.2-1. u poglavlju. Uređaj crpne pumpe koje pripada dunavskom dvostupanjskom crpljenju vode kanal s hladnom vodom opskrbljuje s 132–172 m³/s količinom vode. Lokalni i dugoročan predmet analize je pitanje utjecaja crpne stanice na omjere brzine Dunava, na brodni promet, odnosno na morfološke odnose, naime crpljenje vode se vrši u blizini na desnoobalno stisnutog protoka. Nastala potreba vodom u slučaju funkcioniranja novih blokova je od prilike 25% od prosjeka najmanjeg pritjecaja Dunava, a u slučaju srednjeg pritjecaja 7,5%. Područje utjecaja crpljenja rashladne vode je područje između dunavskih kanala za hladnu i kanala za toplu vodu.

3.5.3.2. *Crpljenje ostalih voda namijenje u tehnološke svrhe*

Prema informacijama dobavljača prilikom normalnog funkcioniranja prosječna potreba deionizirane vode je 430 m³/dan, maksimalno 3000 m³/dan. Vrijednosti očekujuće potrebe za netretiranom vodom su: minimalno 315 m³/dan a maksimalno 4000 m³/dan [26], [28], [29], [30].

Prilikom funkcioniranja novih blokova vode za požar se osigura iz crpne stanice s obalnim filtriranjem. Maksimalna potreba za vodom je 20–47 l/s, prosjek godišnjih potreba procjenjuje se oko 3000 m³/godina. [26], [27], [29].

3.5.3.3. *Ispuštanje pročišćene otpadne vode*

Prilikom funkcioniranja elektrane stvara se otpadna voda kod sljedećih procesa: tretiranje vode, omekšivanje vode, upuhavanje proizvođača pare, čišćenje sustava za upravljanje kondenzata; zagađenost s uljem (i predobrađen), ostale tehnološke otpadne vode, odnosno ispuštanje komunalne otpadne vode.

Osim očišćenih otpadnih voda treba računati i s korištenim vodama koje ne iziskuju pročišćavanje. Otpadne vode za pročišćavanje treba sakupiti i već za vrijeme izgradnje može se isputiti u Dunav samo nakon očišćenja graničnim vrijednostima naznačenim prema uredbi s već postojećim pročišćavačem otpadnih voda. Kvaliteta ispuštene otpadne vode treba odgovarati graničnim vrijednostima koje određuje uredba o ispuštanju tvari zagađenja vode 28/2004. (25. XII.) KvVM Ministarstva zaštite okoliša.

Komunalna otpadna voda

Prilikom izgradnje postrojenja se stvara velika količina otpadnih voda što se u fazi puštanja u pogon znatno smanjuje. U prosjeku procjena količine je između 50 m³/dan i 160 m³/dan i 100 m³/dan.

Ispuštanje drugih otpadnih voda

Pored komunalne otpadne vode prilikom tretiranja vode (ispuštanja taložnog bazena, regeneriranjem deionizirane vode, odnosno ispiranje filtera), prilikom čišćenja zgrada, hala, odnosno drugih tehnoloških procesa stvara se i druga otpadna voda. S uljem zagađene otpadne vode mogu se uvesti u kanalizacijski sustav poslovnog prostora samo preko hvatača ulja i mulja.

Odvođenje padalinskih voda

Iako padalinske vode naročito u fazi gradnje mogu sadržati nanos, ulje i iz zraka istaložene zagađujuće tvari i u pogonskoj fazi treba osigurati prije uvođenja u sredstvo za primanje odgovarajuću provjeru i tretman. Kod izgradnje sustava za odvodnju padalinskih voda treba se pobrinuti za ugradnju filtra za ulje, odnosno za ugradnju akumulacijskih bazena za padalinske vode da i u slučaju intenzivne padaline se može zadržati sakupljena količina.

Nadoknađivanje vode jezera Kondor i jezera za pecanje se vrši povremenim uvođenjem korištene tehnološke vode nuklearne elektrane. Tijekom pogona novih blokova to se može i dalje osigurati prema dopuni br. 2. odredbe KvVM (Ministarstvo zaštite okoliša i voda) 28/2004. (25. XII.) o prema područnim kategorijama za zaštitu kvalitete vode određenim graničnim vrijednostima emisijskih faktora što se odnosi na neposredno uvođenje otpadnih voda u sredstvo za primanje.

Dunavsko utjecajno područje padalinskih i drugih otpadnih voda koje nastaju iz emisije otpadnih voda ostaje unutar 5 km. U budućnosti se istražuje modelom za izmiješanje je li dolazi do promjene razine kvalitete vode odnosno koje je veličine njezino utjecajno područje.

3.5.3.4. *Ispuštanje zagrijane vode za hlađenje*

Zagrijana voda u rashladnom sustavu sa svježom vodom odvođena nazad u Dunav svoju toplinu neposredno predaje riječnoj vodi. Za vrijeme zajedničkog pogona starih i novih blokova nuklearne elektrane za intenzivno izmiješanje zagrijane vode služi nova dionica toplovodnog kanala, tj. uvođenje tople vode na dva mjesta.

Korištenje dunavske vode za vodu za hlađenje prema danas važećim propisima pokazuje ograničenje sa strane odvođenja vode za hlađenje nazad i njegovog opterećenja topline. Smjerodavci su Uredba Vlade 220/2004. (21. VII.) o pravilima zaštite kvalitete površinskih voda i Uredba KvVM 28/2004. (25. XII.) o graničnim vrijednostima emisije onečišćujućih tvari vode i pojedinim pravilima njihove uporabe. Danas toplinsko opterećenje nuklearne elektrane u Paksu

određuje Uredba KöM (Ministarstvo zaštite okoliša) 15/2001. (6. VI.) o ispuštanju radioaktivnih tvari u zrak i vodu tijekom uporabe nuklearne energije i njegovom provjeravanju. Ova uredba propisuje (a) razliku u temperaturi ispuštene vode i vode koja prima – što MVM Paksi Atomerómű Zrt. i danas monitorira – i (b) granicu maksimalne 30 °C temperature u 500 m dugoj dionici u smjeru toka od emisijske točke. [79]

U slučaju visoke temperature Dunava potrebne su dopunske tehničke mjere (umiješanje hladne vode, smanjenje opterećenja blokova) za pridržavanje emisijske granice.

U vodotoku koji prima (Dunav, 1526,2–1510 rkm) izvodili smo račune o temperaturi vode – pokraj dubine vode integrirane, odnosno prosječne – koja nastaje uvođenjem tople vode prema smjernici MI-10-298-85 – *Određivanje proširivanja onečišćujućih tvari u vodotokovima*.

Naše računanje daje samo procjenu za raspodjelu temperature, pretpostavljajući da maksimalna temperatura ispuštene vode je 30 °C, prosječna brzina vode je 1,1 m/s, prosječna dubina vode je 4,5 m:

- (1) U slučaju 2x1200 MW blokova od toplovodnog kanala otpr. 4,5 m, u slučaju 2x1600 MW otpr. 8,5 m porast temperature prouzrokovan od uvođenja pada ispod 1 °C.
- (2) Cjelovito izmiješanje buktinje topline u poprečnom smjeru se ostvaruje kod 30 km od uvodnih točaka.

Prema provedenim istraživanjima utjecaja na blokove u pogonu, mjerenjima na licu mjesta, numeričnim modelima i mjerenjima u laboratorijima može se procijeniti utjecaj i utjecajni prostor novih blokova [37]. Utjecajni prostor toplinskog opterećenja koji proizlazi iz rada novih blokova je otpr. 4,5–8,5 km.

3.5.3.5. Utjecaji na površinske vode prema vrednovanju Okvirne smjernice vode (Víz Keretirányelv, VKI)

Prema Planu gospodarenja vodnim područjima Mađarske (Magyarország Vízgyűjtő-gazdálkodási terve, VGT) u okolici nuklearne elektrane u Paksu sljedeće vode se mogu odvojiti: Dunav, potok Csámpa, Glavni kanal Paks-Fadd, Mrtvi rukavac Dunava kod Fadda, Ribnjaci pečačkog udruženja u Paksu, i prirodni rezervat jezera Szelidi što pripada Nacionalnom parku Kiskunság.

Držanje novih blokova u pogonu može utjecati na postignuće ekoloških ciljeva određenih za vodu Dunava iz aspekta industrijske i komunalne otpadne vode, odnosno uvođenja vode za hlađenje. U slučaju uvođenja prema zakonskim propisima kvalitetne industrijske i komunalne vode treba istražiti je li ispuštanje tijekom gradnje i normalnog pogona prouzrokuje pogoršanje u kvaliteti razreda. Program tehničkih mjera VGT-a sadrži mjere u svezi s uvodnim točkama u površinske vode. VGT samo očekivanja sadrži, ne propisuje dionicu za provjeravanje mjerenja temperature ispuštene tople vode. U slučaju Dunava temperatura tople vode koja isteče je $T_{maks} = 30$ °C, toplinski stupanj u slučaju temperature Dunava ispod 4 °C $\Delta T_{maks} = 10-12$ °C, u slučaju temperature Dunava iznad 4 °C $\Delta T_{maks} = 5-8$ °C, odnosno razlika u temperaturi poslije cjelovitog izmiješanja $\Delta T = 3$ °C koje se ostvaruju poznavanjem planiranih razvojnih parametra.

U slučaju potoka Csámpa, Glavnog kanala Paks-Fadd, Mrtvog rukavca Dunava kod Fadda, Ribnjaka pečačkog udruženja u Paksu i jezera Szelidi gradnje novih blokova i njihov pogon ne utječe znatno na mjere određene u VGT-u.

3.5.4. Zajednički utjecaji pogona nuklearnih objekata na staništu

Za rashlađenje postojećih blokova nuklearne elektrane izdižu iz Dunava 100–110 m³ vode. Uz tu količinu vode se dodaje zahtjev vode za hlađenje koji ovisi o učinku novih blokova. Zajednički maksimalni zahtjev vode za hlađenje postojećih i novih blokova je 292 m³/s što je otpr. 42% najmanjeg prosječnog protjecaja Dunava (700 m³/s) i 12,5% osrednjeg protjecaja.

U postojećoj elektrani godišnje nastaje 240–280 tisuća m³ komunalne otpadne vode što se pročišćuje u pročišćivaču elektrane s kapacitetom od 1870 m³/dan (657 tisuća m³/godina). Kvaliteta otpadnih voda iz postojećih i novih blokova elektrane treba zadovoljiti granične vrijednosti određene Uredbom KvVM 28/2004. (25. XII.).

Tijekom zajedničkog pogona starih i novih blokova elektrane ukupno maksimalno 292 m³/s zagrijane vode odvode natrag u Dunav na postojećem kanalu odnosno na novoj dionici toplovodnog kanala što služi za intenzivnije izmiješanje. Prema 3.5.3.4. potpoglavlju u vodotoku koji prima (Dunav, 1526,2–1510 rkm) prema računanjima – pokraj dubine vode integriranih, odnosno prosječnih – temperature vode koja nastaje uvođenjem tople vode možemo zaključiti sljedeće:

- (1) U slučaju postojećih i 2x1200 MW blokova od toplovodnog kanala otpr. 20 km, u slučaju 2x1600 MW otpr. 25 km porast temperature prouzrokovan od uvođenja pada ispod 1 °C.
- (2) Cjelovito izmiješanje buktinje topline u poprečnom smjeru se ostvaruje kod 30 km od uvodnih točaka.

Izdizanje vode za hlađenje iz Dunava je znatno, gledajući zajednički zahtjev vode za hlađenje postojećih i novih blokova. U slučaju postojeće i nove elektrane uzimajući u obzir rashlađivanje svježom vodom utjecajni prostor zajedničkog opterećenja topline je otpr. 18–24 km.

3.5.5. Utjecaji nesreća i smetnji u pogonu

Kod istraživanja utjecaja nesreća i smetnji u pogonu koji ne idu s radioaktivnim zagađivanjem prirode treba uzeti u obzir količinu smještenih tekućih opasnih tvari. Zbog male količine sljedećih tvari smještenih unutar zgrade ne čine određujući rizik za površinske vode ni u slučaju jedne moguće nesreće: amonijev klorid, litij hidroksid, natrij molibdat, natrijev bromid, polifosfati, ortofosfati, fosforna kiselina, cink acetat, etilen, propilen glikol.

Skladištenje tvari izuzev plinskog ulja je u turbinskom prostoru i tako njihovo izlijevanje ne dodiruje površinsko vodno tijelo. Skladištenje plinskog ulja će vjerojatno biti pokraj diesel generatora zato detaljno treba proučavati jedno moguće izlijevanje ulja u jednu površinsku vodu. Utjecaj onečišćenja uljem na veliko ovisi o brzini lokaliziranja onečišćenja i zahvata otklanjanja šteta. Za otklanjanje šteta postoje različiti načini za sakupljanje i očišćenje površine: tonući zid, plivajući tonući zid i uređaj za skidanje površinskog onečišćenja.

Dospijevanje plinskog ulja smješteno na području nuklearne elektrane u okolicu ispod površine može utjecati i na podzemna vodna tijela. Izliveno plinsko ulje na površinu u velikoj količini dostignuvši vode temeljnice stvara leće u obliku kruga. Iz leća rastvoreni ugljikohidrati mogu dostignuti hladnovodni kanal i Dunav. Ova pojava se detaljno može ispitati hidrodinamičnim transportnim modelom.

U slučaju nezadovoljavajućeg rada komunalnog uređaja za pročišćavanje vode dospijevanje neočišćene otpadne vode može prouzrokovati onečišćenje Dunava. Može iz uređaja za pročišćavanje vode u vodu koja prima – naročito u kišovitom razdoblju - dospijeti u velikoj koncentraciji lebdeće, komunalne, organske, hranjive, razne toksičke tvari i coli bakterij.

U slučaju smetnje u pogonu zadatak je rashladnog sustava odvođenje ostatka topline (tzv. remanentna toplina) koji se oslobađa nakon zaustavljanja blokova što poslije zaustavljanja postupno se smanjuje. Toplinsko opterećenje prouzrokovano zagrijanom vodom koja je vraćena u Dunav u slučaju smetnje u pogonu ostaje ispod mogućeg opterećenja normalnog pogona.

3.6. Podzemne vode

3.6.1. Prikazivanje osnovnog stanja

Na području ulaganja prosječna razina vode temeljnice je u dubini od 7–8 m, smjer strujanja u slučaju prosječnog vodostaja je zapadno-istočni. Razmjer fluktuacije prosječne razine vode temeljnice je - ovisno o udaljenosti od Dunava –3,0–6,5 m.

Na razinu i kretanje vode temeljnice utječu pokraj prirodnih utjecaja (količina padalina, strujanje iz pozadine, vodostaj Dunava) pogoni umjetnih objekata (kanali, skladišta), odvođenje padalinske vode (obodni kanal), nasipavanje područja, odnosno mreža javne kanalizacije (npr. kvar u vodovodima i kanalima). Kemijski sastav vode temeljnice je kalcij hidrogen karbonat.

Tradicionalno zagađivanje okoliša na mjestu budućih blokova elektrane su samo na skladištu za otpad pronašli [80]. Istarživanja samo su u vodi temeljnici pokazali privremena onečišćenja od amonija, nitrata, sulfata, TPH-a i cinka. Budući da onečišćenje nije dovelo u opasnost živi okoliš zato nije bilo potreban zahvat za otklanjanje šteta. Rekultivacija skladišta je završena 2004.g.

3.6.2. Utjecaji gradnje

Utjecaji odvođenja vode radnih jama za postavljanje temelja

Odvođenje vode radnih jama za postavljanje temelja utječe na razinu, smjer strujanja i bzinu vode temeljnice. Smanjenje razine vode temeljnice prouzrokovano odvođenjem vode vjerojatno samo u neposrednoj blizini područja za proširivanje će se moći opaziti i njegovo je trajanje ograničeno. Nakon odvođenja vode se vraća ravnoteža. Utjecajni prostor se proširuje prema istoku, do Dunava. Za točnije određenje utjecajnog prostora vrijedi koristiti hidraulički model.

Gradnja radnih jama iz aspekta odvođenja vode vrši se u dvjema fazama. Udublavanje radnih jama do otpr. 7 m – u slučaju prosječnog i niskog vodostaja vode temeljnice– može se napraviti i bez spuštavanja razine vode temeljnice. Kod daljeg udublavanja radnih jama već je potrebno spuštavanje razine vode temeljnice.

Posredan utjecaj odvođenja vode je zbijanje ili kompakcija formacija koje daju vodu. Smanjenje obujma prouzrokovan kompakcijom na površini može proukovati neravnomjerna padanja. Nakon završetka odvođenja vode treba računati s rastom obujma slojeva koji daju vodu.

Odvođenje vode posredno može nepovoljno utjecati na postojeću umjetnu okolicu (objekti) zbog promjene obujma slojeva koji daju vodu (pomicanje tla).

Utjecaj ugrađenosti na vodu temeljnicu

Ugrađenost ograničava procjeđivanje padalina i to može smanjiti nivo vode temeljnice. Ujedno zbog smanjenja isparavanja može se očekivati porast razine vode. Dva utjecaja se izjednačuju.

Ispod područja ulaganja nadoknađivanje vode se vrši s boka (zavisno o vodostaju iz smjera pozadine ili hladnovodnog kanala), znači ugrađenost ne vrši odlučujući utjecaj na nastajanje razina vode temeljnice.

Procjena utjecaja na slojevne vode

Investicija samo na plitke slojevne vode utječe neposredno, na termalne vode dublje od 500 m ne vrši utjecaj. Utjecaj povećanog vađenja vode se već javlja kod gradnje, ali utjecaj postiže maksimalni razmjer za vrijeme zajedničkog pogona postojećih i budućih reaktorskih blokova.

Kod gradnje novih blokova zahtjev komunalne vode mijenja se između 112–980 m³/dan ovisno o pojedinim tipovima blokova. Kapacitet Vodovodne centrale u Csámpa je 2500 m³/dan (otpr. 900000 m³/godina), što je dovoljno za istovremeno posluživanje zahtjeva komunalne vode postojećih i novih blokova. Tijekom postupka za dobivanje vodopravne dozvole novih blokova treba obaviti novo određivanje obrambenih forma baze vode u Csámpa.

Utjecaji povećane proizvodnje slojevne vode mogu biti sljedeći:

- Dalje se smanjuju razine slojevnih voda.
- Povećava se zahtjev energije eksploatacije zbog smanjenja razine vode.
- Uslijed moguće promjene smjerova strujanja i pritiska sadašnji pozitivni vertikalni gradient može se okrenuti u negativni zbog toga onečišćenja mogu dospjeti u slojeve koji daju slojevnu vodu.
- Uslijed smanjenja potencijala vode može se promijeniti kemizam slojevnih voda.
- Uslijed smanjenja pritiska porne vode može slijediti dalja kompakcija u slojevima koji daju vodu što se u krajnosnim slučajevima može ukazati i u padanju površine tla [81].

Sigurno će uslijediti opadanje razine slojevnih voda. Zbog toga se povećava zahtjev energije proizvodnje vode neovisno o tipovima blokova. Prema očekivanjima spuštanje nivoa vode ne prevazilazi nekoliko metara.

Gledajući zahtjeve komunalne vode raznih tipova blokova razmjera eksploatacije vode prema očekivanjima neće biti štetno za zalihe slojevnih voda.

3.6.3. Utjecaji novih blokova u pogonu

Tijekom normalnog pogona budućih blokova elektrane nikakva onečišćenja ne mogu doći do podzemne vode, to primjerene tehnologije sasvim isključuju. Takva tehnološka onečišćenja mogu se dogoditi samo u slučaju havarija.

Utjecaj dubokog temeljenja na vodu temeljnicu

Osnovna ravnina pojedinih objekata (kontejnment, turbina) prema očekivanjima će biti ispod svagdašnje razine vode temeljnice, tako duboki temelji mogu svratiti – čineći prepreku – prirodni smjer srtovanja voda temeljnice.

Kolmatacija korita prouzrokovana pogonom redova bunara s obalnom filtracijom

Danas na obali hladnovodnog kanala sa strane elektrane se nalazi 10 bunara s obalnom filtracijom [82]. Voda dobivena iz bunara s obalnom filtracijom bit će upotrebljena samo za opskrbu vode za gašenje. Povećani tehnološki zahtjev vode novih blokova u pogonu može se osigurati i s povećanim pogonom bunara s obalnom filtracijom što može prouzrokovati taloženje mulja u koritu hladnovodnog kanala na infiltracijskoj površini, tj. može nastupati kolmatacija korita. Štetni utjecaj kolmatacije se može smanjiti redovitim čišćenjem korita.

Utjecaji pogona na slojevne vode

Utjecaji pogona na slojevne vode ne odstupaju od utjecaja prikazanih kod gradnje. Na razini današnjeg znanja prema očekivanjima slojevne vode iz svakog aspekta će biti izloženi manjim utjecajima od utjecaja gradnje. Gledajući vrste utjecaja napisane u 3.6.2. *potpoglavlju* sasvim se podudaraju s utjecajima nastalim tijekom pogona, a razmjera utjecaja uvijek je manji (u ispitivanju utjecaja pogona gradnja se može tumačiti kao gornji limit).

U periodu pogona novih blokova dnevni zahtjev pitke vode je između 46,2–380 m³, zavisno o tipovima blokova.

3.6.4. Zajednički utjecaji pogona nuklearnih objekata na staništu

Tijekom normalnog pogona postojećih i budućih blokova elektrane nikakva onečišćenja ne mogu doći do podzemne vode, to primjerene tehnologije sasvim isključuju. Takva tehnološka onečišćenja mogu se dogoditi samo u slučaju havarija.

U periodu zajedničkog pogona postojećih i novih blokova utjecaj na slojevne vode znači porast vađenja vode iz bunara Vodovodne centrale u Csámpa. Teorijski kapacitet postojećih bunara u zajedničkom pogonu je otpr. 5500 m³/dan (otpr. 2 milijuna m³/godina), stvarna količina vode koja

se može izvaditi iz njih ovisi o kapacitetu uređaja za uklanjanje željeza i mangana vodovodne centrale. Uzimajući u obzir gore navedene informacije kapacitet vodovodne centrale je 2500 m³/dan (otpr. 900000 m³/godina) što je dovoljno za istovremeno posluživanje zahtjeva komunalne vode postojećih i novih blokova.

3.6.5. Utjecaji nesreća i smetnji u pogonu

Usljed nepravilne upotrebe pogona, u slučaju nesreća i havarija (ne radiokativna) mogu dospjeti u okolicu onečišćenja, tako i u podzemne vode. Zbog pritiska ispod površine samo voda temeljnica može biti dotaknuta, slojevne vode danas ne može dostići površinsko onečišćenje. Prosuđivanje mjere mogućih onečišćenja se vrši po 2. dopuni Uredbe KvVM-EüM-FVM 6/2009. (14. IV.).

Na planiranom području novih blokova izvor za najvjerojatnije potencijalno onečišćenje vode temeljnice je skladištenje plinskog ulja. Procjeđivanje plinskog ulja u tlo se može smatrati stanjem havarije, jer postoji opasnost potencijalnog onečišćenja Dunava preko onečišćenog tijela vode temeljnice. Poznavajući količinu i točno mjesto skladištenja plinskog ulja na staništu u daljnjem treba ispitati mogućnosti nastajanja havarije, odnosno moguće utjecaje procjeđivanja plinskog ulja u tlo.

3.7. Tlo, geološka sredina

3.7.1. Prikazivanje osnovnog stanja

Geološki sastav okolice nuklearne elektrane u Paksu – zahvaljujući arhivnim podacima u velikom broju – dobro je poznat. Baza podataka nekadašnjeg Mađarskog državnog geološkog instituta (Magyar Állami Földtani Intézet) sadrži 1989 bušenja, od kojih 271 je dostiglo panonske, a 27 prepanonske formacije. Izuzetno važne informacije je dalo bušenje s kontinuiranim uzimanjem uzoraka jezgre pod oznakom Paks-2 na području planiranih novih blokova. Godine 2006. napravljen je 3D geološko-hidrogeološki prostorni model na 15x15 km okolicu nuklearne elektrane.

U regiji centrale površina supstrata se proteže u dubini od 1600–1700 m. Dno zavale čine metamorfne granitne formacije stare donjeg karbonskog doba koje pripadaju Kompleksu u Mórágyu. Prema sjeverozapadu od staništa kristalne formacije u dnu zavale pokrivaju permni pješčenjak, otpadni-karbonatni talozi iz donjosrednjeg trijasa.

Na području centrale taloženje naloga u zavali je pokrenulo na početku miocena. U debljini od 1000 m staložili su se djelomično otpadni talozi, djelomično vulkaniti od kojih je jedan dio kopnenog, jedan dio morskog podrijetla. Glavne vrste stijena su riolit, riolitna tufa, andezit, glineni lapor, vapneni lapor, pješčenjak, vapnenac.

Nastanak 600–700 m debelog panonskog sloja je pokrenuo prije 12 milijuna godina. 100–150 m debeli donjopanonski talozi su plitkomorske formacije koje se većinom sastoje od usitnjenog glinenog lapora, glinenolapornog usitnjenog kamena. Gornjopanonski red slojeva debeo otpr. 500 m po cijelom području se sastoji od alternacije slojeva pijeska, glinenog lapora i laporskog usitnjenog kamena. Njihovo slaganje je mirno, skoro vodoravno, ali u pojedinim bušenjima se mogu opažati tragovi znatnih sustavnih utjecaja. Na gornjopanonske taloge se erozijskom diskordancijom nastanjuju kvartarne formacije.

U okolici centrale na površini svugdje se nalaze kvartarne formacije (Dopuna, prikaz M-13). Za vrijeme kvartara jedan od najkarakterističnijih nastanaka taloga je pleistocenski nastanak prapora. Na dnu 70 m visokog reda prapora se nastanjuju pleiocensko-donjopleistocenski kopneni slojevi crvenog glina (Formacija crvenog glina u Tengelice, Tengelici Vörösagyag Formáció).

Prapor od Dunakömlőd-Paksa i od Szőlőhegya kod Dunaszentgyörgya sjeverozapadno čini platoe u smjeru sjever-sjeverozapad i jug-jugoistok s 140–180 mBf visokim grebenima, širokim i ravnim derazijskim dolinama. Između ta dva praporna grebena od centrale sjeverozapadno, pokraj doline

potoka Csámpa se proteže jedna 4-6 km široka naplavinska ravnica s karakterističnim 100–130 mBf velikim pješčanim brežuljcima koja je pokrivena pokretnom pijeskom iz pleistocena i holocena.

Nuklearna elektrana u Paksu je sagrađena na zapadnom rubu doline Duna, na riječnoj terasi iz gornjeg pleistocena. Na području nuklearne elektrane originalni 93–95 mBf visoki prostor su podigli do 97 mBf muljevitim i pješčanim nasipavanjem. Ispod nasipavanja u debljini od 12–18 m se nalaze pješčani slojevi i slojevi usitnjenog kamena, osnovni sloj koji se sastoji od šljunkovitog pijeska i pješčanog šljunka se većinom javlja ispod 78–83 mBf. Substrat¹⁷ šljunkovitog sloja se proteže na razini 70–72 mBf, ispod njega je gornjopanonski sloj gdje se nalaze slojevi glina navaljeni u smjeru istok-jugoistok, glinenog lapora, muljevitog pijeska i slabo vezanog pješčenjaka (Dopuna, prikaz M-14.).

Gornjopleistocenska terasa prema istoku s odlučnim rubom se odvaja od niskog vodoplavnog zemljišta Dunava iz doba holocena. 89–93 mBf visoku površinu niskog vodoplavnog zemljišta Dunava nekadašnji mrtvi rukavci i polukružni obodni grebeni čine blago valovitim.

Nisko vodoplavno zemljište grade holocenski talozi današnjeg Dunava, na najgornjem dijelu skoro svugdje se nalaze nekoliko metara debeo mulj, usitnjeni kamen i pijesak. Ispod njega slijedi u poprečnim slojevima riječni pijesak duboko 12–16 m od površine računato. Najdonjem dijelu slijede 5–25 m debeo šljunkovit pijesak i pješčani šljunak koji se talože na gornjopanonske formacije.

Donji šljunkovit sloj ispod pijeska vodoplavnog zemljišta nije dio iz holocenskog ciklusa taloženja, nego stoji u neposrednoj vezi s bazičnim šljunkom gornjopleistocenske terase.

Seizmicitet staništa su između 1986.-1996. detaljno proučavali. Prema međunarodnim preporukama su odredili vodoravne i okomite akceleracijske komponente 10000 godišnjeg povratnog periodnog zemljotresa. Ustanovili su da vrijednost maksimalne površinske vodoravne akceleracije 10000 godišnjeg povratnog periodnog zemljotresa je 0,25 g, dok vrijednost okomitog komponenta je 0,20 g.

U široj okolini nuklearne elektrane u Paksu – prema preporukama Međunarodne agencije za atomsku energiju – 1995.g. se izgradila mikroseimološka promatračka mreža. Danas je u pogonu 8 suvremenih digitalnih postaja za mjerenje u okolini centrale u radiusu od otpr. 100 km. Između 1995–2005. mreža je registrirala ukupno 708 zemljotresa. Raspodjela zemljotresa je prilično difuzna, hipocentri¹⁸ – izuzev nekoliko izuzetaka – teško se mogu povezati s poznatim rasjednim linijama.

Područnu raspodjelu epicentara¹⁹ zemljotresa na proučavanom području prikazuje *prikaz Dodatka M-15*. Vidljivo je da prema povijesnim potresima označena aktivna područja praktično se podudaraju s današnjim epicentrima. U okolini nuklearne elektrane u Paksu prema 15-godišnjem promatranju ne može se uočiti promjena u razini seizmiciteta, to je i dalje nisko.

Osim određivanja mjerodavnog zemljotresa važni rezultati geološkog istraživanja su bili između 1986–1996. isključivanje u zadnjih 100000 g. aktivnih rasjedanja prema površini, nadalje prema geotehničkim istraživanjima staništa ocjenjivanje stabilnosti tla i mogućnosti soliflukcije. Prema istraživanjima soliflukciji su skloni samo slojevi u dubini između 10–20 m.

3.7.2. Utjecaji gradnje

Ulaganje u znatnoj mjeri i na velikim područjima dotiče geološke formacije kod uređivanja prostora i gradnje osnovnih jama. Razmjere radnih jama određuju pokraj razmjera objekata položaj prometnih i transportnih putova i okolnosti odvodnjavanja. U današnjoj fazi planiranja ovi podaci još nisu poznati, zato količine tla izvađene iz radnih jama samo teško se procjenjuju. Prema podacima dobivenim od prijevoznika u slučaju gradnje dvaju blokova količina zemlje se procjenjuje između nekoliko sto tisuća do 4–6 milijuna m³. Očekivana maksimalna dubina temelja je 14 m.

¹⁷ Imenovanje dijelova ispod slojeva koji služe za uspoređivanje.

¹⁸ Jezgra zemljotresa, točka u unutrašnjosti Zemlje odakle se oslobađa energija zemljotresa, odakle pokreće zemljotres.

¹⁹ Mjesto epicentra, okomita projekcija hipocentra na površini Zemlje.

Pripremanje tla, uređivanje tla, premještanje komunalija

Područje ulaganja zauzima otpr. 400x600 m veliko četverokutno područje u sjevernom susjedstvu 4. bloka centrale u pogonu. Nasipavanje područja na razinu 97,15 mBf već se završilo ranije.

Na ovom dijelu područja već nema objekata samo ostaci betonskih temelja. Cijelo područje je ravno, jedan njegov dio je pokriven betonskim pločama, ostali dio pokriva travi slična vegetacija (lokalno sadnice), vegetaciju redovito kose. Podzemne komunalije (kanal, mreža za vodu za gašenje) još postoje.

Poslovni prostor planiranog ulaganja (76,2 ha) neposredno prema sjeveru se priključuje prostoru gradnje. I ovaj dio područja su nasipali na razinu planiranja. Na zapadu danas se nalaze industrijske pruge i montažni prizemni prostori poduzeća koja poslužuju nuklearnu elektranu. Istočni i sjeverni dio budućeg poslovnog prostora je neugrađen, ima karakter trave, drveća i gaja. Na obali hladnovodnog kanala se proteže red bunara s obalnom filtracijom.

U fazi planiranja ne treba računati s ozbiljnijim, većim poslovima tako ni s njihovim utjecajima. Očekujući poslovi su samo isječenje drva i premještanje komunalija s manjim zemljanim radovima. Na prostoru ulaganja i na poslovnom prostoru se nalazi više bunara za promatranje vode temeljnice, treba se pobrinuti o njihovom premještanju/ukidanju.

Sposobnosti mjesta gradnje su neovisne o pojedinim tipovima blokova. Tako, detaljnija procjena utjecaja što se odnosi na mjesne terenske odnose i postojeću mrežu komunalije moguće je samo u znanju izvedbenih planova.

Isprašivanje tla

S izgradnjom radnih jama za postavljanje temelja, potpornih zidova, putova stupa u prvi plan i isprašivanje tla. Ovaj utjecaj se afirmira samo 20 cm duboko od površine. Mjerodavna prosječna veličina zrna tla izvađena iz radnih jama se mijenja između 0,1–0,3 mm, zato su ta tla sklona isprašivanju.

Isprašivanje tla se javlja naročito u suhom, toplom ljetnom razdoblju. U zimskom polugodištu zbog niže temperature i zbog visoke relativne vlažnosti zraka ta pojava nije određujuća. Isprašivanje tla kao utjecaj što se tiče kvalitete zraka je nepovoljan, naročito u užoj okolici zemljanih radova, utjecajni prostor ovisi o razmjeru radnih jama. Pojava isprašivanja je povremena, priključuje se samo otvorenim radnim jamama.

Jedan obrambeni način koji može doći u obzir protiv isprašivanja je zalijevanje područja. Razmjer isprašivanja se već znatno smanjuje 3–4%-ni sadržaj vode. Druga, jeftinija mogućnost je nasipavanje transportnih putova pješčanim šljunkom.

Erozija potpornih zidova radnih jama prouzrokovana padalinama

Stabilnost radnih jama temelja – iznad razine vode temeljnice – najviše ugrožavaju intenzivne padaline. Pješčana tla su jako osjetljiva na eroziju, zato se povoljno stanje radnih jama može osigurati samo sa stručnim odvođenjem padalina (jarci, okna, stabilizacija tla).

Utjecaj stvaranja temelja na donje slojeve tla

Na području se građenja, zbog težine objekata, očekuje opterećenje slojeva tla. Posljedica je toga opterećenja slojeva tla njihovo postupno zbijanje, odnosno kompakcija tla. Zapremnina pješčanoga sedimenta zrnaca ravnomjerne veličine već nakon stvaranja sedimenta – prerađivanjem jednostavnih zrnaca – može se smanjiti i za 20%. Najviše se zbijaju oni sedimenti s pelitom, koji sadržavaju organske tvari i finog su zrna, a najmanje oni sedimenti koji su grubljih zrna, zdrobljeni pješčani šljunak. Na mjestu investicije nalaze se tvorevine već spomenutih formacija, ali utjecaj opterećivanja prvenstveno djeluje na pješčane sedimente. [83].

Prema našem iskustvu u onim reaktorima koji su i danas u pogonu taj se proces odigrao relativno brzo, za nekoliko godina. Mjera slijeganja je ispod 1. i 2. reaktora do kraja godina 1980-ih bila 55,5 mm, ispod 3. reaktora 58,1 mm, a ispod 4. reaktora 72,6 mm. Brzina slijeganja se nakon početnog razdoblja (u nekoliko godina) znatno smanjila, dok je potpuna konsolidacija uslijedila

nakon više desetljeća. Granična dubina napona koja je nastala zahvaljujući težini objekta i koja je dovela do slijeganja, na području nuklearne elektrane – prema izračunima je – 47 m.

Podatci opterećivanja novog reaktora, odnosno točno razmještanje zgrada i građevina još nije poznato; također nisu poznati ni detaljni geotehnički podatci koji su potrebni za izračunavanje.

3.7.3. Utjecaji funkcioniranja novog reaktora

Tijekom pogona novog reaktora ne moramo računati sa znatnijim novim utjecajima, samo s onima koji su karakteristični i za trenutnu situaciju. Tijekom pogona novog reaktora, uz potpuno pridržavanje tehnoloških propisa, nije moguće zagađivanje tla. Zagađivanje tla mogu uzrokovati samo havarije.

Utjecaj opterećenja objekata na donje slojeve tla

Nakon završetka građevinskih radova, već u fazi rada blokova, konsolidacija tla za nošenje tereta pod temeljima u sve usporavajućoj mjeri, ali se nastavlja dalje. Proces zbijanja tla zbog utjecaja opterećenja je ireverzibilan. Proces konsolidacije također je sličan onim utjecajima koji nastaju u fazi realizacije (objekta), s tim da je taj utjecaj vremenski duži.

Vibracijski utjecaji turbina na tla

Ispod temelja turbina tlo se još više zbija, štoviše, u ekstremnim slučajevima može doći i do likvefakcije (pretvaranja u tekućinu). Zbog toga su prije izgradnje temelja nužna temeljna geotehnička ispitivanja. U nepovoljnom slučaju potrebno je izvršiti učvršćivanje tla ili stabilizaciju tla. Točno je da vibracijski utjecaji poboljšavaju neke osobine donjih slojeva tla, no ako se eventualno pojavljuju nejednaka slijeganja tla, to bi moglo štetno utjecati na objekte.

3.7.4. Zajednički utjecaji nuklearnih objekata u pogonu koje se nalaze u podružnici

Tijekom istovremenoga funkcioniranja starih i novih reaktora ne treba računati s novijim utjecajima koji djeluju na geološku sredinu. Naime, tijekom istovremenog funkcioniranja vrše se slični utjecaji na geološku sredinu (utjecaj opterećivanja objekata na donje slojeve tla, vibracijski utjecaji turbina), ali ti su utjecaji u prostoru i vremenu sasvim različiti. Zagađivanje tla mogu uzrokovati samo havarije.

3.7.5. Utjecaji smetnji u pogonu i utjecaji nesreća

Tijekom nepogonskog funkcioniranja, u slučaju nesreća i havarija različite (neradioaktivne) tvari zagađivanja mogu dospjeti u okoliš, time i u geološku sredinu. Štetni utjecaji tvari zagađivanja ovise o mjeri zagađivanja, o osobinama tvari koja se izlila, o ekološkim uvjetima (osobine tla, reljefni odnosi, položaj površinske vode, vremenske prilike itd.). Najopasniji su oni mobilni spojevi koji se rastopljaju u vodi, jer mogu dospjeti do površinskih voda. Na planiranom mjestu novih reaktora kao potencijalni izvor zagađivanja možemo spomenuti skladištenje dizelskoga goriva. Pod havarijom smatramo dospijevanje 30 m³ dizelskoga goriva u tlo pri skladištenju ulja. Zbog obvezatnih zaštitnih propisa (podzemne cisterne s duplim zidom opremljene sensorima protiv curenja) vjerojatnost da će se takvo što dogoditi veoma je mala. Pri događaju havarija, jedan dio ulja koji dopiše u tla vezuje se uz zrna tla (adsorpcija), drugi dio isparuje (faza pare), dok se neki sastojci rastopljaju u vodu. Istjecanje dizelskoga goriva količine 30 m³, bez ublaživanja štete za kratko bi vrijeme dospjelo do površinskih voda i time bi prouzrokovalo i zagađivanje tla od 150 do 500 m³. Ocjena eventualnih zagađivanja tla vrši se prema 1. prilogu uredbe 6/2009. (14. IV.) KvVM-EüM-FVM.

3.8. Živi svijet, životne zajednice

3.8.1. Prikaz osnovnoga stanja

3.8.1.1. Značaj živog svijeta u okolici Paksa

Značaj živog svijeta jedne regije ponajprije se može mjeriti opsegom i karakteristikama zaštićenih područja. U neposrednoj blizini nove elektrane prirodna je vegetacija nazočna u manjim ili većim nakupinama, u prvom redu na brežuljcima koji su blizu vodenih tokova, sjeverozapadno od Paksa. Većina tih prirodnih nakupina je pod zaštitom. U regiji 30 kilometara od podružnice nalaze se 2 nacionalna parka, 1 dio područja koji je zaštićen na regionalnoj razini, 7 zaštićenih prirodnih područja i nekoliko mjesta pod lokalnom zaštitom, te brojna područja koja spadaju u mrežu Natura 2000 i mrežu Nacionalne ekologije. U ispitivanoj proučavanoj regiji od područja koja spadaju u mrežu Natura 2000 postoje 4 specijalna područja zaštite ptica (*Special Protection Area – SPA*) i 16 područja očuvanja prirode od istaknutog značaja (*Site of Community Importance – SCI*). Na udaljenosti 8 do 10 kilometara od podružnice nalazi se Paksi ürgemező (polje tekunica), Dunaszentgyörgyi láperdő (cretna šuma), Paksi tarka sáfrányos (polje sa šafranom), Tengelici rétek (livade) i Tolnai Duna SCI područja. Posljednje navedeno područje praktično graniči s područjima trenutne i nove elektrane, na obali Dunava. Zaštićena područja raznog tipa prikazuje *grafička ilustracija M-16. u prilogu*.

U regiji se središnja područja Državne ekološke mreže nalaze na trima velikim prostorima. Obuhvaćaju šume brežuljaka sjeverozapadno od Paksa, jedan prostorni dio Kiskunságszkoga nacionalnog parka, i gemenški dio Nacionalnog parka Dunav-Drava. Osim toga vodotoci i vodena obala funkcioniraju kao trajni ekološki koridori.

3.8.1.2. Živi svijet u okolici podružnice

Stanje vodenoga ekosustava

Određivanje kvalitete živoga svijeta Dunava s obzirom na skupine živih bića prema VKI-u (bakterio-, fito-, zooplankton²⁰, makroskopski beskičmenjaci, riblja fauna) obavljalo se na osnovi izvršenih ispitivanja između 1999. i 2003. godine na Dunavu između Paksa i Mohácsa u 8. odsječku. Na osnovi toga može se ustanoviti da su toplinska opterećenja do kojih dolazi zbog pogona elektrane jedva primjetna. Razlika koju je potrebno spomenuti, uspoređujući mjesto gdje postoji toplinski utjecaj i mjesto gdje toga utjecaja nema, vidljiva je tek kod makroskopskih beskičmenjaka; kod te je vrste životinja s povećanjem topline primijećeno povećavanje broja jedinki i vrsta.

Brojnost riba promatrala se na onim gornjim i donjim dijelovima rijeke gdje se ulijeva voda za hlađenje, te u kanalima hladne i tople vode na području elektrane. U posrednoj okolici od izljeva hladne vode došlo je do snažnoga porasta populacije pojedinih vrsta riba zahvaljujući povećavanju temperature, što se moglo uočiti na udaljenosti 2 kilometra od priključne točke, s tendencijom smanjivanja kako se udaljenost povećava. Finija struktura zajednice riba promijenila se samo na tom dijelu. Ispitivanja ribne faune pokazala su prisutnost 34 vrste riba na odsječku Dunava pokraj elektrane, od tih je vrsta jedna vrsta strogo zaštićena, dok je 6 zaštićenih vrsta.

²⁰ Plankton: svaki takav vodeni organizam koji se ne pokreće zahvaljujući skupinama svojih mišića, već lebdi u vodi nošen vodenom strujom. Skupine:

Bakterioplankton: stvaraju ga bakterije i arheje/prabakterije, imaju važnu ulogu u raspadanju organskih tvari koje se nalaze u vodi, prvenstveno u donjem dijelu vodenog stupca.

Fitoplankton: biljni plankton koji živi u blizini vodene površine te mu svjetlo pomaže u fotosintezi. Važnije su skupine alge kremenjašice (dijatomeje), modrozelenne alge (cijanobakterije) i zelene alge.

Zooplankton: skupina životinjskih organizama od jedne ili više stanica, npr. jaja (PGP:ikre, jajašca) i ličinke raznih morskih životinja, riba, životinja s vapnenom ljušturou, rakova nižeg reda i kolutičavaca.

Po određivanju kvalitete VKI (CN TC 230 nacrt za standard Europske unije), na osnovi najnovijih hidrobioloških ispitivanja koja su izvršena između 2009. i 2010. godine, pojedine se skupine vrsta ubrajaju u sljedeće kategorije: ekološko stanje fitoplanktona dobro do osrednje, 3% fitobentosa²¹ odlično, 48% dobro, 49% slabo, ekološko stanje makrozoobentosa dobro do osrednje, zajednica riba osrednje. Stanje se ispitanog dijela rijeke sveukupno može uvrstiti u „dobru” ekološku kategoriju.

Biljni svijet ispitanoga područja

Godine 2002. sastavljeno je prosuđivanje cijele vegetacije koja se odnosi na okolicu regije elektrane (oko 10 kilometara od nje), i na najvrjednije nakupine vegetacije. Detaljno su ispitana područja bila sjeverni dio od elektrane do glavne ceste br. 6., Kisbrinyó i Nagybrinyó, Dunaszentgyörgyi égerláp (cretne površine šume johe), područje Uszódi sziget (otok Uszódi). U tablici smo prikazali staništa zaštićenih i nezaštićenih vrijednih vrsta koje se nalaze u okolini elektrane (*tablice 3.8.1.2-1. i 3.8.1.2-2.*).

Vegetaciju karakterističnu za neposrednu i širu okolicu elektrane prikazujemo i u obliku karte (*grafička ilustracija M-17*). U neposrednoj okolini planirane nove nuklearne elektrane pojavljuju se sljedeći tipovi vegetacije:

- pješčani travnjak (na ilustraciji degradiran – označen *žutom* bojom, blizak prirodi – označen *ružičastom* bojom)
- cretna livada (na grafičkim ilustracijama označen *svijetlozelenom* bojom s *narančastim prugama*)
- prirodni šumarci vodoplavnog zemljišta, odnosno cretne šume
- vegetacija u mulju
- sađena šuma (na ilustraciji akacija – označena *ljubičastom* bojom, borik – označen *zelenom* bojom, topolik – označen *smeđom* bojom).







Dunav i obje njegove obale dio su takozvanog područja očuvanja prirode od istaknutog značaja Natura 2000 pod imenom Tolnai Duna (HUDD20023), gdje su karakteristična staništa visokih korova (6430), močvarnih zemljišta (6440), šumarci (91E0, 91F0) i muljne obale (3270). U blizini se podružnice mogu naći neki mozaici Regije zaštite kraja Dél-Mezőföld (Južni Mezőföld). Njihov se najveći prostor nalazi sjeverozapadno od Paksa. Njihov veći dio je područje očuvanja prirode istaknutog značaja Natura 2000. Takva su područja u blizini elektrane Paksi ürgemező (polje tekunica) (HUDD20069), Paksi tarka sáfrányos, (šareno polje sa šafranom) (HUDD20071), Tengelici rétek (livade) (HUDD20070), Szenesi legelő (pašnjak) (HUDD20050) i Közép-mezőföldi löszvölgyek (lesna dolina) (HUDD20020). U regiji zaštićenog kraja mozaične strukture vrijedne nakupine (pješčani i lesni travnjaci) ostale zabijena među obrađivana područja, kao ekološka utočišta.







²¹ Bentos: skupina, grupe onih životinja i zajednica živih bića koje se nalaze na vodenom dnu.



Fitobentos: biljna zajednica živih bića koja živi na dnu (na granici vode i faze tvrdoga).

Makrozoobentos: životinje beskičmenjaci koje žive u vodama, na dnu, i mogu se vidjeti slobodnim okom. (Senzibilnost tih živih bića prema organskim zagađivanjima i hidromorfološkim promjenama jedan je od načina biološkog određivanja kvalitete vode).

Tablica: 3.8.1.2-1. Staništa, biljni svijet

Vrijedne ili karakteristične vrste		Zaštićene vrste	NAPOMENA
Hrvatski naziv	Latinski naziv		
Panonski pješčani travnjak (kod staništa 6260) u neposrednoj blizini podružnice i na području ekoparka			
Klinčac šiljastolisni	<i>Dianthus serotinus</i>	zaštićena	Prije otvaranja ekoparka postojale su vrste registrirane na području. Zbog ispaše su vjerojatno nestale. Drugdje ih potisne svilenica (ili cigansko perje) (invazivna vrsta).
Kovilje	<i>Stipa borysthena</i>	zaštićena	
Ilirski žabnjak	<i>Ranunculus illyricus</i>	zaštićena	
Sjajna stjeničnica	<i>Corispermum nitidum</i>	zaštićena	
			
Klinčac šiljastolisni	Travnjak s koviljem u Felső-Csámpi 2002. godine	Kovilje	
Ptičje mlijeko	<i>Ornithogalum refractum</i>	zaštićena	Nalazi se s objiju strana regionalne ceste br. 6, u okolici i području elektrane.
Jelenak	<i>Asplenium adiantum-nigrum</i>	zaštićena	Pri botaničkom istraživanju nađene zaštićene vrste u okolici Paksa pri planiranju trase autoceste M6.
Mali kaćun	<i>Orchis morio</i>	zaštićena	
Krvavica	<i>Alkanna tinctoria</i>	zaštićena	
Močvarna kruščica (ili Crni daždevnjak)	<i>Epipactis palustris</i>	zaštićena	
			
Jelenak	Mali kaćun	Močvarna kruščica	
Cretna livada (kod staništa 6410) – jedinstveno, istaknuto vrijedno stanište, pjegama sjeverozapadno od elektrane			
	<i>Blackstonia acuminata</i>	zaštićena	Područja ugrožava proces nastanka šikare i prijeti im isušivanje te rasprostranjenost nezavičajnih vrsta – na sušim područjima <i>Asclepias syriac</i> , na vlažnijim područjima Velika zlatnica/Zlatošipka (<i>Solidago gigantea</i>)
Kukuljičasti (krvavocrveni) kaćun	<i>Dactylorhiza incarnata</i>	zaštićena	
Šarena preslica	<i>Equisetum variegatum</i>	zaštićena	
Močvarne livade i livade na cretu (kod staništa 6440 i 6410) nekadašnjim poplavnim područjima, među udubljenjima oranicama Régi-Brinyó i Új-Brinyó			
	<i>Blackstonia acuminata</i>	zaštićena	Područje postaje sve suše i na njemu je sve više korova; ponajprije je riječ o invazijskom korovu Velika zlatnica/Zlatošipka (<i>Solidago gigantea</i>).
Bijela naglavica	<i>Cephalanthera damasonium</i>	zaštićena	
Sitnoglavi osjat	<i>Cirsium brachycephalum</i>	zaštićena	
Ljetni drijemovac	<i>Leucojum aestivum</i>	zaštićena	
Plućna sirištara	<i>Gentiana pneumonathe</i>	zaštićena	
Močvarna rebratica	<i>Hottonia palustris</i>	zaštićena	








Vrijedne ili karakteristične vrste		Zaštićene vrste	NAPOMENA
Hrvatski naziv	Latinski naziv		
Otmjeni (rahlocvjetni) kačun	<i>Orchis laxiflora</i> subsp. <i>elegans</i>	zaštićena	
Jajoliki čopotac	<i>Listera ovata</i>	zaštićena	
Močvarni staračac	<i>Senecio paludosus</i>	zaštićena	
Dugolisna čestoslavica	<i>Pseudolysimachion longifolium</i>	zaštićena	
Svinjak (vodena trajnica)	<i>Sonchus palustris</i>	zaštićena	
Močvarna graholika	<i>Lathyrus palustris</i>	zaštićena	
Močvarna pukovica	<i>Peucedanum palustre</i>	zaštićena	
			
Régi-Brinyó: mješovita šuma topole i joha	Plućna sirištara	Új-Brinyó: nakupine šume s mekim i livada	
Šumarci/lužnjaci i cretne šume u poplavnom području (91E0) sa starim johama na području Régi-brinyó i Új-Brinyó, na području Natura 2000 cretne šume u Dunaszentgyörgy (HUDD20072 jelú) između glavnoga kanala Paks-Fadd i vodotoka Paks-Kölesdi			
Ljetni drijemovac	<i>Leucojum aestivum</i>	zaštićena	U većini se isušio. Zbog sušenja je sve više prisutna kupina (<i>Rubus caesius</i>) i Velika koprija (<i>Urtica dioica</i>); te vrste ugrožavaju opstanak zaštićenih vrsta.
Močvarna zelenka	<i>Thelypteris palustris</i>	zaštićena	
Tresetna paprat	<i>Dryopteris carthusiana</i>	zaštićena	
Šumska (muška) paprat	<i>Dryopteris filix-mas</i>	nezaštićena	
Sitnoglavi osjat	<i>Cirsium brachycephalum</i>	zaštićena	
			
Pašnjak i cretna šuma u Dunaszentgyörgy, u pozadini elektrana	Ljetni drijemovac	Sitnoglavi osjat, vrsta označena u mreži Natura 2000 područja	
Šumarci poplavnoga područja, muljsko raslinje (kod staništa 3270) na proširenom poplavnom području Uszódi sziget (otok Uszódi) (Tolnai Duna, područje Natura 2000 oznake HUDD20023)			
Trožiljni ljubor	<i>Lindernia procumbens</i>	zaštićena	vrsta označena u mreži Natura 2000
Češki šaš	<i>Carex bohemica</i>	zaštićena	Sađene šume, no u blizini vode lijepi vrbe u obliku grmlja i šumarci vrbe, pri niskom vodostaju muljno raslinje s pionirskim vrstama. I ovdje je značajan broj i razmjer biljnih vrsta
Kranjska jezernica	<i>Eleocharis carniolica</i>	zaštićena	
Vodena voduška	<i>Limosella aquatica</i>	nezaštićena	
Mihalijeva dvostupka	<i>Dichostylis micheliana</i>	nezaštićena	
Klupčasti oštrik	<i>Chlorocyperus glomeratus</i>	nezaštićena	











Vrijedne ili karakteristične vrste		Zaštićene vrste	NAPOMENA
Hrvatski naziv	Latinski naziv		
Čestoslavica	<i>Veronica catenata</i>	nezaštićena	koje su nezavičajne u krajoliku: razne vrste zvjezdana (<i>Aster</i> sp.), Velika zlatnice/Zlatošipka (<i>Solidago gigantea</i>), Dvozub (<i>Bidens frondosus</i>). Ima mnogo „korova” s drvećem i stablom, jasenoliki javor (negundova) (<i>Acer negundo</i>), čivitnjača (<i>Amorpha fruticosa</i>).
 <p>Poplavni prostor Dunava u Dunaszentbenedeku</p>		 <p>Stari lužnjak na poplavnom području</p>	
Ostaci šumarka tvrdih listača sjeverno od elektrane, na istočnoj obali Dunava i na sredini Uszódi-sziget (otok Uszódi) (Tolnai Duna, područje Natura 2000 s oznakom HUDD20023)			
Procjepak	<i>Scilla vindobonensis</i>	zaštićena	Viši reljefi, ostaci šumaraka hrasta, jasena i brijesta.
Obična visibaba	<i>Galanthus nivalis</i>	zaštićena	vrsta označena u mreži Natura 2000
Otvorena pješčana stepa: certna livada s nakupinama na Paksi Űrge-mező (područje Natura 2000 s oznakom HUDD20069). Zaštićeno područje, na njegovim certnim livadama su do sada registrirali 486 vrsti biljaka, od njih je zaštićeno 28.			
Puzavi celer	<i>Apium repens</i>	zaštićena	vrsta označena u mreži Nature 2000

Fauna istraživanoga područja

Mađarski prirodoslovni muzej proveo je između 1998. i 2002. godine istraživanje faune. Veliki je dio područja u blizini elektrane pod snažnim antropogenim utjecajem, a karakteriziraju ga umjereno neiskorištene pješčane i travnate površine, poplavno područje okružuje visoka šikara, travnjaci zarasli svilenicom i zlatnicom, obrađena zemljišta i nedavno napuštene neobrađene poljoprivredne površine. Ta su područja s gledišta zaštite okoliša manje vrijedna, izuzev prostora šume Brinyó, prostora šume mekih listača duž Dunava, izuzev otoka, pješčanih obale i ribnjaka koji se prostiru južno od elektrane. Na neiskorištenim se područjima, međutim, još i danas javljaju za nekadašnju stepsku faunu karakteristične – pretežno veće snošljivosti – za pustinjsko i lesno-travnjačko područje svojstvene vrste životinja.

Tablica 3.8.1.2-2.: Životinjski svijet










Vrijedne ili karakteristične vrste		Zaštićene vrste	NAPOMENA	
Hrvatski naziv vrste	Latinski naziv vrste			
Šume mekih i tvrdih listača na otoku Uszodi i u šumi Brinyó				
Orahova strizibuba	<i>Aegosoma scabricorne</i>	zaštićena	Sa svojim su starim stablima pravi raj za insekte.	
Borovnicina strizibuha	<i>Aromia moschata</i>	zaštićena		
Granulirani brončani trčak	<i>Carabus granulatus</i>	zaštićena		
	<i>Catocala fraxini</i>	zaštićena		
	<i>Catocala electa</i>	nezaštićena		
	<i>Cucujus cinnabarinus</i>	zaštićena		
Mala preljevalica	<i>Apatura ilia</i>	zaštićena ▶		
Frejereva preljevalica	<i>Apatura metis</i>	zaštićena		
Lastin rep	<i>Papilio machaon</i>	zaštićena	U Mađarskoj prvi put zabilježena na tim područjima.	
Vrsta cvrčka	<i>Edwardsiana tersa</i>	nezaštićena		
				
Cvrčak	Orahova strizibuba	<i>Cucujus cinnabarinus</i>	Sjenica mošnjarka	Vijoglav
Zelena žuna	<i>Picus viridis</i>	zaštićena	Karakteristični stanovnici starih vrbovih šuma.	
Crni djetlić	<i>Dryocopus martius</i>	zaštićena		
Veliki djetlić	<i>Dendrocopos major</i>	zaštićena		
Vijoglav	<i>Jynx torquilla</i>	zaštićena		
Crna roda	<i>Ciconia nigra</i>	zaštićena		
Sjenica mošnjarka	<i>Remiz pendulinus</i>	zaštićena		
Cretna i močvarna šuma u Brinyóvszki šumi				
Vrste sovica		zaštićena		
Bradata sjenica	<i>Panurus biarmicus</i>	zaštićena		
Veliki trstenjak, trstenjak droščić	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	zaštićena		
Močvarna strnadica	<i>Emberiza schoeniclus</i>	zaštićena		
Guvatkokošica mlakara	<i>Rallus aquaticus</i>	zaštićena		
Eja močvarnica	<i>Circus aeruginosus</i>	zaštićena ▶		
Nezavičajne (alohtone) topolove i borove šume				
	<i>Panolis flammea</i>	nezaštićena	Vrste su općenito proširene i česte, u mnogim je slučajevima riječ o šumskim štetnicima. Predstavljaju najmanje zabrinjavajuću faunističku vrijednost. Takve su primjerice neke vrste <i>Catocala fraxini</i> i <i>Catocala electa</i> . Fauna nezavičajnih borovih šuma razlikuje se od zavičajne faune.	
	<i>Dendrolimus pini</i>	nezaštićena		
	<i>Bupalus piniarius</i>	nezaštićena		
	<i>Rhagium inquisitor</i>	nezaštićena		

Vrijedne ili karakteristične vrste		Zaštićene vrste	NAPOMENA
Hrvatski naziv vrste	Latinski naziv vrste		
			
<i>Chrysolina fastuosa</i>	<i>Rhagium inquisitor</i>	<i>Chlorophorus varius</i>	<i>Moljac</i>
Nezavičajni bagremik			
	<i>Chrysolina fastuosa</i>	nezaštićena	Faunistički su manje zanimljive vrste, izraziti polifagi ²² i obično rašireni na većim prostorima.
	<i>Chlorophorus varius</i>	nezaštićena	
Hrušt	<i>Polyphylla full</i>	nezaštićen	
Lozin zlatar	<i>Anomala vitis</i>	nezaštićen	
Žuti hrušt	<i>Amphimallon solstitiale</i>	nezaštićen	
Soljin moljac	<i>Etiella zinckenella</i>	nezaštićen	
Vlažni travnjaci, livade na cretu, cretne i močvarne šume			
Kiseličin vatreni plavac	<i>Lycaena dispar</i>	zaštićen	Stanište mnogih reliktnih postglacijalnih ²³ vrsta.
	<i>Hyles gallii</i>	zaštićena	
	<i>Lamprotes c-aureum</i> , <i>Diachrysia zosimi</i>	zaštićena	
	<i>Lygephila pastinum</i> , <i>Calyptra thalictri</i>	nezaštićena	
			
<i>Lycaena dispar</i>	<i>Hyles gallii</i>	<i>Panemeria tenebrata</i>	<i>Smedoglavni batić</i>
Livadna gušterica	<i>Lacerta agilis</i> var. <i>rubra</i>	zaštićena	(primjerak s crvenim hrbatom)
Žuta pastirica	<i>Motacilla flava</i>	zaštićena ▶	
Smedoglavni batić	<i>Saxicola rubetra</i>	zaštićena	
Šljuka kokošica	<i>Gallinago gallinago</i>	zaštićena	
	<i>Clossiana selene</i>	nezaštićena	
	<i>Panemeria tenebrata</i>	nezaštićena	
Vrbolikin ljiljak	<i>Proserpinus proserpina</i>	zaštićena	
Vode, vodene obale, tršćaci, livada visokih šaševa			
Barska kornjača	<i>Emys orbiculari</i>	zaštićena	
Veliki vodenjak	<i>Triturus cristatus</i>	zaštićena	
Crveni mukač	<i>Bombina bombina</i>	zaštićena ▶	
Češnjača	<i>Pelobates fuscus</i>	zaštićena	
Šumska smeđa žaba	<i>Rana dalmatina</i>	zaštićena	
	<i>Hepialus humuli</i>	nezaštićena	

²² Hrane se raznovrsnom organskom hranom.

²³ Postglacijalne reliktnne vrste.

Vrijedne ili karakteristične vrste		Zaštićene vrste	NAPOMENA
Hrvatski naziv vrste	Latinski naziv vrste		
	<i>Mononychus punctumalbum</i>	nezaštićena	
Gatalinka	<i>Hyla arborea</i>	zaštićena	
Bjelouška	<i>Natrix natrix</i>	zaštićena	
Dunav, obala Dunava (prostor Tolnai Duna uključen u ekološku mrežu Natura 2000)			
Širokouhi mračnjak	<i>Barbastella barbastellus</i>	strogo zaštićena	Predstavljaju izvanrednu prirodnu vrijednost.
Veliki šišmiš	<i>Myotis myotis</i>	zaštićena	
Močvarni šišmiš	<i>Myotis dasycneme</i>	strogo zaštićena	
Vidra	<i>Lutra lutra</i>	zaštićena	Uključena vrsta u ekološku mrežu Natura 2000
Bolen	<i>Aspius aspius</i>	nezaštićena	
Prugasti balavac	<i>Gymnocephalus schraetzer, G. baloni</i>	zaštićena	
Plotica	<i>Rutilus pigus</i>	zaštićena	
Mali vrtenac	<i>Zingel zingel, Z. streber</i>	strogo zaštićena	
Ukrajinska paklara	<i>Eudontomyzon mariae</i>	strogo zaštićena ▶	
Lisanka	<i>Unio crassus</i>	zaštićena	
Stepski mozaici			
Nosati skakavac	<i>Acrida ungarica</i>	zaštićena	Fauna insekata relik je unutrašnjega područja i karakteristična šumsko stepska zonalnu faunu Karpatskoga bazena.
	<i>Colias chrysotheme</i>	zaštićena	
	<i>Arctia festiva</i>	zaštićena	
	<i>Ocnogyne parasita</i>	zaštićena	
	<i>Hemaris tityus</i>	zaštićena	
	<i>Periphanes delphinii</i>	zaštićena	
	<i>Schinia cardui</i>	zaštićena	
	<i>Eresus cinnabarinus</i>	zaštićena ▶	
	<i>Lycosa singoriensis</i>	zaštićena	
Obični zelembać	<i>Lacerta viridis</i>	zaštićena	
Tekunica	<i>Spermophilus citellus</i>	strogo zaštićena	Uključena vrsta u ekološku mrežu Natura 2000 – Stanište tekunica.
Otvoreni pješčani travnjaci			
Vjetruša	<i>Falco tinnunculus</i>	zaštićena	
Stepski sokol	<i>Falco cherrug</i>	strogo zaštićena	
Škanjac mišar	<i>Buteo buteo</i>	zaštićena	
Ćurlikovac	<i>Burhinus oedicnemus</i>	strogo zaštićena ▶	
Stepska trepteljka	<i>Anthus campestris</i>	zaštićena	
Poljska ševa	<i>Alauda arvensis</i>	zaštićena	
Rusi svračak	<i>Lanius collurio, L. minor</i>	zaštićena	
Pupavac	<i>Upupa epops</i>	zaštićena	

Vrijedne ili karakteristične vrste		Zaštićene vrste	NAPOMENA	
Hrvatski naziv vrste	Latinski naziv vrste			
Sokol lastavičar	<i>Falco subbuteo</i>	zaštićena		
Mozaici s travnjačkih i grmovitih prostora				
Obična bogomoljka	<i>Mantis religiosa</i>	zaštićena		
	<i>Pyronia tithonus</i>	zaštićena		
Veliki timijanov plavac	<i>Maculinea arion</i>	zaštićena ▶		
Mali kiseličin vatreni plavac	<i>Lycaena thersamon</i>	zaštićena		
	<i>Satyrium w-album</i>	zaštićena		
	<i>Acherontia atropos</i>	nezaštićena		
Žuta pčelarica	<i>Merops apiaster</i>	strogo zaštićena		
Vodomar ribar	<i>Alcedo atthis</i>	zaštićena		
Bregunica	<i>Riparia riparia</i>	zaštićena		
Žuta poljarica	<i>Coluber caspius</i>	strogo zaštićena	Na lesiviranim tlima iznad Paksa.	
	<i>Dorcadion aethiops, D. pedestre</i>	nezaštićena		
Šaška skakavac	<i>Pezotettix giornae</i>	nezaštićena		
 <p><i>Myrmeleon formicarius</i></p>	 <p>Šaška skakavac</p>	 <p><i>Dorcadion aethiops, D. pedestre</i></p>	 <p><i>Pezotettix giornae</i></p>	 <p><i>Merops apiaster</i></p>
Poljoprivredne kulture				
Škanjac	<i>Buteo buteo</i>	zaštićena	Osim općih vrsta prostori služe za dobru ishranu.	
Vjetruše	<i>Falco tinnunculus</i>	zaštićena		
Poljska i kukmasta ševa	<i>Alauda arvensis, Galerida cristata</i>	zaštićena		
 <p>Škanjac</p>	 <p>Vjetruša</p>	 <p>Kukmasta ševa</p>		

3.8.2. Opis utjecaja zahvata gradnje na okoliš

3.8.2.1. Utjecaji na kopneni živi svijet

Kopneni dio te utjecaji na živi svijet na njemu za vrijeme izgradnje nove elektrane izloženi su direktnim (proširenje već postojećeg prostora za izgradnju novih prostora) i indirektnim (opterećenja okoliša pojačanim prašenjem, onečišćenjem zraka i izazvanom bukom, kontaminacija i promjene u razini podzemnih voda) utjecajima. Za vrijeme realizacije izgradnje stalni i privremeni prostori prikazani su u prilogu na slici *M-18*.

Na području zahvaćenom izgradnjom moguće je razlikovati sljedeće četiri zone:

- operativno područje „nove elektrane” (označeno ljubičastom bojom) – dugoročna investicija izgradnje objekata
- potrebna površina za izgradnju objekta (označeno ružičastom bojom) – investicija djelomično dugoročna, a djelomično se ograničuje na vrijeme izgradnje objekata
- cjelokupni prostor već postojeće nuklearne elektrane (označeno žutom bojom) – ugrađeni prostor na kojem već postoje objekti
- prostori izvan područja nuklearne elektrane – utjecaji još dodatnih prostornih površina

Osim posljednje površine svi su navedeni prostori za zahvat izgradnje u gradskom registru Paksa označeni kao industrijski ili rezervni industrijski prostori. Na dodatnim površinama na kojima će se odvijati izgradnja novih reaktora trenutno se odvija industrijska djelatnost, odnosno dodatne djelatnosti koje osiguravaju normalan rad nuklearne elektrane u pogonu. Stoga se ti prostori ne mogu nazvati povoljnima za život kopnenoga živog svijeta.

Utjecaji potrebnih površina za gradnju na živi svijet

Ovisno o vrsti reaktora veličina potrebnih površina za nove proizvodne pogone je 10–36 ha na kojoj će površini trenutačne vegetacijske zakrpe (sekundarne, neiskoristivi travnjaci) nestati, a nestati će i odbjeći i fauna. Očekuje se da će se uređenjem prostora nakon završenih radova slobodne površine pretvoriti u tzv. zelene površine, što je od presudne važnosti zbog osiguranja kontinuiteta ekološke mreže na tim prostorima.

Živi svijet na dodatnim površinama za gradnju novih objekata bit će identičan za vrijeme gradnje onomu u vrijeme elektrane u pogonu, s tim da će na tim prostorima nakon završetka zahvata biti moguće pretvoriti oslobođene površine u zelene površine velikih dimenzija. Računa se da će se zahvati za gradnju novih objekata odvijati na površini od 100 ha. To područje ne nosi nikakve prirodne vrijednosti, izvan je svih ekoloških mreža tako da gradnja neće dalje ugrožavati stanje flore i faune na tim prostorima.

Postupak zauzimanja prostora dvama elementima rashladnoga vodovodnog sustava za crpljenje vode i odvodnog kanala za toplu vodu planirane elektrane bit će značajna intervencija u živi svijet te okoliš općenito. Na trasi planiranoga odvodnog kanala za toplu vodu, priobalje rijeke Dunav, kao i dijelovi ekološke mreže Natura 2000 Tolnai Duna, nalaze se kvalitetna poplavna područja. Stoga su ta staništa (djelomično muljevito priobalje *Chenopodium rubri* i s djelomično *Bidention* vegetacijom) uvršteni pod kodom 3270 za područje ekološke mreže Natura 2000.

Taj je kompleks staništa pun vrbika, otoka, sprudova, rukavaca u poplavnom području rijeke Dunav vrlo slabo očuvan, a trasa kanala prolazi upravo takvim staništima. Među glavnim se ciljevima Natura 2000²⁴ na prvom mjestu navodi „očuvanje prirodnih rijetkosti i vrijednosti mješovitih šuma vrbika, topola u poloju, očuvanje kontinuiteta stalnoga šumskog pokrova radi zaštite ekosustava”. Izvan ograđenoga trenutačnog industrijskog pogona u prilogu na slici *M-18*. pod brojem 1., 2. i 3.

²⁴ http://www.termeszetvedelem.hu/_user/browser/File/Natura2000/SAC_Celkituzesek/DDNPI_SAC_celkituzesek/HUDD20023.pdf/

na prostorima označenim crvenom bojom ima takvih prirodnih vrijednosti čije je očuvanje od iznimne važnosti. Njihovo stalno ili privremeno korištenje tijekom radova, ako je to moguće, treba izbjegavati.

Neizravni utjecaji gradnje

Neizravni utjecaji javljaju se prvenstveno zbog onečišćenja zraka, buke, povećane koncentracije radne snage i pojavljivanje otpada. Živi svijet područja zahvaćenoga gradnjom i pomoćnih površina zapravo je siromašan te stoga ovdje ne možemo govoriti o nekim značajnijim utjecajima na okoliš, ali zbog ometanja tih površina može doći do razmnožavanja vegetacija ruderalnih korova²⁵, nezavičajnih invazijskih vrsta. Ekspanzija navedenih vrsta te njihovo proširenje na kvalitetnije travnjake štetna te je stoga na dodatnim površinama za gradnju potrebno suzbijanje korova.

Zbog zahvata može doći i do lokalnog smanjenja količina podzemnih voda. Stoga je potrebno modeliranje količinskih promjena podzemnih voda te izvršavanje potrebne modifikacije s obzirom na količinu protoka vode rijeke Dunav. Gradnja nove nuklearne elektrane bit će od presudnog značaja za razvoj samoga grada. Osiguranje smještaja od 5000 do 6000 radne snage uzrokovat će širenja grada. Za dodatna ulaganja u te svrhe treba pronaći bezvrijedne površine kako bi se zaštitili vrijedni kopneni ekosustavi.

3.8.2.2. Utjecaji na vodeni ekosustav

Gradnja novih reaktora nuklearne elektrane, a naročito dodatna ulaganja mogu negativno utjecati na bioraznolikost vodenoga ekosustava rijeke Dunav. (O negativnim utjecajima potrebnih dodatnih prostora za gradnju već je bilo riječi). Zbog tehnologije hlađenja elektrane svježom vodom nužna je izgradnja novih trasa kanala za toplu i hladnu vodu. Stvaranje istih na sjecištu kanala i rijeke Dunav znači intervenciju u dunavsko stanište (jaružanje, planiranje priobalnog rada). Izgradnja privremenog pristaništa zbog vodenog prijevoza može izazvati slične utjecaje.

Utjecaji jaružanja i priobalnih radova odnose se na sljedeće imenovane vrste u OVD-u (Okvirne direktive o vodama):

- Sustavi *fitoplanktona* privremeno će se modificirati. Lebdeće čestice na priobalju mogu smanjiti prozirnost vode, što može uzrokovati smanjenu gustoću i rasprostranjenost algi. Očekuje se da će se taj utjecaj ograničiti samo na kraći dio rijeke te će se zajednica fitoplanktona za nekoliko dana regenerirati.
- Tijekom radova zajednica *algi kremenjašica (Bacillariophyceae)* nestat će u ovom dijelu riječnog korita. Lokalni utjecaj njihova nestajanja nema izvanrednu prirodnu vrijednost, a na priobalju se očekuje ponovno pojavljivanje kremenjašica.
- Uzroci nestajanja *zooplanktona* kolnaca (*Rotifera*) i plantonskih račića (*Cladocera*, rašljoticalci) kao karakterističnih vodenih životinja tijekom radova u riječnom koritu su nastajanje mulja može začepiti njihove škrge, međutim to ne ugrožava njihovu populaciju pošto se nespolno razmnožavaju, te se za nekih 7 do 10 dana može razviti njihova nova generacija. Većina copepodid rakova (*Copepoda*) su grabežljivci te kod koji ne dolazi ni do kakva začepljenja. Na područjama u kojima se ne odvijaju radovi zooplanktoni će se brzo regenerirati.
- *Makroskopični beskičmenjaci* (vodeni kukci, školjke i puževi), s obzirom na vrstu hrane koju uzimaju, mogu biti mesojedi, biljojedi ili se hrane filtriranjem, odnosno na ektoparazitski²⁶ način. Većina njih se nastanila u priobalnom pijesku ili mulju ispod toplovodnog kanala 1,5–2 rkm. Utjecaj jaružanja dovodi do nestajanja tih vrste male

²⁵ Korovi koji se pojavljuju na zanemarenim i neiskorištenim za proizvodnju područjima

²⁶ Parazitiraju na površini tijela.

mobilnosti na lokalnoj razini. Pošto su njihova kolonizacijska svojstva izvrsna poremećeni dio riječnog korita mogu iznova brzo zaposjesti.

- Tijekom zahvata jaružanja očekuje se zamućivanje riječnog korita, što smanjuje saturaciju kisikom vodenih površina na lokalnoj razini, što može kratkoročno negativno utjecati na populaciju riba u njoj. Posebno treba istaknuti zaštićenu gavčicu (*Rhodeus sericeus*), koja zbog svojevrsne strategije razmnožavanja – mrijesti se u školjke – osjetno reagira na smanjivanje školjki. Privremeno nastale buke i rezonacije također mogu izazvati odbijajuće utjecaje.

Jaružanje riječnog korita, kao i priobalja, kratkoročan je zahvat i privremeni utjecaj s gledišta očuvanja vodenog ekosustava, uspoređujući ga s ostalim radovima tijekom gradnje. Zbog sprječavanja nepovoljnih procesa treba se truditi da se trenutačno korito rijeke u što manjoj mjeri promijeni.

3.8.3. Utjecaji novih reaktora u pogonu

3.8.3.1. Utjecaji na kopneni živi svijet

Ne očekuju se daljnji izravni utjecaji na živi svijet i njihova staništa zbog nuklearne elektrane u pogonu, odnosno na potrebnim dodatnim površinama. Jedini i značajniji uzrok promjene u okolišu te izravni utjecaj na živi svijet jest hlađenje svježom vodom. Potpuno je očekivano da su trenutne granične vrijednosti ispuštanja (razlike u temperaturi, maksimalna temperatura) održive. Elektrana u pogonu najvjerojatnije će se češće približiti graničnim vrijednostima toplinskog učinka, što ne znači posebno opterećenje za kopnene ekosustave.

Postojanje same elektrane na tim prostorima, kao i neke djelatnosti vezane uz nju, mogu pozitivno utjecati na živi svijet u njezinu okruženju, primjerice na opskrbu vodom preko odvodnog kanala potoka Csámpa, na postojanje obližnjih ribnjaka kao i na netaknutost cretne šume u Dunaszentgyörgyü.

Prema dosadašnjim iskustvima karakteristične vrste flore (primjerice *Centaurea arenaria*, *Stipa borysthénica*, *Dianthus serotinus*) na tim područjima također mogu imati uvjete za život, što je očekivano i na slobodnim prostorima podružnice.

3.8.3.2. Utjecaji na vodeni živi svijet

Jedan od najvažnijih konvencionalnih utjecaja na vodeni svijet pri izgradnji nove elektrane je toplinsko opterećenje rijeke Dunav. Hlađenje postojećih četiriju reaktora i trenutačno se odvija metodom rashlađivanja svježom vodom, tj. najvažnije tehničko i ekološko ograničenje rezultira krajnjim toplinskim opterećenjem vode u Dunavu.

Na održavanje života u rijeci Dunav mogu utjecati čimbenici poput promjena u količini i u kvaliteti vode. (Uz trenutačno toplinsko opterećenje rijeke Dunav povremeno su bila prisutna kritična stanja tijekom ljetnih razdoblja za vrijeme visokoga i niskog vodostaja, tj. postizanje visokih temperaturnih razlika vode ili približavanje maksimalno dozvoljenoj granici toplinskog opterećenja). U odnosu na trenutno stanje novih planiranih reaktora ispuštanje tople vode nastale hlađenjem bit će maksimalno 1,5 puta više. Planiranju povećavanja toplinskog opterećenja treba pristupiti oprezno; potrebno je promotriti kritična stanja i odrediti čimbenike koji djeluju pri tom planiranju – istek vode i meteorološke uvjete.

Utjecaji zbog povećane količine tople vode i daljnjeg porasta njezine temperature u prijamniku pogoršavat će stanje riječnog ekosustava i ubrzat će razgradnju organskih tvari, što će dovesti do povećane potrošnje kisika, tj. izdvajanja kisika iz same rijeke.

Međutim, dunavska hidraulika, disperzijski odnosi i karakteristično visok udio otopljenog kisika mogu kompenzirati taj nastali proces. Zbog više temperature vode u Dunavu podno Paksa, tzv. sveukupna biomasa ostat će i dalje viša nego u gornjim dijelovima rijeke ponad Paksa.

Na trasi od nekoliko km ispod dotoka vodeni se ekosustav neće mijenjati, već će ostati podjednako bogat kao sada. Zbog dotoka tople vode moguće je povećavanje brojnosti riba, naročito u zimskim mjesecima.

Na samom ušću, ispod uvođenja dviju točaka toplovodnog kanala, očekuje se da će se finija struktura riblje zajednice promijeniti, što se može dokazati na trasi od nekih 3 rkm.

Dakle, utjecaj života na ekosustav može biti približno identičan trenutačnom stanju, a te su za neke vrste dokazive.

Pretpostavlja se da do tih promjena može doći i ako se ne pridržavaju i ne primjenjuju propisi koji se odnose na dopušteno toplinsko opterećenje trenutnih i planiranih novih reaktora u pogonu.

Disperzija površine izazvana strujanjem toplinskog medija javlja se na trasi od 4 do 5 km od njezina priljeva, ali može se slijediti sve do 10 rkm, odnosno do mjesta Gerjen-Bátya, stoga su promjene kopnenih voda i njihovo stanje ekosustava na ovoj trasi najugroženije. (Modifikatore temperature vode koji su izazvani strujanjem toplinskih medija te njihov utjecaj na ekosustav treba modelirati i dalje pojasniti.)

Prelaženjem dopuštenih granica temperature vode, tj. u slučaju havarije, dolazi do poremećaja živoga svijeta na već gore spomenutoj riječnoj trasi, koji može imati nesagledive posljedice i voditi osiromašenju i opadanju populacije pojedinih vrsta u njoj. (Temperatura od 31 °C uzrokuje smrt većine riba karakterističnih u Dunavu. Najotpornije vrste riba su: šaran /35,6 °C/, gavčica /35,4 °C/ i sunčanica /35,3 °C/). Zbog pojačane buke pumpi, kompresora i mehaničkih uređaja treba računati da će u fauni riba dolaziti do pojačanog utjecaja mijenjanja njihova staništa, a na kraćoj trasi rijeke očekuje se neznatan pad u populaciji pojedinih vrsta riba.

3.8.4. Kumulativni utjecaj nuklearnih objekata u pogonu

S obzirom na kumulativne utjecaje svih šest nuklearnih reaktora u pogonu na vodeni okoliš, pridržavanjem propisa u *potpoglavljju 3.8.3.* reguliranih granica ispuštanja zagrijane rashladne vode pomoću tehničkih sredstava (npr. u kritičkom razdoblju kontrolom napajanja, zaustavljanje reaktora), očekuju se utjecaji već izloženi u istom tom potpoglavljju, tj. može se zaključiti da se ni pod kumulativnim utjecajima nastalo stanje neće umnogome razlikovati od trenutačnog stanja.

3.9. Mjere zaštita okoliša od buke i vibracije

1.5.1. Ocjena stanja

Najbliža naseljena mjesta samome centru podružnice novih reaktora su na 2 do 2,5 km – Paks, Csámpa i Dunaszentbenedek na drugoj obali rijeke Dunava. Površinu izloženu promjenama stanja u okolišu treba odrediti prema Zakonu o zaštiti od buke i vibracije i uz njega vezanim podzakonskim propisima Vladinih odredbi 284/2007. (29. X.) i definirati prostorno razmještanje buke i vibracije, klasifikaciju građevinskoga prostora i razinu buke planiranoga operativnog objekta.

3.9.1.1. Izloženost područja buci

Na prostorima nove podružnice treba računati na postojanje buke izazvane novim reaktorima u pogonu.

Dominantni izvori buke su: parne turbine elektrane, oprema transformacijske stanice, dizelski generatori, rashladna komora za nuklearne reaktora, pumpe, visokotlačni kompresor i održavanje, radionice za rezanje.

Pri procjeni utjecaja na okoliš [37], zbog produženja radnog vremena u elektrani, izvršena su mjerenja buke na području pogona i na određenim rubnim područjima gradilišta. Na sjevernom

rubu prosječna razina buke prema pravcu ispitivanog teritorija je $L_{A,ki} = 50-55$ dB. S aspekta buke na ispitivanom području utjecajnu ulogu ima autocesta M6 koja se nalazi na 2 km, autocesta br. 6 koja leži na 500 m od elektrane te komponenta osobnog i teretnog prometa. S aspekta buke važnu ulogu ima promet na autocesti br. 6, a prosudbena je izmjerena razina buke preko dana (6–22h)²⁷ 40 – 41 dB, a preko noći (22–6h) 32–33 dB. (Promet je na ovoj dionici 2010. godine smanjen za 28%, što je u pogledu izazvane razine buke na ispitivanom području niži podatak za 1 dB.)

Na pristupnoj cesti na koju se direktno nadovezuje nuklearna elektrana, a koja je neophodna za odvijanje radova u njoj, otprilike na nekih 100 m izmjereni rezultati buke na južnoj i sjevernoj trasi iznose preko dana 43–45 dB, a preko noći 38 dB. U okolici Paksa putnički željeznički prijevoz trenutačno je obustavljen. Zbog dostave tereta te slabog prometa teretnih vozila izazvani utjecaji buke su zanemarivi.

3.9.1.2. Zaštićena područja i objekti u blizini ispitivanoga područja

U okolici ispitivanoga područja nalaze se poljoprivredne i šumske površine (prema Prostornom planu grada Paksa pod kodom „Ev”, odnosno „Eg” označene su šume za gospodarske namjene, a pod kodom „Má” signirane su opće poljoprivredne površine), na koje nisu propisane mjere zaštite od buke.

Sam ispitivani teritorij kao i susjedni prostori elektrane, odnosno teritorij prema pravcu grada Paksa pripadaju gospodarskoj zoni (signirani prostori pod kodom „Gip”), isto kao i teritoriji na rubu užeg područja grada (signirani prostori pod kodom „Gksz” za gospodarske i trgovačke namjene).

Najviše su utjecajima buke izloženi stambeni objekti:

- stambeni objekti na južnom rubu grada Paksa uz autocestu br. 6 (pod oznakom „Lke” prostor prigradskoga karaktera) zgrade kraj ulice Dankó Piste,
- na južnom ulazu u pravcu nuklearne elektrane na drugom kraju autoceste br. 6 stambene zgrade naselja Csámpe (pod oznakom „Lf” – ruralno stambeno područje),
- uže područje naselja Dunaszentbenedek na drugoj obali Dunava.

Kako su zakonom regulirane najviše dopuštene razine i utjecaji od buke na stambene i gospodarske objekte, tako je regulirana i njihova najviša granična vrijednost. Na prostorima Paksa i Dunaszentbenedeka treba računati s lokalnom bukom dok u naselju Csámpe dominira buka izazvana prometom na autocesti br. 6. Razina izazvane buke, zbog pomanjkanja podataka mjerenja, ne stoji na raspolaganju. Na licu mjesta, još prije gradnje, treba izvršiti mjerenja o mogućim postojećim problemima i utjecaju buke od prometa i operacijskih zahvata na zaštićene objekte još prije procjene utjecaja zahvata na okoliš.

3.9.1.3. Trenutačna razina izloženosti prostora vibracijama

Mjerni podatci o utjecaju vibracije u promatranom području trenutačno nam ne stoje na raspolaganju, tj. stanje prostora s te točke gledišta nije poznato. Međutim, temeljem prethodnih iskustava može se zaključiti da se širenjem vibracije u tlu na zaštićenim prostorima i objektima ne očekuju takvi problemi u slučaju ako je udaljenost od samog izvora vibracije i zaštićenih prostora i objekata veličine od 80 do 100 m. (To se odnosi također i na vibracije izazvane prometom i tehnološkim zahvatima. Nisu problematična ni osobna ni teretna vozila koja ni unutar tih granica od 80 do 100 m ne pokazuju takve utjecaje.) Utjecaji promjena na okoliš izazvani vibracijama manji su nego utjecaji izazvani bukom.

Izvan prostora nuklearne elektrane na udaljenost 100 m nema utjecaja koji ugrožavaju objekte i koje treba zaštititi; takvi se mogu naći samo na udaljenosti većoj od 1 km. Prilikom korištenja mehanizacije nuklearne elektrane izvan njezinih prostora se ne očekuju utjecaji izazvani vibracijom,

²⁷ Razina buke podrazumijeva se u L_{Aeq-u} .

a isti se neće javljati ni na zaštićenim prostorima i objektima. Treba računati s utjecajima opterećenja izazvanog prometom (cestovnim, željezničkim) na ovoj relativno uskoj trasi od 80 do 100, ali i na većem i raširenom području, pri cestovnom prometu minimalno do prvog naseljenog mjesta, a kod željeznice do najbližega glavnog grananja (do mjesta Előszállás), tj. istraživanje je opravdano te ga treba izvršiti prije postupka procjene zahvata utjecaja na okoliš.

3.9.2. Utjecaji izgradnje

Granica između novih teritorija za izgradnju i dodatnih prostora nalazi se na 1 km od prostora zaštićenih od utjecaja buke i vibracije.

3.9.2.1. Utjecaji izazvani bukom

Zbog manjkanja detaljnih i osnovnih podataka tijekom izgradnje utjecaji se mogu samo prognosticirati na bazi pretpostavki. Gradnja će se najvjerojatnije odvijati u tri smjene, a do povećanog prometa doći će samo preko dana. Pri izvedbi građevinskih radova očekuje se istovremeni rad od maksimalno 50 građevinskih strojeva. Smještaj rabljene mehanizacije i postrojenja tijekom zahvata izgradnje proizvoljan je i neizračunljiv. Stoga se računa da će na graničnim prostorima prema pravcu zaštićenih prostora i objekata danju istovremeno biti u pogonu maksimalno 50, a preko noći 5 ili 3 tzv. raznovrsna stroja.

Na temelju prethodnih izmjerenih rezultata i iskustava pretpostavlja se da će razine buke koje potječu od zemljišnih radova biti $L_{5m} = 85\text{--}95$ dBA. Pri transportu, prvenstveno na autocesti M6, računa se s pretpostavljenom brojkom i to 24 vozila u pogonu na sat. Razina buke teretnih vozila iznosi $L_{7,5m} = 62\text{--}65$ dBA, a razina buke putničkoga prijevoza, ovisno o tipu reaktora, s procijenjenom brzinom od 50 km/h preko dana je $L_{7,5m} = 50\text{--}57$ dBA.

Pod takvim uvjetima očekivano opterećenje bukom (uzimajući u obzir čimbenike smanjenja jačine i širenja u zraku, u tlu i na udaljenosti), izazvano građevinskim zahvatima i transportom na prostorima i objektima pod zaštitom je $L_{AM} = 42\text{--}47$ dB, a preko noći 38–42 dB.

Posljednji se rezultat javlja kod najbližih stambenih zgrada naselja Dunaszentbenedek i viši je za 40 dB od dopuštene razine koja je definirana kao granična.

Iz postojećih se podataka može zaključiti da će područje zahvaćeno gradnjom i prometom biti između 900 i 3100 m, odnosno pokraj tranzitnih cesta između 19 i 41 m. Unutar tog područja potrebno je provoditi nadzor razine buke na najizloženijim i od buke zaštićenim stambenim objektima u Paksu, Dunaszentbenedeku i Csámpi na udaljenosti od 3100 m od granice teritorija zahvata, odnosno pokraj cesta na udaljenosti od 41 m.

3.9.2.2. Utjecaji izazvani vibracijama

Problemi utjecaja opterećenja vibracijom su strukturalnog (utječu na strukturu i konzistenciju zgrada) i okolišnog (sredina u kojoj ljudi rade i borave) karaktera. Ti se utjecaji uvijek javljaju uz određeni zahvat tijekom gradnje zato je potrebno ustanoviti ostaju li unutar okvira gradilišta ili postoji li mogućnost izloženosti vibracijama zaštićenih prostora i objekata. Kao što je već rečeno, opterećenje vibracijom javlja se od samog izvora unutar zone od 80 do 100 m.

Direktni utjecaji opterećenja izazvani vibracijom: Tijekom gradnje novih reaktora najvjerojatnije će se javljati intenzivnije vibracije nego kasnije pri radu elektrane u pogonu. Značajniji utjecaji javljat će se pri nabijanju pilota i talpi, gradnji zagatnih stijena, demoliranju i eventualnim miniranjem otkopa.

Jedini objekt pod zaštitom unutar teritorija gradilišta je nuklearna elektrane u pogonu na čiju sigurnost ne utječu negativno vibracije nastale tijekom gradnje novih objekata. Predložene su mjere

zaštite od vibracije tijekom zahvata izgradnje i posebno praćenje razine vibracije gradilišta od velike važnosti.

Indirektni utjecaji: Tijekom izgradnje novih reaktora do naglog povećanja doći će zbog putničkog organiziranog ili individualnog prijevoza radnika, prijevoza tereta na gradilište i prijevoza s gradilišta. Ako bi se prijevoz odvijao samo cestovnim putem, to bi značilo od tisuću kamiona dnevno u pokretu, što je udvostručenje godišnjeg prometa kamiona na autocesti br. 6. To je toliko visoka brojka koja se u praksi ne može izvesti.

Zbog vibracijskog utjecaja nastali kvarovi ovise od udaljenosti zaštićenog objekta od trase namijenjene za prijevoz, od osovinskog opterećenja vozila, o brzini vozila, o kvaliteti površine ceste i o strukturnim uvjetima zaštićenog objekta.

Razlozi povećanja opterećenja vibracijom su: kvarovi i štete na tranzitnim cestama kao i osovinsko opterećenje vozila.

Naglo povećavanje vibracijskih nivoa (od nekoliko desetina, odnosno umjesto nekoliko mm/s vibracijske brzine do 10 mm/s vibracijskih brzina) može uzrokovati štete²⁸ makar i u dobro strukturiranim objektima.

Zato prije izgradnje novih elektrana na kritičnim punktovima za tranzit treba ispitati najugroženije objekte u lošijem stanju zbog jedinstvenog postupka utvrđivanja na njima nastalih šteta. Kako bi se spriječili veći kvarovi i štete na objektima bilo bi svrsishodno velike količine građevnog materijala prevesti vodenim prijevozom, odnosno u manjoj mjeri ostvariti željezničkim prijevozom.

Direktni utjecaji vibracije izvan građevinskog prostora je zona od 100 m, odnosno oni dijelovi cestovnih i željezničkih trasa koji vode preko naseljenih mjesta. I ovdje treba računati sa zonom od 100 metara. Na temelju obilaska tih prostora na ovom se teritoriju nalazi čak 300 takvih objekata na kojima bi mogla nastati veća ili manja oštećenja za vrijeme transporta. Zbog zaštite od vibracije (i zaštite okoliša) preporučljivo je povezivanje gradilišta izgradnjom pristupne ceste s autocestom M6 izvan i na taj način zaobilaziti naseljena mjesta.

3.9.3. Utjecaji novih reaktora u pogonu

3.9.3.1. Utjecaji izazvani bukom

Pri novim reaktorima u pogonu prema dostupnim podacima [32] treba računati s istim indikatorima utjecaja buke kao i u slučaju već postojećih reaktora u pogonu, a ovdje su uzeti isti podatci glavnog izvora postrojenja u pogonu koji su dobiveni ranije pri mjerenju buke:

- buka nastala radom turbine unutar centralne zgrade ostaje unutar njezinih zidova, jedini izvori buke su ventilatori na fasadi zgrade: $L_{5m} = 60\text{--}62$ dBA,
- pokraj zgrade dizelskih generatora koji se nalaze u strojarnici elektrane izmjereno je $L_{5m} = 77\text{--}80$ dBA,
- buka koja nastaje radom pumpi je $L_{5m} = 68\text{--}70$ dBA,
- pokraj kompresorske stanice pretpostavlja se $L_{5m} = 60$ dBA.

Izvori buke poput vodocrpilišta i građevine za disipaciju energije toplovodnih kanala javljaju se pri hlađenju vode. Buka nastala prijevoznim opterećenjem iznosi, na bazi trenutnog prometa, s obzirom na osobni prijevoz tijekom dana od osi ceste na 7,5 km 53–57 dBA, a preko noći

²⁸ Promet teških teretnih vozila u loše strukturiranim objektima već od maksimalno propisane vibracijske brzine od 1 mm/s može prouzrokovati štete. Ugrožavanje vibracijama dobro konstruiranih i stabilnih zgrada, ova je visina iznad 20–30 mm/s vibracijske brzine.

48–53 dBA. Pri tranzitu 15 vozila/sat preko dana očekuje se prosječna vrijednost buke od $L_{7,5m} = 56$ dB.

S obzirom na gore navedene pretpostavke opterećenje i širenje buke iz novih reaktora u pogonu na zaštićene prostore i objekte (Paks, ulica Dankó Pista, Csámpa, stambena četvrt preko puta južne pristupne ceste, Dunaszentbenedek, ulica Petőfi Sándor) odgovaraju svim zakonom propisanim uvjetima o buci, tj. ne prelaze granične vrijednosti izmjerene tijekom elektrane u pogonu kao pri prometu.

3.9.3.2. Utjecaji izazvani vibracijama

Indirektni utjecaji vibracija: Širenje vibracije u tlu od izvora u krugu unutar 80 do 100 m može uzrokovati zamjetne probleme, međutim okruženju od 100 m od novoga građevinskog prostora ne postoje objekti koje bi trebalo zaštititi.

Direktni utjecaji vibracije: Puštanjem u pogon u novim će elektranama biti zaposlen manji broj radnika te će opterećenje na cestovni promet biti značajno manje. Prijevozni volumen materijala neće prelaziti dosadašnje granice. Efekti izazvani vibracijom mogu se javiti samo na objektima koji se nalaze najbliže lokaciji tvrtke, odnosno koji su već i sad u lošem tehničkom stanju.

3.9.4. Kumulativni efekti nuklearnih objekata na području lokacije tvrtke

Zbog udaljenosti triju objekata od lokacije tvrtke, odnosno već postojećih i planiranih izvora buke ne očekuju se značajniji kumulativni efekti buke, a iste se konstatacije odnose i na nove djelatnosti u vezi s opterećenjem bukom elektrana u pogonu.

Prijevozni promet, uzimajući u obzir planirane reaktore, odnosno već postojeća dva pogona (elektrana u pogonu i privremeno odlagalište izgorjelih šipki/KKÁT) značajno je veći te se prvenstveno tiče povećanog broja osobnih vozila. Kumulativna razina buke svih prometnih vozila preko dana od osi ceste na 7,5 km mijenja se između 53–57 dBA, ovisno o vrsti reaktora, odnosno o broju radne snage u njima.

Pri zajedničkom radu triju objekata razina buke pored cesta (pretpostavlja se da se sav promet odvija istim putem) prelazi granicu od 5 do 7 dB, ali razina buke pri samostalnom radu novih planiranih objekata ostaje ispod tih granica.

Tako efekti izazvani prometom u blizini naseljenih područja mogu prelaziti dozvoljene granice. Pošto se efekti buke izazvani osobnim i tranzitnim prometom javljaju pored cesta, utjecaji buke na ne baš previše širokom stambenom području (teritoriji naselja Csámpa pokraj glavne ceste br. 6, periferni dio grada Paksa) bit će značajniji. Ovu problematiku treba dalje analizirati pri postupku procjene utjecaja zahvata na okoliš. Treba nadalje definirati račvanje prometa, pojasniti pitanja provjerene razine buke i ako je moguće treba izraditi plan da bi se spriječilo prekomjerno prelaženje dozvoljenih granica.

Ovo je značajno povećanje (od 30 do 40%, ako se uzima u obzir rast prometa) teških vozila na glavnoj cesti br. 6 što uvelike može utjecati na vibracijsko stanje objekata pokraj ceste. Zato je neophodno procijeniti stanje objekata pokraj cesta za dostavu, a kumulativna analiza utjecaja je neizbježna.

3.10. Otpadci

3.10.1. Opis stanja

Na mjestu budućih blokova reaktora – na osnovi raspoloživih podataka i informacija – otkiveni su građevinski otpadi postojećih blokova. Po rezultatima opširnog preispitivanja zaštite okoliša [80] FTV Rt.-a godine 2002. na mjestu odlaganja nema opasnih otpada, laboratorijska ispitivanja

odloženog čvrstog otpada nisu pokazala štetnost. Ukoliko se gradnja proširi na narečeni prostor, otpad treba iskopati i predati organu koji raspolaže pravomoćnom dozvolom za upravljanje otpadom.

3.10.2. Utjecaji gradnje

3.10.2.1. Vrste otpada i količina

Za vrijeme gradnje nastaje znatna količina otpada. Vrste otpada u slučaju različitih blokova su zapravo iste, ali po tipovima reaktora moguća je količinska razlika. Sukladno trenutnom reguliranju ukoliko iskapano zemljište sadrži štetne tvari, smatra se otpadom, moguć je nastanak pri većoj količini zemlje. *Tabela 3.10.2.1-1.* sadrži druge nastale otpade. Pri glavnih i sporednih skupina moguć je stvaranje veće količine otpada.

Tabela 3.10.2.1-1.: Otpadi nastali za vrijeme gradnje

EWC ¹ kod	Naziv
08 01 podskupina	Otpadi nastali proizvodnjom, pakiranjem, prodajom i uporabom boja i lakova, odnosno otpadi nastali tijekom uklanjanja
17. glavna skupina	Građevinski i ruševinski otpad
17 05 03* ²	Zemlja i kamen sa opasnim tvarima
17 05 04 ²	Zemlja i kamen koji se razlikuju od 17 05 03*
15. glavna skupina	Ambalažni otpad
20 02 01	Biološki ne raspadajući otpadi
20 03 01	Ostali selski otpadi, podrazumijevajući i mješani selski otpad

¹ EWC (European Waste Catalogue): Europski katalog otpada u kojem se mogu naći svi proizvodi i tvari koji su okarakterizirani kao otpad označeni sa pojedinačnim brojem koda (EWC kod).

² Zbog količine posebno smo označili.

Ovisno o tipovima budućih blokova moguće su količinske razlike u otpadima, posebice u vezi sa iskapanom zemljom, čija količina ovisi i o izabranom načinu izgradnje temelja. Pri izgradnji rashladnog sustava sa svježom vodom treba računati na isti tip otpada kao i kod izgradnje blokova. Količina komunalnih otpada se mijenja u skladu sa brojem radnika, prosječno za 1000 osoba treba se brinuti dnevno o 500–700 kg otpada, u najintenzivnije vrijeme (7000 osoba) ta brojka može biti dnevno i 4000 kg.

3.10.2.2. Skupljanje otpada, recikliranje, mijenjanje svojstva otpada

Ukoliko gornji sloj iskapano zemljište nije nasip, plodni sloj zemlje treba posebno skupiti i pri završetku gradnje na licu mjesta rabiti, ili predati kao plodni humus za korištenje. Samo manja količina od višetisućne m³ iskapano zemljište – što je djelomično nasip – može se koristiti na prostoru, preostali dio kod izgradnje puteva, prstonog uređivanja. Ukoliko zemlja nije spremna za prijevoz, na području treba označiti privremeni msještaj otpada. Ako recikliranje se ne može riješiti, mješani građevinski otpad treba predati organu koji raspolaže pravomoćnom dozvolom za upravljanje otpadom. Ukoliko u blizini nema na raspolaganju odlagališta odgovarajućeg kapaciteta, predlaže se proširenje odlagališta za komunalni otpad u Paksu. [78]

U slučaju građevinskih otpada za vrijeme gradnje treba se potruditi da po mogućnosti što veći dio otpada se skuplja selektivno, da se može riješiti reciklaža. Poradi toga u blizini gradnje ili na prostoru radova za pojedine otpade nastalih u većoj količini – cigla, beton, keramika, drvo, željezo – treba osigurati odgovarajuće mjesto skupljanja. Također odvojeno treba skupljati papirnati i plastični ambalažni otpad, u spremnike za odvojeno skupljanje. Narečene materijale treba predati za

recikliranje. Korisnik je moguć od trenutnih davatelja usluga nuklearne elektrane Paks MVM Zrt-a. Opasne otpade također treba odvojeno skupljati. Budući da u ovom slučaju postoji opasnost o zagađivanju okoliša, mjesto skupljanja treba izgraditi sukladno propisima Vladine uredbe 98/2001. (15. VI.) o uvjetima rada sa opasnim otpadom. Reciklažu ili mijenjanje svojstva otpada može vršiti isključivo osoba sa dozvolom, stoga otpad treba predati organu/nima s odgovarajućom dozvolom. Potrebite kapaciteti spaljivanja ili kapacitet odlagališta su na raspolaganju u državi. Pri gospodarenju i prijevozu otpada treba se pridržavati propisima narečene uredbe.

Mijenjanje svojstva komunalni otpada trenutačno se vrši u odlagalištu čvrstog otpada Paksa, koje se napunjuje, zbog toga sa suradnjom 7 naselja izgrađuje se regionalno odlagalište. O preuzimanju otpada nastalog tijekom gradnje treba postići dogovor s konzorcijem, ako je potrebno tražiti drugo odlagalište.

Biljni otpad koji prozilazi pri prostornog uređivanja može se kompostirati, ili reciklirati kod proizvodnje bio plinova. Kod izgradnje reciklažnog dvorišta Sustava područnog gospodarenja otpada Paksa treba ispitirati mogućnost kompostiranja.

Sukladno Vladinoj uredbi 191/2009. (15. IX.) o građevinskim radovima, tijekom gradnje treba voditi posebne očevidnike na obrascima o otpadima nastalih tijekom gradnje, i završetkom građevinskih radova zajedno sa potvrdom o preuzimanju i zbiranjavanju otpada predati nadležnom organu za očuvanje okoliša. Nadzorno tijelo sukladno s detaljnim propisima gospodarenja građevinskim i ruševinskim otpadima 45/2004. (26. VII.) BM-KvVM izrađuje koncesiju tijekom postupka građevinske dozvole.

3.10.2.3. Utjecaji nastalih otpada

Utjecaji tijekom gospodarenja opadima su mogući na onim područjima na kojima tijekom gradnje, pogona i prestanka nastaje ili se zbrinjava otpad. Zbrinjavanje otpada za vrijeme gradnje do prijevoza može prouzrokovati geološke promjene, nisu pod utjecajem površinske i podpovršinske vode. Utjecaji nastaju na područjima privremenih smještaja otpada, prosipavanjem ili ispuštanjem tijekom premještenja otpada. Izvor zagađivanja kod takvih slučajeva se dobro ograđuje, zagađivanje jednokratno. Zagađenje se u kratko vrijeme može zaustaviti i ukloniti sa zemlje. Utjecaji se smanjuju ili se mogu izbjeći ukoliko se skupljanje i zbrinjavanje otpada za vrijeme gradnje vrši se sukladno važećim pravnim regulativama, i pridržavaju se važeći propisi gospodarenja otpada. Narečeni utjecaji su minimalni.

3.10.3. Utjecaji novih blokova u pogonu

3.10.3.1. Nastanak radioaktivnih otpada, zbrinjavanje, privremeni smještaj

U pogonu nuklearnih elektrana nastaju tekući i čvrsti radioaktivni otpadi s niskim, srednjim i visokim aktivitetom. Budući da je kategorizacija radioaktivnih otpada po državama različita, to treba uzeti u obzir kod usporedbe nastalih otpada pojedinih tipova blokova u pogonu. Kod pet reaktora posebnom kategorijom se tretira otpad sa srednjim i niskim aktivitetom, čije zbrinjavanje i skupljanje iziskuju različita tehnička rješenja, ali u slučaju četiri tipova (AP1000, ATMEA1, EPR i APR1400) samo korišteno nuklearno gorivo se tretira otpadom visokog aktiviteta, kontrolni štapovi i uložni filter – koji se u Paksu tretiraju otpadom visokog aktiviteta – su među otpadima srednjeg aktiviteta. Sukladno tomu od pet pregledanih blokova samo za tip MIR.1200 daju se procjene za količinu otpada visokog aktiviteta pri normalnom pogonu.

Budući da u novim blokovima će biti reaktori s vodom pod velikim tlakom, mogući su slični tekući radioaktivni otpadi poput pogonskih blokova Paksa: ostatak vodene pare, kiselinska otopina evaporatora, istrošene primerkružne smole za izmjenu inona, dekontaminalne otopine, aktivni talog ili glib, aktivne mješavine otopine i zagađene tehnološke aktivne otopine kiseline bora. Iz elektrane

se odvozi samo kruti otpad, poradi toga tekući radioaktivni otpad se prerađuje u kruti, primjerice sa cementom ili polimerom.

Po domaćem iskustvu među otpade niskog i srednjeg radioaktiviteta se ubrajaju otpadi nastali tijekom pogona (npr. odjeća, osobna zaštitna oprema, polovni alati, sastavni dijelovi, aerosol filter) pojedini sastavni dijelovi reaktorske posude odnosno uređaji s aktivitetom. Kod otpada niskih i srednjih aktiviteta dominiraju izotopi s malim vremenom poluraspada.

Pri zbrinjavanju niskoaktivnih otpada nije potrebna gradnja štitova od radioaktivnih zračenja, dovoljno je odvojeno odlaganje na označeno i manje frekventni privremeni smještaj. Plan izgradnje građevine za skladištenje srednjoaktivnih otpada vrši se u cilju zaštite od radioaktivnih zračenja, ali – za razliku od otpada visokog aktiviteta – ne treba računati na nastanak topline u otpadu. Nisko i srednje aktivne otpade treba razlikovati po razdvojnem vremenu izotopa: kod otpada s kratkim vremenskim rokom odlučujući su izotopi kojima vrijeme poluraspada ne nadilazi 30 godina.

Tijekom pogona novih blokova treba računati na privremeno skladištenje nisko i visoko aktivnih otpada na licu mjesta i svrsishodna je uporaba odgovarajuće tehnologije za smanjivanje obujma otpada. To je po planu moguće drobljenjem, kompaktiranjem odnosno spaljivanjem (npr. i u slučaju EPR). Za zbrinjavanje nisko i visokoaktivnih otpada u većini pregledanih blokova kane se koristiti i danas uporabne čelične bačve od 200 litara, odnosno kod tipa AP1000 koristi se skladišna jedinica od 3 m³.

3.10.3.2. Postupak sa istrošenim gorivnim ćelijama i privremeno skladištenje

Novi blokovi rade s dvjema vrstama nuklearnog goriva: prvi u Paksu i danas rabljeni uranijev dioksid, a drugi je MOX (Mixed Oxide) mješavina plutonijevog dioksida dobiveno od uranijevog dioksida i recikliranog istrođenog nuklearnog goriva. Izotopi u rabljenim gorivim ćelijama pokrivaju cijeli periodni sustav elemenata, od elemenata s manjim atomskim brojem do elemenata s visokim atomskim brojem. Pri konačnom skladištenju ili recikliranju istrošenih gorivnih ćelija bitna je težina, aktivitet, stvaranje topline kod raspadanja gorivnih ćelija odnosno karakteristična biološka štetnost, radioaktivna toksičnost.

Aktivnost istrošenog nuklearnog goriva u početku daju tvari fizijom s kratkim vremenom poluraspada, a nakon sto godina plutonij, uranij, odnosno aktivitet ostalih aktinida²⁹. Na kraju pogonskog vremena specifična aktivnost je 10⁷ TBq/kg, za 10 godina se smanjuje tisućdjelno, a za 600 godina stotisućdjelno (100 TBq/kg). U istrošenim gorivnim ćelijama se usporedno smanjuju aktivnost i stvaranje topline.

Radioaktivna toksičnost pokazuje moguće zdravstvene štetnosti koji nastaju s unošenjem radioaktivnih izotopa u ljudsko tijelo³⁰. Za nekoliko desetljeća radioaktivnu toksičnost daju aktinidi, karakterističnu razinu prirodnog uranija koje istrošeno radiokativno gorivo postiže nakon više stotisućljeća.

Na osnovi poznatih podataka planiranih blokova otprilike u jednom reaktoru za vrijeme 60 godišnjeg pogona stvara se 1300–2200 t istrošenog nuklearnog goriva. (tabela 3.10.3.2-1.).

Zbog nastanka topline kazete treba odložiti u bazen za privremeno odlaganje pored reaktora. Ovdje se smanjuju aktivitet izotopa s malim vremenom poluraspada i topline nastale usred raspadanja.

Bazeni za istrošeno gorivo novih blokova omogućuju da istrošene kazete deset ili više od deset godina budu odložene u bazenima. U to vrijeme se smanjuje visina topline koja ostaje usred raspadanja i bude povoljna za suho skladištenje. (Tabela 3.10.3.2-2.).

²⁹ Skupina su od 15 elemenata koji leže između aktinija i lorensija s atomskim brojevima od 89-100 u periodnom sustavu.

³⁰ U matematičkom smislu radioaktivna toksičnost je zbroj radioaktivnih izotopa u istrošenom gorivu s povećanom količinom čimbenika dozične konverzije.

Tabela 3.10.3.2-1. : Količina istrošenog goriva u jednom bloku za vrijeme potpunog vremena u pogonu

Reaktor	Toplinska energija [MW]	Istrošenost kazete [MWd/kgU]	Čimbenik korisnosti [%]	Težina istrošenog goriva [t]
AP1000	3400	60	93	1334
MIR.1200	3200	55,5	90	1403
ATMEA1	3138	51,5	92	1450
EPR	4300	55	92	1861
APR1400	3983	44,6	92	2126

Tabela 3.10.3.2-2.: Odlaganje istrošenog goriva u bazen za privremeno odlaganje

Reaktor	Vrijeme odlaganja [godina]
AP1000	maks. 18
MIR.1200	10
ATMEA1	6–10
EPR	11–18
APR1400	maks. 16

Istrošeno gorivo iz bazena privremenog odlaganja s vremenom se premješta u privremeni smještaj odlaganja, gdje se više desetljeća odmara. Treba se zbirnuti i o odvozu topline koja ostaje usred raspadanja, za to je odgovarajuće i manje intenzivnije reguliranje (npr. prirodna cirkulacija zračne struje). Privremeno skladištenje u pojedinim državama (npr. u Slovačkoj) rješavaju vodenim spremnicima, sličnim poput bazena, ali većinom koriste suhe spremnike. Izgradnja takvih je različita:

- Izolaciju metalnog kontejnera (engleski *cas*k) i sprječavanje prodora radiokativnih tvari u okoliš osigurava materijal kontejnera. Za poboljšanje vođenja topline na vanjskoj površini kontejnera izrađuju se rebra. Pojedini metalni kontejneri osim odlaganja otpada odgovaraju i prijevozu istrošenih kazeta.
- Betonske komore su ogromne armiranobetonske konstrukcije, u kojima u čeličnim spremnicima tankog bedema se odlažu istrošene kazete. Strujanje zraka u otvoru između betona i čeličnog spremnika omogućava vođenje topline. Biološka zaštita je betonski zid.
- Komore (engleski *vaults*) sadržavaju sustav otvornih spremnika. Zrak koji struji između cijevi koji sadržavaju kazete odnosi ostatak topline koja nastaje nakon raspadanja, prirodnu cirkulaciju zraka ubrzavaju dimnjaci.

3.10.3.3. Mogućnosti konačnog odlaganja radioaktivnog otpada i istrošenih toplinskih elementa, mogućnosti mijenjanja svojstva

Kao rezultat tehničkog razvoja kod izgradnje budućih 3. generacijskih nuklearnih elektrana moguć je nastanak manje količine radioaktivnog otpada pri proizvodnji električne energije, nego kod trenutačnih blokova u pogonu, ali ne može se računati na znatni pad. Za vrijeme pogona i nakon demontiranja planiranih novih blokova treba se pobrinuti o skupljanju od više tisuća kubičnih metara radiokativnih otpada niskim i srednjim aktiviteom, i nakon toga o konačnom odlaganju. Po trenutačnim spoznajama to se najvjerojatnije se može riješiti nadogradnjom budućeg Nemzeti

Radioaktív hulladék-tároló (NRHT) (Nacionalnog skladišta radioaktivnih otpada) u području Bátaapátija.

Pri konačnom odlaganju toplinskih elementa (u tzv. otvoreni ciklus goriva) gorivo iz reaktora bez prerade može se premjestiti u konačni smještaj otpada, ali s tim postupkom se gubi znatna količina vrijedne čestice. Bez prerade smještene toplinski elementi su veliko aktiviteta, proizvodi znatnu količinu topline.

Najboljim rješenjem za trajni smještaj istrošenog goriva se smatra mjesto duboko ispod zemljine površine, u odgovarajućim geološkim formacijama napravljenim dubinsko-geološki spremnicima. Za vrijeme odlaganja otpada u znatnoj količini se koriste zaštitni nasipi. Pakiranje otpada (odnosno korištenje odgovarajućih spremnika, kontejnera), korištenje materijala za napunjavanje otvora i geološke osobine odlagališta zajednički garantiraju izoliranost radioaktivnog otpada od biosfere. Takav spremnik je prikladan za otpad nastao u reciklaži istrošenog goriva, odnosno za otpad nastao za vrijeme normalnog pogona i razmontiranja nuklearke.

Istraživanje prikladnoj stijeni u Mađarskoj za konačni smještaj otpada velikim aktivitetom je započet kod Bodai Aleurolit Formáció (BAF) koji pripada rudniku urana Mecseka. Količina informacija o prikladnoj stijeni i geološkoj okolini znatno nadilaze sve spoznaje o drugim potencijalnim područjima. Istraživačka bušenja kod rudnika urana su omogućila detaljnu analizu stijene i do sada se nije pojavila niti jedna okolnost koja bi isključila povoljnost područja za izgradnju dubinsko-geološkog spremnika. Ukoliko konačno odlaganje toplinskih elementa VVER-440 blokova bude na poručju Bodai, na istom mjestu – sa proširenjem otvora – predpostavlja se odlaganje i istrošenog goriva blokova.

U zatvorenom ciklusu goriva istrošeno gorivo se obrađuje (reprocesiranje), iz njega se proizvodi novo gorivo i samo otpad za recikliranje se odlaže konačni smještaj. Za ponovno obrađivanje istrošenog goriva u Mađarskoj nema mogućnosti.

3.10.3.4. Utjecaji građevinskih i inih otpada nastalih tijekom gradnje

Informacije o nastalim otpadima za vrijeme pogona dobili smo s jedne strane od prijevoznika novih blokova, s druge strane u vezi s reaktorima u pogonu od MVM Paksi Atomerőmű (nuklearna elektrana u Paksu) Zrt.-a. U osnovici kod pogona novih blokova ne nastane otpad druge vrste, njihova količina – budući da je riječ o suvremenom uređenju – bit će manja od trenutačne količine.

Vrste otpada i količine

Svojtvo svakodnevnih otpada nastalih za vrijeme pogona novih blokova bitno se ne razlikuje od otpada jedne industrijske tvornice. Najveća razlika se javlja u selektivnom gospodarenju radioaktivnih otpada. Otpadi mogu biti građevinski koji su nastali za vrijeme pogona, odnosno inertni otpadi za vrijeme preuređivačkih radova, opasni i neopasni otpadi. Koristeći date podatke o prijevozu i podatke blokova u pogonu Paksu razmotrili smo otpade planiranih novih blokova, koje smo naveli u *Tabeli priložnica M-2*.

Pri pogonu blokova treba uzeti u obzir hierarhiju gospodarenja otpada: izbjegavanje nastanka otpada – smanjivanje nastanka otpada – ponovna upotreba otpada – reciklaža – energetsko recikliranje – odlaganje. Gdje je moguće otpade treba pripremiti za ponovnu uporabu. Skupine toga mogu biti: istrošeno ulje, akumulator, metal, staklo i papir. Recikliranje, promjenu svojstva otpada ili prijevoz na odlagalište s dozvolom treba vršiti s prijevoznikom koji raspolaže potrebitim dozvolama. Ako se može prevesti na obližno mjesto s time se smanjuje prijevozni rizik na okoliš.

Otpadom se smatra onaj čvrsti materijal („otpad u rešetkama”) u filtrima koji nastane u napravama za filtriranje tijekom izdizanja sirove vode iz Dunava, koje je potrebno za pogon sustava rashlađivanja sa svježom vodom. Komunalni otpad nastane u svim organizacijskim jedinicama, područjima rada (uredi, radionice, socijalni objekti, blagovaone, laboratoriji itd.) nuklearke.

Skupljanje, skladištenje otpada

Skupljanje otpada treba riješiti na način da se onemogući ili da se na minimalno smanji zagađenje okoliša, i osiguravaju se uvjeti mogućnosti reciklaže. Poradi toga, ako se ne može izbjeći nastanak otpada, treba omogućiti izdruženju odgovarajućeg mjesta za selektivno skupljanje otpada. Selektivno skupljanje, ako je moguće treba riješiti već na mjestu nastanka sa spremnicima na radnom mjestu. S time paralelno na mjestu odlaganja treba osigurati – u slučaju opasnih otpada na skupljačkom mjestu poduzeća – spremnike za otpad s natpisima o podacima i svojstvu otpada, koji se dobro razlikuju, u koje se skupljaju otpadi s radnih mjesta iste skupine.

Industrijski neopasni otpadi

Industrijske neopasne otpade – za recikliranje, otpad za prodaju – na taj način treba skupljati da oni ne sadrže štetne tvari, koji spriječavaju daljnju uporabu. Zbog toga ne mogu sadržati npr. komunalne i opasne otpade. Za skladištenje otpada u dovoljnom broju treba osigurati skladište, izgraditi mjesto za skladištenje. U tu skupinu se zbrajaju različiti metalni otpadi, kablovski otpadi, neopasni električni i elektrotehnički otpadi, drveni otpad, papirnata i plastična ambalaža. Za otpad koji nije za ponovnu upotrebu predlaže se posebno mjesto skupljanja, možda sa područja mjesta za skupljanje opasnih tvorničkih otpada odvojiti odgovarajući dio.

Građevinski inert otpadi

Nastane u većoj količini, poradi toga treba veću pozornost posvetiti na otpade koji nastanu za vrijeme gradnje. Odgovarajuće selektiranje nije zadaća samo djelatnika nuklearke, nego – budući da u većini slučajeva takve vrste poslova obavljaju vanjska poduzeća – obvezatno je za svakog izvođača radova. Otpade nastale za vrijeme gradnje i rušenja ukoliko je u manjoj količini treba skupljati u kontejnere blizu gradnje, ali u slučaju veće gradnje otpad treba skupljati na prikladnom mjestu, na posebno označenom mjestu.

Opasni otpadi

Opasne otpade treba skupljati na mjestu nastanka, na skupljačkim mjestima radnoga mjesta, s natpisom i EWC³¹ kodom označenim posudama za skupljanje (kontejner, bačva, džak). Istrošeno ulje u većoj količini treba odložiti u spremnike s odgovarajućom zaštitom. Čvrsti otpad, koji ne sadržava tekućinu u ostatku (npr. od ulja masna krpa, smotak sa bojom) treba skupljati u plastične džakove.

Budući da prijevoz skupljenih otpada na radnim mjestima nije moguće izravno riješiti, treba izgraditi skupljačka mjesta za opasne otpade. Pri izgradnji skupljačkih mjesta treba se pridržavati propisa Vladine uredbe privitak br. 3. o gospodarenju s opasnim otpadom, odnosno treba izraditi provedbeni plan mjesta skupljanja otpada, koje treba dostaviti područnom nadležnom nadzornom tijelu za okoliš.

Komunalni otpad

Skupljanje komunalnih otpada tradicionalno se vrši na mjestu nastanka, u koševima za smeće, kontejnerima, ili u spremnicima osiguranim u te svrhe. Izgradnja posebnog mjesta za skladište nije potrebna, prijevoz otpada se rješava s izmjenom kontejnera.

Recikliranje otpada

Različiti tipovi otpada također nastanu u nadzornoj i nadgledanoj zoni. U nadzornim zonama nastale otpade također treba skupljati po vrsti, selektivno, ali prije prijevoza treba ih kvalificirati, te prijevoz je nakon postupka oporabe. Za vrijeme postupka oporabe otpada treba potvrditi o tome da za vrijeme gospodarenja otpadom poput neradioaktivni otpad, ne nadmašuje se efektivna doza

³¹ EWC (European Waste Catalogue): Europski katalog otpada.

30 μSv pojedinačnog godišnjeg radiokativnog opterećenja. Oporaba otpada se vrši sukladno propisima uredbe 16/2000. (8. VI.) EüM. Izvoz otpada iz nadzorne zone se vrši sukladno propisima uredbe, uzimajući u obzir odobrenja nadležnog organa o stupnjevima uporabe, i potrebno je vršenje mjerenje aktiviteta. Nakon uporabe transportirani otpad iz nadzorne zone u daljnjem se zajednički odlaže s otpadom nastalim u nadgledanoj zoni.

Recikliranje, mijenjanje svojstva

Iz gledišta isplativosti i očuvanja okoliša – uzimajući u obzir hierarhiju gospodarenja otpadom – za vrijeme ulaganja neka bude cilj smanjenje nastanka količine otpada i izradnja selektivnog skupljanja otpada poradi omjera recikliranja na visokom stupanju.

Tijekom gospodarenja otpadom prvotno treba osigurati gore navedeno recikliranje i mijenjanje svojstva otpada. Prema dosadašnjim iskustvima i mogućnostima lako je riješivo prodaja neopasnih industrijskih otpada: metal, drvo, papir i karton odnosno plastični otpad za daljne korištenje, ali porastom kapaciteta prerade daje se mogućnost i za korištenje građevinskih otpada. Glede opasnih otpada, otpade s naftom (istrošena nafta, s naftom masna krpa, smotak s naftom, mulj s naftom), akumulatore i suhe baterije moguće je reciklirati [84]. Dio ostalih opasnih otpada spaljenjem može na termičko korištenje (npr. mulj kanalizacije), za koje je na raspolaganju potrebiti kapacitet spaljenja. Rješenje za otpade koje se ne recikliraju jest odlaganje na odlagalištima. Odlaganje opasnih otpada – zbog manje količine – moguće je i riješivo na odlagalištima za opsane otpade.

Utjecaji nastalih otpada

Utjecaji pogona se razlikuju od izgradnje u tome, da treba računati na nastanak viševrsnih opasnih otpada i glede okolice na opasnije otpade. Istovremeno i utjecaj je vremenski dulji, mogući je dulji vremenski period do pronalaženja izvora i zapažanje zagađenosti, zbog toga količina štetnih tvari može biti veća. Za vrijeme pogona geološko područje je mogući nositelj utjecaja, možemo isključiti utjecaje na prizemne i podzemne vode. Izravni utjecaji na zagađivanje geološkog okoliša su mogući za vrijeme tvorničkog skladištenja otpada i skladištenja otpada na radnom mjestu, rasipavanje i iscjedivanje kod gibanja i prijevoza otpada, ili kod nezgoda. Neizravni utjecaj na zagađivanje geološkog okoliša su mogući za vrijeme tvorničkog skladištenja otpada i skladištenja otpada na radnom mjestu, rasipavanje i iscjedivanje kod gibanja i prijevoza otpada, ili kod nezgoda.

Neizravni utjecaji su mogući kod spaljivanja ili odlaganje i kod prijevoza, također i u zagađenosti tla odnosno u razini zagađenosti zraka. Budući da svojstvo nastalih otpada samo u maloj mjeri ovisi od tipa blokova, količinski utjecaji nastalih otpada mogu biti malo drukčiji u slučaju različitih blokova. Zbog nesigurnosti podataka nije svrsishodno činiti razliku između blokova. Utjecaji se mogu smanjiti ili minimalizirati s pridržavanjem propisa i izradnjom skupljališta otpada prema važećim zakonskim uredbama.

3.10.4. Zajednički utjecaji nuklearnih objekata u pogonu

Pogon novih blokova u osnovici ne rezultira nastanak drugih tipova otpada od otpada trenutne nuklearke, ali količinska veličina – zbog suvremenijeg uređaja nove nuklearke – će biti manja od trenutačne. Tradicionalni otpadi (neradioaktivni otpadi) nastaju tijekom održavanja ispravnog stanja, građevinskih radova, pripremnih i vodoregulativnih radova. U nuklearki u pogonu godine 2010. nastalo je 1811 t industrijskog neopsanog otpada, 372 t opasnih i 450 t komunalnih otpada. Po očekivanju količina otpada novih blokova će biti ispod, zbog suvremenije tehnologije, održavanja ispravnog stanja u manjem broju i zbog manje količine potrebne radne snage. Glavne skupine otpada pri pogonu novih blokova smo rezimirali u Tabeli *M-2. privitka*.

Utjecaji se mogu smanjiti ili minimalizirati s pridržavanjem propisa i izradnjom skupljališta otpada prema važećim zakonskim uredbama.

3.11. Selski okolišni, društveni i gospodarski utjecaji

3.11.1. Opis osnovnog stanja

Kod općenite karakteristike selskog okoliša predstavljamo poziciju prostorne strukture, glavne crta razvitka i infrasturalne karakteristike. Pri ocjenjivanju uzeli smo u obzir da nuklearka u pogonu znatno djeluje na gradski život Paksa, i izgradnjom novih blokova povoljni utjecaji mogu dugoročno afirmirati.

3.11.1.1. Najbitnije karakteristike selskog okoliša

Prirodno-zemljopisni položaj i pozicija prostorne strukture grada

Prirodno-zemljopisni položaj Paksa određuje podunavsko visokoobalna rasprostranjenost. Grad sa upravnim područjem od 15 tisuća hektara je nastao na granici Zadunavlja i Alfölda (Nizine), po zemljopisnim svojstvima više se smatra nizinskom (alföldi) nego zaduvaskim gradom.

Sustavu veza u prostornoj strukturi odlučujuća je sjeverno-južna karakteristika, a drugorazredni su istočno-zapadne veze. U područnim vezama Paksa prema Dunaföldváru je izgrađena suradnja i uzajamno djelovanja nadmetanja, prema Szekszárdu županijski upravni odnosi i veze usluge, ali i administrativna ovisnost. Prema Kalocsi zbog Dunava se izgradila samo slabija veza.

U 19. stoljeću Paks je poljoprivredni grad znatne veličine i velikim brojem stanovništva (poljoprivreda, malo obrtništvo, trgovina, usluge). Na prekretnici 19. i 20. stoljeća Paks je kotarsko središte sa poznatim gospodarstvom i uslugom na visokoj razini (postoji i luka, pošta, željeznička stanica u naselju). Taj razvoj je prekinuo I. svjetski rat, potom još jače II. svjetski rat, nakon kojeg je oslanjajući se na poljoprivredna svojstva područja (trvonica konzervi) ponovno se razvio. (Paks je s glavnim gradom izgradio tijesne gospodarske, poljoprivredne veze i odnose u opskrbi s poljoprivrednim proizvodima.)

Izgradnjom nuklearke broj pučanstva Paksa u kratko vrijeme se znatno povećalo, ali ujedno se formirao u jednofunkcijski grad. Izgradnja nuklearke je i glede kulture rada donijelo osnovne promjene, unikalno svojstvo daju gradu stručnjaci s visokim i ujedno i specijalnim stručnim znanjem.

U dinamičnom rastu broja stanovništva Paks nije mogao odgovarajuće razviti srednjostupanjске gradske funkcije. Pored razvitka sustava veza grada, gravitacijske zona grada i svojstvom središta uposljanja nije se znatno razvio. Istovremeno pomoću nuklearke infrastukturalna obskrbljenost usporedno s gradovima iste veličine je znatno bolja, izgradnja osnovne infrastrukture je potpuna. Sukladno specijalnim zdravstvenim zahtjevima nuklearke u odgovarajućoj mjeri se razvio specijalno zdravstvo, ali se nije uspjela izgraditi bolnica.

Inženjerska infrastruktura

Prije izgradnje nuklearne elektrane infrastrukturna mreža je bila manje razvijena. Razvoj je pokrenuo početkom 1970-ih godina i do prekretnice stoljeća se poboljšala na odgovarajuću razinu. S izgradnjom nuklearke struktura naselja i izgled grada se u znatnoj mjeri promijenilo. Izgrađeni su novi centar grada i novo stanbeno naselje. Trenutačno su karakteristične sljedeće infrastrukturna svojstva: karakteristike:

- Suvremena *cestovna mreža* grada. Cijela dužina je skoro 100 km, skoro u potpunosti je čvrsta kaldrma, lako je doći do ulica. Po cijeloj dužini uličnog sustava su izgrađeni i trotuari, ali glede biciklističkih staza nije na odgovarajućoj razini grad.
- Cjevovodni sustav *pitke vode* u potpunosti udovoljava svim zahtjevima. Dužina cjevovodnog sustava godine 2010, je 112,2 km. Pitka voda je odgovarajuće kakvoće, trenutačno je na raspolaganju grada spremnik vode zapreminom od 4450 m³. Skoro 100% količina pitke vode se odvodi u sustavu *otpadnih voda* grada, koje je dužine od

69,4 km. Nastale otpadne vode u potpunosti pročišćeno se odvodi. Opskrbljenost pitkom vodom stanbenih zgrada je 100% i omjer priključenih stanova na kanalizacijski sustav je 93%, što se može smatrati dobrim postotkom.

- Grad je uključen u sustavni *odvoz otpada*. Godine 2010. u gradu se skupilo 15 701 t čvrstog otpada. Grad Paks upravlja sa svojim odlagalištem komunalnih otpada, koje raspolaže s dozvolom i tehničkim obranom. Za vrijeme razvoja izdrađeno je i poduzeće za kompostiranje. U sustav gospodarenja otpadom su uključena Bölske, Gerjen, Györköny, Pusztahencse, Madocsa i Nagydorog. U gradu je zadovoljavajuća infrastruktura za selektivno skupljanje otpada. Rekultivacije ranijeg odlagališta otpada je učinjena.
- Izgradnja sustava *električne energije* je 100%. Izgradnja *sustava plinovoda* je započeta 1996, više od 45% stanova priključen na sustav, u slučaju ostalih stanova je električno grijanje ili daljinsko grijanje u panelnim zgradama.

3.11.1.2. Grad i proizvodnja atomske energije

Položaj grada Paksa uspoređujući sa sličnim gradovima je specifičan, budući da djelovanje u osnovi određuje jedno veliko poduzeće. Grad Paks i nuklearna elektrana su strateški pratneri jedni drugog, u prostornom razvoju desetljećima su tijesno povezani. U proteklim desetljećima znatan broj razvoja u Paksu je sotvaren kao „ulaganje koj se nadovezuje”, ili s poptorom MVM Paksi Atomerőmű Zrt-a.

Znatniji izvori prihoda grada su iz mjesnih poreznih uplata, porez gospodarsko djelovanje, što je otp. polovica gradskog proračuna. Pitanja u vezi s nuklearnom elektranom su državnog karaktera, tako grad ili županija jedva ima pravo.

Glede budućnosti dokumenti o razvoju područja ne daju sigurnosnu točku. Konceptija državnog ispitivanja za područni razvoj u poglavlju opskrbljenost s energijom ne navodi sudbinu nuklearne elektrane. Istovremeno većina članova parlamentarnog Odbora za održivi razvoj je za razvitak nuklearke. Tako je možda i dugoročno osiguran razvoj gradu na osnovi proizvodnje atomske energije. Grad sa svoje strane kontinuirano osigurava da svaka konceptija, plan na gradskoj razini računa na razvoj nuklearke.

Izgradnjom nuklearne elektrane grad Paks je postao gradom s najdinamičnijim razvojem države. Na osnovi uplate osobnih poreza danas je osmi na popisu najbogatijih gradova države. Nastali su takve grane usluge koje nisu karakteristične za gradove slične veličine.

Naredno desetljeće, građevinski radovi izgradnje novog bloka nuklearke izrazito naglašavaju uzajamnu povezanost i suradnju. Utjecaj upošljavanja pri razvoj nuklearke, nakon privremenog porasta, rezultira 1–1,5 tisući porast pučanstva, što je u datom slučaju ne može balansirati negativne demografske tijekove i sa iseljavanjem pad broja stanovništva.

3.11.2. Utjecaji gradnje

Utjecaje izgradnje i pogona novih blokova atomskih reaktora na selski okoliš možemo svrstati u tri glavne skupine:

- utjecaji na seosku i prostornu strukturu, prostorno uređenje i očuvanje nasljeđa,
- utjecaji na selski komunalni sustav i na komunalne usluge,
- utjecaji na javnu cestovnu mrežu i promet.

Glede selskog prostornog uređenja po trenutačnim informacijama neće biti bitne razlike između pojedinih tipova blokova niti za vrijeme gradnje, niti za vrijeme pogona. (Znatna razlika je samo u broju izraditelja – *tabela 2.5.1-3. poglavlja 2.5.*).

Grad glede prostorne strukture, prostorno-stukturalne pozicije može profitirati izgradnjom novih blokova. Budući da planirano ulaganje dugoročno utvrđuje trenutačni položaj Paksa.

Faza gradnje sa velikom količinom radne snage vjerojatno će porasti broj pučanstva, radnike, možda i njihovu obitelj treba smjestiti, to će promjeniti i odnose unutarnjeg prostornog uređenja grada, (privremeni smještaj građevinskim radnicima, izgradnja novih stanbenih objekata, osiguravanje prijevoz iz okolnih naselja). Povećanje broja stanbenih prostora iziskuje i razvoj infrastrukturne mreže. Potrebit je razvitak osnovnih opskrba (trgovina, ugostiteljstvo, javne ustanove), pogotovo novih rekreacijskih mogućnosti, blizu radnoga mjesta, iliti u Paksu.

Novi objekt će biti na industrijskom području, mjesto nuklearnih blokova i prostor za gradnju su već označeni u regulacijskom planu grada. Privremeno zauzimanje prostora za vrijeme gradnje utjecajem je i na prostornu strukturu, budući da ova zemljišna područja u to vrijeme se ne mogu koristiti u druge svrhe. I izgradnja povezujućih, dopunskih objekata (npr. putovi, drugi mrežni elementi) iziskuje modifikaciju korištenja rubnog dijela grada. Prigodom označavanja tih prostora treba uzeti u obzir prirodne i okolišne interese.

Planirano ulaganje je znatno udaljeno od pojedinih vrsta spomenika kulturne baštine, zbog toga neće se uništiti kulturna dobra. Pri izboru prostora za izgradnju povezujućih i dopunskih objekata treba uzeti u obzir prostornu rasprostranjenost kulturne baštine. Poradi očuvanja arheoloških vrednota potrebna su prijevremenska arheološka mjerenja, moguća prediskopavanja i arheološki nadzor zemljišnih radova.

Za vrijeme gradnje za opskrbu velikog broja radne snage (i članova obitelji) i zbog duljine radova treba razviti komunalije i javne usluge. Npr. moguć je povećavanje kapaciteta zbog gospodarenja otpadom i vođenja zadaća javne uprave. U slučaju izdranje novih stanbenih objekata najvjerojatnije treba razviti i komunalni sustav. Povećavanje pojedinih mreža, razvoj za vrijeme gradnje najvjerojatnije će nanjeti privremene smetnje u selskom životu (buka, vibracije, zagađenje zraka).

Izgradnja novih blokova je znatan teret i iziskuje i prijevoz otpada, moguće je da će se javiti potreba za izgradnju novih puteva (primjerice između gradilišta i stanbenih objekata). Povećavanje prometa – pogotovo teretnog prometa – štetno utječe na stanje korištenih puteva, opterećenost bukom i vibracijom, pogoršava se kakvoća zraka. Poradi toga predlaže se prednost javnog prijevoza, i zbog toga potrebit je razvoj lokalnog i međuselskog prometa i razvoj mogućnosti parkiranja.

3.11.3. Utjecaj novih reaktora u pogonu

3.11.3.1. Utjecaji na ekologiju naselja

Utjecaji koji nastaju tijekom pogona u velikoj mjeri ovise o ostvarivanju dodatnih razvijanja i ulaganja za vrijeme gradnje te o tome hoće li takva ostvarenja biti potrebna i za vrijeme pogona. Kapaciteti koji se izgrađuju vjerojatno će biti podobni za zadovoljavanje potreba koje se javljaju tijekom pogona, naime potreba za radnom snagom pogona manja je za vrijeme gradnje. Novi će reaktori u pogonu – ako se ostvare potrebna razvijanja – imati tek neznatan utjecaj na ekologiju naselja. Treba računati samo na postojanje utjecaja promjena na okoliš koji su rezultat djelovanja prometa, odnosno prijevoza osoba i tereta. Ti se utjecaji mogu smanjiti korištenjem putova kojim se zaobilaze naselja, korištenjem vozila s niskom emisijom plinova i buke, odnosno kontinuiranim održavanjem korištenih putova, skorašnjim uklonjenjem nedostataka putova i rupa na cestama, u slučaju nove kaldrme korištenjem tzv. tihe kaldrme.

Kao nedvosmislena prednost ekologije naselja pojavljuje se stabilizacija pozicije prostorne strukture koja proizlazi iz postojanja novih reaktora.

3.11.3.2. Društveno-gospodarski utjecaji

Razvoj stanovništva

Promjenu stanovništva kao utjecajni čimbenik treba uzeti u obzir zbog potreba za radnom snagom i povećanih potreba usluživanja, što je povezano s već rečenim. Promjene su za vrijeme gradnje značajnije od promjena tijekom pogona. Razlog tomu je velika količina građenja i dugo vrijeme

gradnje. Za vrijeme gradnje višak broja (ne mjesnih) radnika tijekom razdoblja kada su radovi najintenzivniji može dostići 5000 do 6000 osoba; činjenica naglog porasta može prouzrokovati bezbroj problema. Broj radnika koji je potreban za funkcioniranje objekta, uzimajući u obzir izgradnju dvaju reaktora – i radne snage opskrbe i usluge – otprilike je 1000 osoba. I to je ozbiljna promjena, ali se već može priključiti u razvoj područja u tom slučaju, na primjer, poboljšava sastav dobi radne snage koji je sve lošiji.

Društveno-gospodarski utjecaji

U mjesnom i područnom zapošljavanju znatno je povećavanje – skoro 10-postotni porast – i u periodu gradnje i u periodu pogona. Struktura stručnoga prosvjetnog obrazovanja u županiji povoljna je iz aspekta zadovoljavanja neposrednih i posrednih zahtjeva novih reaktora.

Povoljni se utjecaji zapošljavanja za vrijeme gradnje i pogona proširuju, osobni i samoupravni dohodci mogu igrati ulogu u oživljavanju gospodarstva. Prema osnovnoj situaciji može se očekivati jačanje pojedinačnih i partnerskih poduzeća u regiji.

Planirano ulaganje u razdoblju gradnje i tijekom pogona u Paksu znatno povećava mjesne porezne dohotke.

Utjecaji na pojedinca

Razdoblje gradnje uzrokuje promjene i u kvaliteti života. To se za mještane stvara neugodnosti, problem za zaposlenike koji više godina tamo rade uzrokuje pad kvalitete života.

U mjesnim, socijalnim, prosvjetnim i zdravstvenim uslužnim sustavima nema znatnih zaliha za opskrbu velikog broja ljudi koji se privremeno ili trajno pojavljuju (možda zajedno s obitelji), zato je razvijanje takvih sustava neophodno.

Postojanje nuklearne elektrane u regiji nije ni sada čimbenik koji ugrožava osjećaj sigurnosti. Nuklearku u pogonu dobro prihvaća stanovništvo na državnoj i na regionalnoj razini. Ni nesreća u Fukushimi nije važnije utjecala na samo prihvaćanje. No, što se tiče pitanja utemeljenja nove nuklearne elektrane, na omjer su prihvaćanja-odbijanja znatno utjecale smetnje u pogonu u Paksu 2003. g. i nesreća u Fukushimi. Druga važnost koja se uočava mjerenjem bila je da potpora nuklearne energije uvelike ovisi o ljudskoj informiranosti; znači, što je bolja obaviještenost, veće je i prihvaćanje.

Budući da nova planirana nuklearna elektrana – unatoč nekom vremenu paralelnog pogona – služi ustvari za nadopunu već postojeće, poznati podatci mjerenja ukazuju da bi komuniciranje o tome u društvu imalo utjecaja na samo prihvaćanje.

Utjecaji na zajednicu

Promatrajući naselje Paks možemo reći da se još i danas skoro sve povezuje s nuklearnom elektranom. Znači, mjesni će se identitet minimalno mijenjati; smjer te promjene ovisi o povoljnim i nepovoljnim iskustvima gradnje i pogona. Ako iz šire regije sve više osoba dobiva zaposlenje za vrijeme gradnje i pogona, time će se sve više jačati i međusobna povezanost. Danas je općenito mišljenje u regiji izuzetno pozitivno, nuklearna elektrana privlači pozornost i pojedinaca i poduzeća. U vezi s tim značajnijih promjena ne bi trebalo biti niti bi s njima trebalo računati.

3.11.4. Zajednički utjecaji nuklearnih objekata koji djeluju na području podružnice

Zajednički se utjecaji na ekologiju naselja javljaju samo posredno, zbog viška opterećenja koje proizlazi iz transporta javljaju se pokraj naselja pojedini putovi. Tu se lokalno, neposredno pokraj puta, mogu pojaviti brojni utjecaji te zato kao važan zadatak treba postaviti rad na smanjivanju tereta. U tome samouprava treba surađivati s ulagačem (npr. naznačavanje područja s manjim prometom, odlaganje početka smjene pojedinih objekata itd.).

Svi su ostali utjecaji na naselje gospodarsko-društvenog karaktera, tj. u tom slučaju nisu zajednički utjecaji određujući, nego baš obrnuto, oni proizlaze iz nove situacije koja će nastati nakon

zaustavljanja elektrane u pogonu. Ovo ne treba proučavati kao dio sadašnjeg, nego kao dio budućih mjerenja koja će obaviti nakon zaustavljanja elektrane.

3.12. Uporaba pejzaža i područja

3.12.1. Prikaz osnovnog stanja

Prema zakonu br. LIII. 1996. o zaštiti okoliša u poslovnoj fazi zaštite krajobrazu treba proučavati uporabu područja, strukturu krajobrazu, značajke krajobrazu i potencijal pejzažne okolice novih reaktora nuklearne elektrane. Iz aspekta krajobrazu – uzimajući u obzir kao elemente krajobrazu markantno pojavljivanje novih reaktora – proučavanje smo proširili na 20 km oko nuklearne elektrane.

3.12.1.1. Eksploatacija područja, struktura krajobrazu

Za proučavanje promjene strukture krajobrazu od utemeljenja nuklearke bile su korištene zračne snimke i snimke iz svemira. Prema obradbi 5 svemirskih i zračnih snimaka snimljenih između 1997. i 2009. može se istaknuti sljedeće:

- regija Paks 1970-ih godina, prije ostvarenja postojeće nuklearke, bila je tipičan poljoprivredni krajobraz (skoro 2/3 velike parcele) s visokim omjerom područja (šuma 10%, travnjak 6%, vodena površina iznad 5%). I samo je naselje bilo u skladu s takvim tipom krajobrazu; u tihom, stagnirajućem naselju unutar industrijske djelatnosti prehranbena je industrija bila odlučujuća.
- izgradnja elektrane je i u strukturu krajobrazu unijela znatne promjene: povećao se broj umjetnih elemenata, nastalo je prošireno industrijsko područje, kao se dodatni element ostvarila stambena četvrt za zaposlenike. Uočen je i porast šumskih područja (zaštitna šuma). Rast industrijskih područja vidljiv je u prvom redu između naselja i nuklearne elektrane, na području između glavne ceste broj 6 i Dunava. Pritom ta promjena ne proizlazi neposredno iz proširenja područja nuklearke, nego iz doseljavanja dodatnih uslužnih industrijskih objekata i drugih industrijskih i uslužnih objekata.
- na prekretnici tisućljeća struktura poljoprivrede znatno se promijenila. Udio velikih parcela pao je na 40%, a udio malih povećan je na 18% (odšteta). Velike parcele odonda nisu više dominantne u strukturi i slici krajobrazu. Kao pokazatelj razvoja urbanizacije važan je bio porast u proširivanju sportskih terena, područja za slobodno vrijeme i ljetovališta.

Strukturu krajobrazu Paks i okolice nuklearke karakterizira znatna mozaičnost, raznolikost (*dodatak M-19.*). Rasprostranjenost poljoprivrednih područja još je i danas znatna (59%). Visok je udio listopadnih šuma (oko 11%). S oko 5% rasprostranjena su tipična korištena područja u regiji, vodene površine, travnjaci i područja s obiteljskim kućama.

3.12.1.2. Ocjena sadašnjih pejzažnih značajki

Za opis pejzaža (krajobraz, struktura krajobrazu) uz njegovo biološko djelovanje obično ocjenjujemo izvornost, mnogostranost i zdravstveno stanje³² područja. Te čimbenike u prvom redu određuju biljni svijet, postojanje ili nedostatak i kvantiteta i kvaliteta drugih elemenata krajobrazu i rubova:

- Biološko je djelovanje prostora sada osrednje. Udio je šuma niži od državnog prosjeka, malo ima i travnjaka. Udio je vodenih površina (u prvom redu Dunav i jezera za pecanje) veći od prosjeka. Poljoprivredna područja koja pokrivaju skoro polovicu područja također su

³² Csemez Attila – Balogh Ákos: Tájévelem a környezeti hatásvizsgálatokban (1986. po nalogu OKTH) (Zaštita krajolika u ekološkim mjerenjima)

djelomično aktivna iz biološkog aspekta, jer su sasvim ili u jednom dijelu pokrivena biljem za vrijeme vegetacijskog razdoblja.

– Stupanj antropogenog utjecaja je znatan (nuklearna elektrana, druga industrijska područja, površine za promet, visokonaponski dalekovodi itd.), još i na prirodnijim mjestima (npr. zaštitna šuma je više plantaža, nego prava šuma. Napasanje na području eko-parka znatno je pogoršalo stanje izvorne pješčane trave). Okolica planiranih novih rektora zbog čovjekova je djelovanja uglavnom izgubila izvornost, originalnost, odnosno njezina je originalnost niža.

Skoro netaknuta prirodna područja nalaze se u prvom redu pokraj Dunava, odnosno na brežuljcima koji se protežu prema sjeverozapadu i nasadeni su ponajprije vinogradima i vočkama. Dio tog područja je i zaštićeno *Ürge-mező* (polje) kod Paksa.

– Promatrajući zemljopisne značajke proučavane regije prikazuju se značajke *Alfölda*. Međutim, struktura područja bila je još prije gradnje nuklearke raznovrsnija, raščlanjenija i šarolikija od običnog krajolika *Alfölda*. Jedan od glavnih uzroka toga su izgledom karakteristične vodene i šumske površine, odnosno pojavljivanje vegetacije Dunava i njegove obale koji su prostorni rubovi.

– Zdravstveno stanje područja iz aspekta krajobraza postupno se smanjuje. Već prije gradnje nuklearke bilo je prisutno negativno djelovanje čovjeka, na što biljni i životinjski svijet reagira pogoršanjem stanja, seljenjem i izumiranjem vrijednih životinjskih vrsta. I tada su već uglavnom nedostajale površine koje su tijekom cijele godine pokrivene prirodnom vegetacijom. Industrijska eksploatacija često dolazi zajedno s nezdravom vegetacijom, erozijom, devastiranim³³ površinama, odnosno pojavljivanjem drača, naseljenjem životinjskih vrsta koje nisu karakteristične za taj prostor (npr. travnjak ispod dalekovoda, ili pojavljivanje drača u šumi oko elektrane). Taj neugodan proces pojačali su i zahvati u posljednjim godinama (npr. porast industrijskoga područja, stavljanje u pogon autoceste M6, razvijanje eko-parka).

Na kraju možemo zaključiti da je područje, s obzirom na pejzaž i ukupnu sliku krajobraza, znatno preoblikovano; prevladavaju tragovi ljudskih djelovanja. Što se tiče pejzaža, pozitivna je pojava vegetacije Dunava i njegove obale u strukturi i slici krajobraza, odnosno znatna raščlanjenost, mnogostranost i prirodnost jednog dijela rubova prostora.

3.12.1.3. Osobitosti krajobraza

Krajobraz se razvija prepoznavanjem i subjektivnim prosuđivanjem oblikovnih elemenata i elemenata u boji tijekom percepcije pojedinca. Obično lijepim smatramo krajobraz koji je raznovrstan i koji se ponajprije sastoji od prirodnih elemenata. Važan je doživljaj prostora koji proširuju horizontalni rubovi, a vertikalni ga suzuju. U najljepšim dijelovima krajobraza ujedno su prisutni reljef, vodena površina i zelena vegetacija.

Regija blizu nuklearne elektrane osrednje je bogata što se tiče strukture pejzaža. Promatrajući krajobraz od presudnog su značaja povoljni elementi kao vodeno područje i vegetacija koja ga prati, a kao reljefne forme prisutni su i zapadni rubovi. Nema ih ili se tek prikriveno pojavljuju nepovoljne slike (npr. deponij za otpadke). Grad i nuklearna elektrana naglašeni su umjetni elementi krajobraza.

Pojava nuklearne elektrane kao vizualni element ovisi od prosudbe pojedinca, subjekta. Na prosudbe društva utječu sociološki, svjesni, emocionalni, psihički (ili pak politički) aspekti. S aspekta prosuđivanja nuklearne elektrane važno je da se objekt može ocijeniti kao simbol visoke razine kulture rada, planiranja i preciznosti visokog stupnja.

Svojim izgledom pokazuje uloženi duhovni kapital, tehniku na visokoj razini i tehnologiju.

Zaključno se može reći da trenutno pejzažna pojava područja nije visoko vrijedna (ni u pozitivnom ni u negativnom smislu).

³³ Upropaštenim.

3.12.1.4. Djelatnost nuklearne elektrane u oblikovanju okolice pejzaža i naselja

U oblikovanju strukture područja ulogu igra aktivna djelatnost u zaštiti okoliša elektrane u pogonu. Bezbroy programa se moglo ostvariti pomoću MVM Paksi Atomerómű Zrt. od kojih iz aspekta krajolika možemo spomenuti:

- rehabilitaciju mrtvog rukavca Dunava kod Fadd-Domborija, dopuna vode,
- oživljavanje močvarne šume pokraj puta nadoknade vode u Dunaszentgyörgyü,
- izgradnja ribičkog prostora koji se nalazi pokraj ograde elektrane,
- potpomaganje zaklada i akcija koje se bave razvijanjem područja i naselja (npr. akcija „Zajedno protiv ambrozije“, Zaklada Duna-Mecsek za razvoj područja (Duna-Mecsek Területfejlesztési Alapítvány³⁴), i akcija³⁵ „Zasadi drvo, životno drvo – čuvaj izvor kisika“)

3.12.2. Utjecaji gradnje

Struktura krajobraza, tj. tip krajobraza primatelja i brz način eksploatacije znatno su se promijenili izgradnjom elektrane, pojavila se nova eksploatacijska dimenzija u području. Raniji poljoprivredni pejzaž promijenio se u industrijski. Novi će reaktori biti ugrađeni u jednu već postojeću strukturu krajobraza, što znači da s obzirom na strukturu krajobraza neće biti novih promjena.

Struktura područja, tj. sporije promjene u pojedinim eksploatacijskim mozaicima moguće su u prvom redu u užoj okolici elektrane. Utjecaji su posljedica s jedne strane ugradnje podružnice, s druge strane smještanja privremenih objekata, s treće strane ostvarenja npr. infrastrukturnih objekata (mreža električne energije, put, željeznica, luka itd.). U neposrednoj blizini podružnice moguće su i druge promjene u eksploataciji područja, naprimjer vrijedno je povećati prostor drveća oko elektrane prema sjeveru, ili pojedine mozaike (mjesto za životinje, teren za krosmotor itd.) djelomično ili u cjelini premjestiti na novo područje. Ove se u eksploataciji područja dobro vidljive promjene odnose na okolicu novog podružnice velikog nekoliko 100 metara, najviše 1 do 2 km i u strukturi prostora uzrokuju promjene neznatnog značaja.

Utjecaji gradnje na korištenje krajobraza vrlo su znatni na građevinskom i na prometnom 100 ha velikom području u razdoblju od 5 do 8 godina te mogu uzrokovati značajne smetnje u krajobrazu.

Prema ocjenjivanjima stručne oblasti najznačajnije može utjecati transport. Da bi smetnja bila smanjena na minimum, najveći bi dio građevinskog materijala trebalo prevoziti vodenim putem. Od cestovnog je transporta povoljniji i željeznički transport, izuzev istočni rub Paksa.

Cestovni transport ometa promet obližnjih putova (spor promet, prometni čepovi). Zbog opterećenja cesta, znatne težine teretnjaka punih građevinskim materijalom i izazivanja vibracija negativno utječe na stanje putova i obližnjih zgrada.

Zbog dužega građevnog razdoblja potrebno se posebno baviti s privremenom promjenom pejzaža. Atraktivni elementi tijekom gradnje su oni sa stalnim i oni s privremenim, promjenjivim izgledom.

Promjenjiv je npr. izgled pojedinih objekata ovisno o njihovoj pripranosti, stalni je npr. kretanje građevinskih radnika, privremene zgrade, pojavljivanje strojeva za rad i transport. Povećana prisutnost čovjeka i promet smanjuju harmoniju sadašnjega staloženog industrijskog izgleda.

Objekti koji pripadaju elektrani u prvoj fazi gradnje (sređivanje zemljišta, postavljanje temelja) ne ukazuju se u prizoru. Kako započinje izgradnja objekata, tako objekti počinju utjecati na vizualni izgled užeg i šireg okoliša. Visina, masa i blokni karakter novih reaktora i dodatnih objekata bit će slični već postojećim reaktorima elektrane, što znači da se pojavljuju kao novi vizualni elementi, ali u cjelini ne ukazuju na drugačiji prizor od ranijeg krajolika. Potpuno usklađivanje s krajolikom i otkrivanje iz krajolika nije moguće ni u slučaju zgrada reaktora ni u slučaju od njih puno viših dimnjaka. Dok su prije spomenuti prostrani, blokovsko naglašeni elementi krajolika, vitki (uski) dimnjaci ne pojavljuju se dominantno u krajobrazu.

³⁴ Izvor: <http://www.atomeromu.hu/duna-mecsek-teruletfejlesztesi-alapitvany>

³⁵ Izvor: <http://www.paks.hu/varos/civilszervezet.php>

Čovjeku u većini slučajeva smeta nepovoljan element atraktivnosti. Ako se kao radnik upozna s nekom karakternom slikom industrijske tvornice, možda će odnos radnika industrijske tvornice prema takvoj slici biti puno pozitivniji nego ako se netko samo želi odmarati na tom području ili ako samo tuda prolazi. Nuklearna elektrana može izazvati utjecaj smetnje sa zemljišta unutrašnjeg dijela naselja. Međutim nepovoljno prosuđivanje objekta na tim područjima ublažuje činjenica da je riječ o najvećem poslodavcu naselja. Tipična rekreacijska mjesta pojavljuju se na području kao pojedine točke i kod njih se nepovoljna slika može ukloniti s otkrivanjem. S glavne ceste broj 6 i s autoceste M 6 elektrana se vidi samo djelomično. Sadašnja će se manja vidljivost vjerojatno povećati, s gradnjom će utjecaji na krajolik postupno jačati.

Područje koje će obuhvatiti utjecaji postupno će se povećavati tijekom građevnog procesa. U prvoj će etapi gradnje, uzimajući u obzir gore navedene činjenice, samo iz neposredne blizine, onkraj ograde biti uočljive promjene. Kasnije će, izgradnjom visokih objekata (dimnjaci, zgrade elektrane), kontinuirano rasti područje na kojem će biti uočljivi utjecaji, dok ne dostigne procijenjen 20 km veliki prostor.

3.12.3. Utjecaji novih reaktora u pogonu

Eksploatacija prostora i promjene strukture krajobraza identične su onima koje su zabilježene kod gradnje, tj. veće se promjena nakon realizacije reaktora ne očekuju ni u strukturi krajobraza ni u eksploataciji područja.

Za zaključno opisivanje sadašnjeg pejzaža uzeli smo u obzir biološko djelovanje, izvornost, mnogostranost i zdravstveno stanje područja. Nakon stavljanja u pogon novih reaktora:

- biološko će se djelovanje područja minimalno smanjiti, naime područja koja se uključuju u gradnju su danas siromašni travnjaci, ponegdje s ostacima temelja iz ranije gradnje. Smanjivanje biološkog djelovanja koji proizlazi iz gradnje i oblaganja reaktora može se kompenzirati ako se iskoriste slobodne površine industrijskog prostora, odnosno ako se na jednom dijelu rekultiviranoga prostora napravi park, odnosno na novim rubnim područjima zasadi šuma.
- stupanj antropogene utjecajnosti znatan je i bez novih reaktora. To se dalje povećava u slučaju pojavljivanja djelatnosti. Udio povećavaju i objekti za dopunsku infrastrukturu. U pogledu mnogostranosti značajne promjene nisu vjerojatne, ne očekuju se pojave novih tipova rubova, niti znatno povećavanje rubnih područja.
- također se ne očekuje značajna promjena u odnosu na zdravstvenosti područja. Nakon završetka građevinskih radova (koji privremeno pogoršaju zdravstvenost područja) poremećeno područje se sređuje; prema našim očekivanjima zasadit će se biljkama, tako ovo područje neće postati staništima takvih vrsta koje nisu karakteristične za ovaj prostor.

Promjenu u krajobrazu uzrokuje postojanje elektrane i dopunskih objekata. Znatan se utjecaj ustvari ne očekuje, naime objekti novih reaktora ostvaruju se u sličnoj kabaturi (visina, masa, tekstura) sadašnje elektrane.

Područje promjene izgleda prikazuje *grafički prikaz M-20*. Na tom se prikazu vidi da u proučavanom području u polumjeru od 10, 20 i 30 km otprilike 50 m visoke zgrade odakle će biti vidljive, ne uzimajući u obzir pokrivenost i utjecaj zgrada. Reaktori elektrane bit će vidljivi sa zapadne strane unutar kruga od samo 10 km polumjera, a s istočne će strane biti vidljivi na udaljenosti od 20 km skoro s cijelog područja. Između 20 i 30 km razmjer vidljivosti se već smanjuje. Zato smo, uzevši u obzir i šume na obali Dunava, odredili utjecajni prostor iz aspekta izgleda nove podružnice krug od 20 polumjera. (Naravno, odavde će se također samo mozaično i ovisno o vremenskim prilikama vidjeti nova elektrana, znači stvarno područje zahvaćeno utjecajima u vremenu i prostoru može biti manje.)

Grafički prikazi M-21.-M-27. prikazuju nekoliko slika mogućih pojavljivanja objekata u odnosu na proučavane tipove reaktora.

3.12.4. Zajednički utjecaji nuklearnih objekata u pogonu na područnici

Promjene krajobraza (struktura pejzaža, krajobraz) nisu se mogle istraživati bez promatranja osnovnog stanja. Tako se gore navedene tvrdnje odnose na razdoblje zajedničkog pogona. Utjecaji različiti od toga i ovdje se mogu javiti zbog situacije nastale zaustavljanjem elektrane koja je sada u pogonu (npr. rušenje postojećih zgrada).

4. Određivanje utjecaja promjena stanja na oko liš na one varijante koje mogu doći u obzir

4.1. Utjecajni prostor radioloških utjecaja

Jedan aspekt u ocjenjivanju utjecaja je prostornost utjecaja, jer veća rasprostranjenost može povećati broj ljudi koji trpe, a time važnost utjecaja. Za ocjenjivanje ekoloških utjecaja uzrokovanih radioaktivnošću, odnosno neposrednim i mjestimičnim zračenjem mogu se koristiti kategorije za kvalificiranje prema *tablici 4.1-1*.

Tablica 4.1-1. Kategorije za kvalificiranje radioloških utjecaja novih reaktora

promjena stanja	opterećenje zračenja (E) [$\mu\text{Sv/godina}$]
neutralno	$E \leq 90$
podnošljivo	$90 \leq E \leq 1000$
opterećujuće	$1000 \leq E \leq 10000$
štetno	$E > 10000$

Gornju granicu neutralnog utjecaja možemo smatrati 90 $\mu\text{Sv/godina}$, jer prema prijedlogu izraženom u dokumentu pod nazivom „Ograničenje doze novih reaktora koji će biti utemeljeni na staništu u Pakšu“ za ustanovljenje ograničenja doze što se odnosi na nove blokove vrijedi uzeti u obzir vrijednost 90 $\mu\text{Sv/godina}$ ograničenja doze određeno za sadašnju nuklearku u pogonu, naime riječ je o istoj djelatnosti (držanje u pogonu nuklearne elektrane) i veličina izvora (cijeli ugrađeni kapacitet) je slična. Vrijednost ograničenja doze 90 $\mu\text{Sv/godina}$ na 1.-4. reaktore nuklearne elektrane u Pakšu prema zauzimanju stava br. 40-6/1998. OTH, ÁNTSZ OTH (Državni zavod za zdravstvo) znatno je manja nego ograničenje doze za stanovnike, odnosno fluktuativno, područno i vremenski ovisno opterećenje iz prirodnoga radioaktivnog zračenja. Ako za novi objekt ne bismo odredili ista (ili vrlo bliska) ograničenja, to bi moglo rezultirati neidentičnim kvalificiranjem radiološkoga ekološkog utjecaja dviju elektrana.

Zato možemo smatrati za gornju granicu podnošljivog utjecaja 1000 $\mu\text{Sv/godina}$, jer prema odredbi 16/2000. (8. VI.) EüM (Ministarstvo resursa) zbroj opterećenosti zračenja iz vanjskog i unutarnjeg umjetnog izvora – izuzev opterećenja zračenja dobivena tijekom liječničkih, terapijskih i dijagnostičkih zahvata, neprofesionalnog njegovanja bolesnika, dobrovoljnog sudjelovanja u liječničkim istraživanjima – na stanovništvo ne može prekoračiti ovo ograničenje.

Zato za gornju granicu opterećujućeg utjecaja stavljamo 10000 $\mu\text{Sv/godina}$, jer je prema odredbi 16/2000. (8. VI.) EüM to najmanja operacijska razina doze kada u hitnom slučaju (stanje izazvano izvanrednim događajem ili tijekom trajnog opterećenja zračenja nakon izvanrednog događaja) treba poduzeti neke obrambene mjere (izoliranje).

Iz aspekta radiologije utjecajni prostor *u normalnom pogonu*, što se tiče plinovitih i tekućih emisija i iz aspekta razmišljanja na osnovi doze, *ostaje unutar provjerene zone*.

Osim toga, ako opterećenje zračenja ne dostigne vrijednost od 90 $\mu\text{Sv/godina}$, ta se vrijednost uglavnom može smatrati neutralnom dozom. Rasprostranjenost utjecajnog prostora pokazuje *grafički prikaz M-28*.

Emisija u širu okolicu je moguća samo u slučaju smetnje u pogonu ili teške nesreće. Planske smetnje u pogonu prema njihovoj učestalosti možemo podijeliti u dvije grupe. Uz ove kategorije dodajemo ograničenja emisije s kojima se može osigurati da emisija ne prelazi vrijednost koja bi zahtijevala uvođenje obrambenih mjera, odnosno prouzrokovala gospodarske posljedice.

Prema našim mjerenjima u slučaju jedne obične emisije preko dimnjaka doza se u udaljenosti od 4 km smanjuje na petinu prema dozi izmjerenoj u daljini od 800 m. Prema tome u slučaju ostvarenja kriterija EUR-a, u slučaju kategorije DBC3 izvan 800 metara, u slučaju kategorije DBC4 izvan 4

km ne treba računati s opterećenjem zračenja iznad 1mSv/događaj, tj. izvan toga utjecaj sigurno neće biti opterećujući. U slučaju ostvarenja kriterija EUR-a, u slučaju kategorije DBC3 opterećenje zračenja se smanjuje na udaljenost od 7 km, u slučaju kategorije DBC4 na udaljenost od 40 km na vrijednost od 90 μ Sv/događaj, na većoj udaljenosti od ove utjecaj je neutralan. Za provjeru gore navedene tvrdnje izvršili smo i razna računavanja. Na smetnju u pogonu LOCA³⁶ tipa reaktora EPR koja spada pod DBC4 kategoriju [29] na udaljenosti od 800 m proizlazi kao kratkotrajni utjecaj 0,29 μ Sv/događaj, uzimajući u obzir značajke prehrane tijekom 50 godina proizlazi određena efektivna doza 1,5 μ Sv/događaj. Te su vrijednosti otprilike tri puta manje od konzervativnih vrijednosti koje se mogu izvesti iz zahtjeva EUR.

Događaje koji prelaze osnove za planiranje možemo podijeliti na smetnje u pogonu izvan planiranja i na teške nesreće. Za smetnje u pogonu izvan planiranja vrijedi propisani limit za emisiju, dok je običaj ograničiti kumulativnu učestalost teških nesreća koje nisu ograničili limitom za emisiju. Na tijek teških nesreća znatno utječu mjere koje smanjuju posljedice i mjere koje sprečavaju nezgode, koje se smatraju uspješnim ako emisija ostaje unutar granične vrijednosti koja se odnosi na smetnje u pogonu izvan planiranja. Za smetnje u pogonu izvan planiranja EUR predlaže emisijska ograničenja pomoću kojih je moguće osigurati da emisija ne prelazi onu vrijednost koja bi izvan 800 m opravdala spašavanje, izvan 3 km privremeno deportiranje, potom izvan 800 metara deportiranje duže od jedne godine, odnosno koja bi imala gospodarske posljedice. Pretpostavljajući da bi – prema kriterijima EUR-a – na udaljenosti 3 km od emisije u najgorem slučaju bila doza 30 mSv, doza na udaljenosti od 7 km 10 mSv, a na udaljenosti od 100 km 1mSv.

Za provjeru gore navedenih podataka proveli smo analizu s podacima [29] koji spadaju u DEC (proširivanje osnove planiranja) kategoriju i koji stoje na raspolaganju u slučaju tipa EPR. Prema našem provedenom računanju na udaljenosti od 800 m 34 μ Sv, od 3km 12 μ Sv, tj. doze određene prema podacima emisije znatno su manje od vrijednosti do kojih se dolazi po zahtjevima EUR-a. Vrijednosti do kojih se dolazi po kriterijima EUR-a sumira *tablica 4.1-2*. Treba naglasiti da se te vrijednosti ne odnose na jedan tip reaktora, nego znače jedan takav gornji limit prema kojem se ne može sagraditi – u slučaju da se ostvare kriteriji EUR-a – tip s „lošijim“ osobinama.

Tablica 4.1-2.: Udaljenosti osovine buktinje koje pripadaju ciljnoj vrijednosti kriterija EUR-a (u km) u slučajevima raznih smetnji u pogonu

Smetnja u pogonu	Ciljna vrijednost			
	30 mSv	10 mSv	1 mSv	90 μ Sv
DBC3*	-	-	0,8	7
DBC4*	-	-	4	40
DEC**	3	7	100	1400

* U odnosu na kasnije određenu efektivnu dozu.

** U odnosu na efektivnu dozu pretrpljenu tijekom prvih 7 dana.

4.2. Utjecajni prostor konvencionalnih ekoloških utjecaja

Unaprijed procijenjena područja zahvaćena konvencionalnim ekološkim utjecajima možemo povezati s gradnjom novih blokova nuklearne elektrane, pogonom, pretpostavljenim smetnjama u pogonu, nesrećama, odnosno događajima havarije prikazujemo u tablicama. *Tablice 4.2-1. i 4.2-3.* prikazuju prostornu rasprostranjenost uobičajenih ekoloških utjecaja u raspodjeli prema utjecajnim čimbenicima koje se odnose na pojedine ekološke elemente/strukture. Utjecajni čimbenici pojedinih ekoloških elemenata/strukture mogu se vidjeti u zemljovidnoj formi na *grafičkim prikazima M-29. – M-38.*

³⁶ Loss of Coolant Accident – smetnja u pogonu s gubitkom sredine za hlađenje

Tablica 4.2.-1. Konvencionalni ekološki utjecaji promjene stanja u okolišu u građevinskoj fazi

Uzroci promjena u okolišu	Opseg utjecaja promjena stanja na okoliš	Objašnjavajuće napomene
Utjecaji vršeni na kvalitetu zraka		
Građevinski radovi	Polumjer od 500 metara oko građevinskog zemljišta	Značajno i višegodišnje zagađivanje zraka. Najvažnija emisija je opterećenje prašine.
Prijevoz osoba i tereta	Trakovi cesta za transport dugi 50 do 100 m do čvorišta za raspodjelu prometa (Csámpa, Paks, čvorište autoceste br. M6)	
Utjecaji vršeni na mikroklimu		
Ugrađivanje (novi objekti, kaldrma)	Područje za sađenje i poslovni prostor i njihova 100 m velika okolica	Promjene koje nisu znatne zbog urbanizacije
Utjecaji na sredinu površinske vode		
Crpljenje vode (voda za razne upotrebe i tehnološke vode)	Kombinat za crpljenje vode, stanište pumpe za vodu, dio za ušće hladnovodnog kanala i njegova okolica do max. 100 m	Promjene korita morfologije površinske vode kod kombinata za vađenje, odnosno zbog nepovoljne promjene stanja ili uporabe uzrokovane nedostatkom vode.
Uvođenja vode - uvođenje vode zbog odvođenja vode što prouzrokuju duboke gradnje - uvođenje padalina - uvođenje (pročišćene) komunalne i industrijske otpadne vode	Građevinsko područje do max. 5 metara (njegov se utjecaj ograničava na vrijeme postavljenja temelja) Maks. 1 km (uzimajući u obzir malu količinu, usporedivši je s pritokom Dunava) <100 m računavši od mjesta emisije	Temelj definicije u tjecaja promjena stanja na okoliš (utjecajno područje) je ono područje gdje je moguće da se zbog utjecaja uvođenja vode razina kvalitete površinske vode smanjuje.
Ostali utjecaji - gradnja staništa pumpe za vodu koja opskrbljuje kanal hladne vode - nova dionica kanala tople vode, građenje valobrana za zaštitu od poplave	500 metara u smjeru površinske i podzemne vode Područje obuhvaća i poslovni prostor i pojas od 500 m	Zbog utjecaja na hidrodinamično stanje i morfologiju korita Dunava. Gradnja kanala vrši utjecaj na zid riječne obale.
Utjecaji na podzemne vode		
Čimbenici koji vrše utjecaj na ležište podzemne vode	Neposredno područje zahvaćeno utjecajima uglavnom je područje za ulaganje i poslovni prostor. Istočna granica područja je korito hladnovodnog kanala. (Područje nije	Na nivo vode, padanje vode u tlu i cirkulaciju vode osim prirodnih čimbenika utječu i umjetni utjecaji: pogon hladnovodnog kanala (korito kanala nema

Uzroci promjena u okolišu	Opseg utjecaja promjena stanja na okoliš	Objašnjavajuće napomene
	povezano, točne granice mogu se odrediti samo uz pomoć hidrauličnog modeliranja.)	izolaciju, u neposrednom hidrauličnom je odnosu s vodom u tlu); curenje/odvođenje vode padalina; napunjavanje, pokrivenost; moguće greške javne kanalizacije i postavljanje dubokog temelja.
Odvođenje vode iz radnih jama za postavljanje temelja	Neposredni i posredni utjecajni prostori su radne jame za postavljanje temelja i jedna najviše nekoliko desetaka metara duga zona. Područje zahvaćeno utjecajima može se proširiti prema istoku do linije hladnovodnog kanala. (Točno područje utjecaja može se odrediti samo hidrauličnim modeliranjem.)	Izgradnja radne jame za postavljanje temelja može se ostvariti samo spuštanjem razine vode u tlu. Prosječna razina vode u tlu na području za ulaganje proteže se 8-10 m duboko. Zahvat utječe na razinu vode u tlu i njen smjer i brzinu kretanja. Neposredan utjecaj je kompakcija tvorevina koja daju vode i koje na površini mogu prouzrokovati neujednačena spuštanja.
Utjecaj ugrađivanja na površinske vode	Slaže se s rasprostranjenošću područjima ulaganja i poslovnim prostorima	Utjecaj ugrađenosti ograničava površinsko probijanje padalina u tlo, to smanjuje nivo vode u tlu, ujedno se zbog ograničenog isparivanja očekuje porast razine vode. Dva utjecaja mogu jedan drugoga izjednačiti.
Vađenje slojne vode (osiguranje zahtjeva pitke vode)	Procijenjen neposredan i posredan prostor utjecaja je područje oko Csámpai Vízmű (hidroelektana u Csámpai) u polumjeru od 5 km. (Područje zahvaćeno utjecajima točnije se može odrediti samo nakon sakupljanja podataka, hidrauličnim modeliranjem)	Neposredan utjecaj: smanjuju se razine slojnih voda, vjerojatno mjera neće preći nekoliko metara. Posredan utjecaj: Zbog intenzivnog crpljenja vode hidraulični gradiens može se okrenuti u negativan, ugrožavajući davatelje slojne vode. Može se promijeniti kemija slojnih voda zbog promjene reakcije vode – kamenja. Zbog smanjenja pritiska porozne vode može dolaziti do kompakcije slojeva koji daju vode, to se pokazuje i u spuštanju površine tla.
Utjecaji na tlo, na geološku sredinu		
Pripremanje i sređivanje terena, dozvole za komunalije	Prostor velik otprilike 400m x 600 m je područje za ulaganje. Maks. ugrađenost je 24 ha. Poslovni prostor prema sjeveru priključuje se uz građevni prostor, veličina toga je 76,2 ha.	
Isprašivanje tla	Procijenjeno područje utjecaja, krenuvši od centra područja ulaganja prema jugo-jugoistoku, zona je 1,5 km duga i 0,6 km široka, dok je prema sjeveru zona 1 km duga i 0,6 km široka. (Njegovo točno određivanje moguće je samo modeliranjem.)	Prosječna veličina zrna tla s dodirnom zemljanih radova mijenja se od 0,1-0,3 mm, sklona je isprašivanju. Pojava isprašivanja prouzrokovana vjetrom proširuje se na područje radnih jama, potpornih zidova, poslovnih putova sve do dubine

Uzroci promjena u okolišu	Opseg utjecaja promjena stanja na okoliš	Objašnjavajuće napomene
		vode u tlu. Područje utjecaja obuhvaća prostor gdje se talože zrna tla nošena vjetrom na manje-veće udaljenosti.
Erozija potpornih zidova radnih jama zbog utjecaja padaline	Područje se utjecaja praktično slaže sa zajedničkom površinom izgrađenih potpornih zidova. Veličina takva prostora ne prekoračuje granice područja ulaganja i poslovnih prostora.	Erozijski procesi ugrožavaju stabilnost potpornih zidova radnih jama za postavljanje temelja i prijevoznih putova. Takav utjecaj imaju erozije uzrokovane padalinama. Ovaj posredni utjecaj djeluje na zemlju koja je kao rezultat zemljanih radova dospjela na površinu.
Utjecaj postavljanja temelja na donje tlo	Neposredno područje utjecaja je područje objekata i zona uska i duga nekoliko metara. (Točni se podaci mogu izračunati geotehničkim modeliranjem.)	To znači povećanu kompakciju ove geološke sredine. Iz težine objekata svugdje se očekuje povećavanje opterećenja slojeva. Očekivana granična dubina napetosti tla koja prouzrokuje kompakciju na području nuklearne elektrane – prema arhivnim računima – je 47 m.
Utjecaji na prirodu i na životne zajednice		
Utjecaji na kopneni životinjski i biljni svijet	Neposredno područje zahvaćeno utjecajima koje djeluje na prirodu je svako građevno područje, unutar ili izvan granice gradilišta. Posredno područje zahvaćeno utjecajima je svaki drugi prirodni element (zrak, voda, zemlja), ili područje utjecaja zahvaćeno utjecajnim čimbenicima (buka, vibracije, upravljanje otpadom).	Na neposrednom području zahvaćenom utjecajima očekuje se propast životinjskog i biljnog svijeta, negdje smetnja u prirodi. Područje smetnje u jednom dijelu obuhvaća područje Duna Natura 2000 u Tolni.
Utjecaji na vodeni životinjski i biljni svijet	Objekti sustava hlađenja pomoću protočne vode (sredstvo za vađenje vode, novi hladnovodni i toplovodni kanal, nasip) neposredna su područja za rad i nekih 100 metara duga dionica Dunava ispod poslovnih područja.	Izgradnja objekata sustava hlađenja pomoću protočne vode gdje se susreću novi kanali s Dunavom uzrokuje miješanje u dunavski životni prostor (čišćenje korita rijeke, sređivanje obale), dodirujući područje Duna Natura 2000 u Tolni.
Opterećenje bukom i vibracijama		
Opterećenje bukom tijekom građevnih poslova, osobnog i teretnog prijevoza	Granica područja zahvaćenog utjecajima je udaljenost od izvora buka (od ruba građevnog područja, odnosno od prijevozne rute), kod građevnih poslova traje do udaljenosti od 3100 m, kod prometa do 40 m. Stambena su naselja koja se nalaze unutar toga kruga ugrožena (Paks, Dunaszentbenedek, Csámpa).	Područje zahvaćeno utjecajima s obzirom na buku određeno je prema zakonskim propisima, uzimajući u obzir pozadinsko opterećenje okolišnih područja, uvrštavanje u građevne zone, odnosno imisiju buke planiranih djelatnosti. Prometno područje utjecaja treba uzeti u obzir – i iz aspekta imisije buke i vibracija– kod željeznice područja pokraj željezničke

Uzroci promjena u okolišu	Opseg utjecaja promjena stanja na okoliš	Objašnjavajuće napomene
		pruge do mjesta istovara, kod cesta do čvorišta za raspodjelu prometa (Csámpa, Paks, čvorište autoceste M6).
Opterećenje vibracijama uzrokovano građevinskim poslovima, osobnim i teretnim prijevozom	Građevno područje i poslovni prostor, odnosno 100 m duga zona (neposredno područje zahvaćeno utjecajima), odnosno zona duga 80-100 m cesta i željezničkih pruga koje služe za transport (posredno područje zahvaćeno utjecajima).	
Nastanak otpada koji nije radioaktivan		
Otpadi koji nastaju tijekom građevnih poslova	Područje zahvaćeno utjecajima ne prelazi ili tek s nekoliko metara prelazi mjesto za istovar, znači svakako ostaje unutar područja gradilišta, u slučaju deponija za otpatke ne utječe na veličinu utjecajnog prostora deponija.	Nositelj utjecaja djelomično može biti gradilište gdje otpad nastaje, ali u prvom redu ono područje gdje je skladišten do prijevoza, odnosno – u slučaju da ga ne recikliraju – gdje je istovaren. Nositelj utjecaja je geološka sredina.
Prijevoz otpada	Prijevozni putovi do čvorišta za raspodjelu prometa (Csámpa, Paks, čvorište autoceste M6).	Gradnja zahtijeva znatan prijevoz otpada, točnije prema današnjim zakonskim propisima prijevoz izvađene zemlje, koju treba evidentirati kao otpad.
Utjecaji na ekologiju naselja		
Struktura prostora, infrastruktura, društveno-gospodarski utjecaji	U područje zahvaćeno utjecajima ubrajaju se oni dijelovi područja gdje zbog gradnje novih blokova dolazi do ulaganja u razvoj grada. Točno njihovo mjesto u ovoj fazi nije poznato, ali će se vjerojatno takva razvijanja ostvariti samo unutar Paks. Zato je područje zahvaćeno utjecajima naselje Paks.	Ulaganje u razvoj grada: novo stambeno naselje, izgradnja privremenih smještaja, gradnja infrastrukturnih elemenata, ili ostvarenje kulturnih i sportskih objekata.
Eksploatacija krajolika i područja, utjecaji krajolika		
Vidljivost, utjecaj krajolika	Mjesto za nastanjivanje u polumjeru od 20 km	Poslije ove udaljenosti ni jedan atraktivan element neće biti odlučujući u pogledu krajolika.
Radovi na gradilištu	Utjecaj se može pokazati na južnom rubu Paks, odnosno na zapadnoj periferiji Dunaszentbenedeka.	

Tablica 4.2-2.: Konvencionalni utjecaji promjena stanja na okoliš u fazi pogona elektrane

Uzroci promjena u okolišu	Opseg utjecaja promjena stanja na okoliš	Objašnjavajuće napomene
Utjecaji vršeni na kvalitetu zraka		
Probni pogon dizelgeneratora	Polumjer od 500 metara oko novih reaktora	Znači privremeno opterećenje, mjesečno oko nekoliko sati.
Putnički i teretni prijevoz	Pojas prijevoznih putova od 50 do 100 metara	
Utjecaji vršeni na mikroklimu		
Ugrađivanje (novi objekti), urbani utjecaji	Podružnica i njezina okolica od 100 metara	
Sustav hlađenja sa svježom vodom u pogonu elektrane	Kanali tople voda i područje točaka priključenja ispod njih Odjeljak od 4 do 5 kilometara, okolica obala od nekoliko desetaka metara	Nakon 4–5 kilometara već se događa miješanje toplinske buktinje, dakle karakteristične klimatske promjene više se ne mogu predvidjeti.
Utjecaji vršeni na okolicu površinskih voda		
Crpljenje vode za hlađenje	Odjeljak između novih kanala hladne i tople vode koji će se realizirati ubuduće.	Potreba vode ovisno od snage reaktora i od temperaturne razlike maksimalno 132–172 m ³ /s, odnosno 19–25% najmanjeg protoka Dunava (700 m ³ /s).
Puštanje ugrijane vode za hlađenje (s ispunjenjem ograničenja u temperaturi koje će se, kako se predviđa, postrožiti)	Pri snazi reaktora 2×1200 MW 4,5 kilometara Pri snazi reaktora 2×1600 MW 8,5 kilometara	Pretpostavljajući pozadinsku temperaturu vode od 26,7 °C i temperaturu imisije od 30 °C. Povećavanje granične temperaturne vrijednosti za 1 °C uzrok je promjena stanja u okolišu.
Drugo tehnološko crpljenje vode	Promjena stanja u okolišu smatra se lokalnom u okolini crpljenja vode	Tehnološko je crpljenje vode zanemarivo (u veličini ‰), pri usporedbi s najmanjim protokom Dunava (700 m ³ /s)
Priključenje (pročišćene) otpadne vode	<100 m računajući od mjesta imisije	Ispuštanje pročišćene otpadne vode pojedinih reaktora tek je manji dio najmanjeg protoka Dunava. Uvođenje te vode niti pri jedne karakteristike kvalitete vode ne uzrokuje kvarenje kvalitete (kategorije) vode.
Utjecaji vršeni na vode ispod površine		
Utjecaj dubokih temelja na podzemne vode	Neposredno područje zahvaćeno utjecajima podudara se s osnovnom površinom objekata, ali veličina toga područja mijenja se ovisno o vremenskim okolnostima; za vrijeme prosječnih i niskih vodostaja podzemnih voda utjecaj je veći, a pri visokom vodostaju može čak i prestati.	Armirana betonska konstrukcija reaktora i nivo položenih temelja turbina bit će u svakom slučaju ispod nivoa podzemnih voda. Dubinski će temelji, stvaranjem prepreke, dovesti do promjene prirodnoga toka strujanja podzemnih voda.
Kolmatacija (zamuļivanje) korita kao posljedica postojanja zdenaca s obalnom filtracijom	Dio korita kanala hladne vode pokraj elektrane	Pojačan pogon zdenaca s obalnom filtracijom može uzrokovati pojačano замуļivanje na infiltracijskoj površini kanala
Crpljenje slojne vode (osiguranje zahtjeva pitke vode)	Neposredno i posredno područje zahvaćeno utjecajima je vjerojatno manje od područja faze realiziranja (Vodovodna centrala Csámpa i njegova okolica s polumjerom od 5 kilometara	Točno područje zahvaćeno utjecajima može se odrediti samo uz pomoć hidrauličnog modeliranja.

Uzroci promjena u okolišu	Opseg utjecaja promjena stanja na okoliš	Objašnjavajuće napomene
Utjecaji vršeni na tlo, geološku sredinu		
Utjecaji objekta koji terete donje slojeve tla	Slične je veličine kao faza gradnje (područje objekata i uski pojas, najviše od nekoliko metara)	I dalje se nastavlja, iako u sporijoj mjeri, zbijanje tla koje podnosi težinu temelja. Utjecaj konsolidacijskih procesa nalikuje onomu u etapi realizacije, samo im je trajanje vremena duže.
Vibracijski utjecaji turbina (strojnih temelja) na tla	Područje zahvaćeno utjecajem identično je površini (dvorana turbine) objekta. To neposredno područje ne prelazi opseg investicijskog područja.	Ovaj utjecaj znači pojačano geofizičko iskorištavanje geološke sredine. Ispod temelja tla još se više zbijaju, te u nepovoljnom slučaju može doći do soliflukcije. Mjesta objekata koji bi vršili takav utjecaj u ovoj fazi projektiranja/planiranja još nisu poznata. Štetan se utjecaj može spriječiti stabilizacijom tla; pritom ne možemo govoriti o utjecaju promjene stanja na okoliš.
Utjecaji vršeni na živi svijet, životne zajednice		
Utjecaji vršeni na kopneni živi svijet	Može se računati gotovo samo s posrednim utjecajem promjene stanja na okoliš, gdje se mogu očekivati samo promjene u ekološkim elementima (zrak, voda, zemlja) na ukupnost svih tih životinjskih i biljnih staništa. Neposrednim područjem zahvaćenim utjecajima mogu se smatrati okolice novih mreža električnog dalekovoda gdje su moguće povremene ozljede ili čak nestanci pojedinih letećih životinjskih vrsta.	Tzv. pozitivni utjecaji promjena stanja na okoliš: ako je moguć dotok vode iz novog reaktora prema mrtvom rukavcu Dunava Fadd-Dombori, u tom će slučaju mrtvi rukavac i njegova neposredna okolica, odnosno sustav kanala koji osigurava naknadu vode što prelazi preko dunaszentyörgyske cretne šume, postati utjecaji promjena stanja na okoliš. To važi i za ribička jezera i za njihovu okolicu, koju se nastoji učiniti zelenim površinama koja su tada idealna kao mjesta za življenje cjelokupnoga životinjskog i biljnog svijeta toga vodenog područja.
Utjecaji vršeni na vodeni živi svijet	Proteže se oko 2,5 kilometara južno od ušća već postojećeg kanala tople vode .	Zbog izgradnje nove točke priključivanja tople vode povećava se područje zahvaćeno utjecajima (koje pripada elektrani koja je u pogonu i koja je potvrđena monitoringom). Ti se utjecaji mjere udaljenošću između postojećeg i novog kanala tople vode (ispod njega). (Danas se može uvidjeti promjena stanja vodenoga žvoga svijeta na prostoru od otprilike 2 kilometara duž Dunava.)
Opterećenje bukom i vibracijom		
Opterećenja bukom izazvana pogonima objekata elektrane	U polumjeru od 500 metara od izvora emisije	Nema objekta koji je u opasnosti.
Opterećenja bukom tijekom teretnog i putničkog prijevoza	Duž glavnog puta br. 6. od osovine puta do udaljenosti od oko 50 metara.	Na stambenim područjima Paks i Csámpe ima objekata koje treba zaštititi, što znači da se ta područja mogu smatrati područjima utjecaja.
Opterećenja vibracijom tijekom pogona i teretnog i putničkog prijevoza	Podudara se s područjem utjecaja etape izgradnje: podružnica i pojas oko nje od 100 metara, te pojas prijevoznih putova od 80 do 100 metara.	Kao prometno područje zahvaćeno utjecajima treba uzeti u obzir željezničke linije do Előszállása, a što se cestovnih linija tiče, točke sjecišta prometnica (Csámpe, Paks, čvorište autoceste M6).
Stvaranje otpadaka koji nisu radioaktivni		
Otpadci koji nastaju pri pogonu	Neposredno je područje utjecaja pogonsko skladište opasnih otpadaka i neposredna okolica skladišta neopasnih otpadaka (ostaje unutar podružnice). Područje utjecaja iznošenih otpadaka na postrojenje za	Nositelj utjecaja pogonskih otpadaka javlja se u korištenju područja i može biti i geološka sredina. Posredno područje utjecaja položenog otpadka dio je područja utjecaja mjesta gdje se taj otpadak skladišti.

Uzroci promjena u okolišu	Opseg utjecaja promjena stanja na okoliš	Objašnjavajuće napomene
	termičku obradu otpada (spalionice) te na deponij opasnih i neopasnih otpadaka – treba odrediti u okviru okolišnog ispitivanja utjecaja dotičnog objekta.	
Prijevoz otpadaka	Pojas prijevoznih putova od 50 do 100 metara do točaka sjecišta prometnica (Csámpa, Paks, čvorište autoceste M6).	
Utjecaji vršeni na naseljenu okolicu		
	Grad Pakš se kao grad primatelj planiranoga novog objekta za vrijeme pogona može ograničiti kao područje na kojem djeluju utjecaji.	Osim naselja, elektrana koja je sada u pogonu doprinosi i razvoju šire regije s znatnim financijskim sredstvima npr. preko pomoći raznih zaklada. U slučaju nastavljanja ovih naprednih tradicija mogli bismo spomenuti cijelu županiju kao područje zahvaćeno utjecajima gdje dolazi do povoljnih socijalno-gospodarskih utjecaja. Po našem mišljenju, međutim, elektrana nije važna prvenstveno po ekološkom gledištu te je stoga nismo naznačili na crtežu područja razvoja.
Korištenje krajobraza i područja, utjecaji pejzažne slike		
Vidljivost, utjecaj pejzažne slike	Regija od 20 kilometara od podružnice elektrane	U danim momentima i mjestima, uzimajući u obzir pokrivenost područja (biljke, zgrade), odnosno meteorološke uvjete, područje zahvaćeno utjecajima može se smanjiti i na 1 do 2 kilometra, odnosno na 10 do 100 metara. Unutar pojasa od 20 kilometara ima mnogo takvih prostranih područja odatle nisu uočljivi novi objekti.
Ostali utjecaji (sustav krajobraza, promjena potencijala krajobraza).	Očekuje se da će opseg obuhvaćati samo regiju udaljenu nekoliko kilometara od planiranih objekata. Osim toga kao područje zahvaćeno utjecajima može se smatrati i cjelokupna gradnja objekata koji se vezuju uz novu elektranu na području Paks. (Njihovo mjesto još nije poznato.)	

Tablica 4.2-3.: Područje utjecaja konvencionalnih, ekoloških pogonskih smetnji, nesreća, havarija

Uzroci promjena u okolišu	Opseg područja utjecaja	Objašnjavajuće napomene
Utjecaji vršeni na kvalitetu zraka		
Nastajanje požara, eksplozije	Procijenjeno područje zahvaćeno utjecajem od 1 do 3 kilometra	Pretpostavljeni slučajevi: uljna vatra u slučaju kvara uljnog sustava turbine, transformatora, uljnog sustava pomoćnog pogona, prekidača; kvar deponija plinskih boca, plinske boce; unutrašnji prijevoz opasne tvari; požar u deponiju pogonskih opasnih i industrijskih otpadaka; eksplozija spremnika vodika odnosno spremnika dušika.
Utjecaji vršeni na površinsku vodenu okolicu		
Istjecanje dizela iz spremnika dizelgeneratora	Maksimalno 20 kilometara uzimajući u obzir posredno zagađenje (kao posljedica dodira s vodenim tijelom ispod zagađene površine)	Neposredno zagađenje s odgovarajućom instalacijom potpuno se može izbjeći.
Utjecaji vršeni na tlo, geološku sredinu		
Istjecanje dizela iz spremnika dizelgeneratora	Neposredno područje zahvaćeno utjecajem poklapa se s područjem na kojem je dizel gorivo ispušteno (otprilike površina od 100 m ² uzimajući u obzir dizel gorivo količine od 30 m ³), to je u manjoj mjeri varijabilno ako slojevitost tla nije homogena. U slučaju finijeg zrnatog tla, tla sa slabijom mogućnosti propustljivosti površina od 100 m ² može se nešto povećati, no razlika je neznatna.	Najčešći i u najvećoj mjeri nazočni potencijalni materijal zagađivanja je dizel ulje (dizel gorivo). Na područje nuklearne elektrane maksimalno se može uskladištiti količina od 500 m ³ dizel goriva (najvjerojatnije u spremnicima ispod površine, s duplim zidovima i sa sensorima za curenje).
Stvaranje otpadaka koji nisu radioaktivni		
Prosipanje, istjecanje otpadaka na području skladištenja na deponiju radnog mjesta i pogonskom deponiju, pomicanju pri prijevozu, odnosno u slučaju nesreće tijekom prijevoza	Nastalo zagađivanje brzo se opaža i utjecaj se može ukloniti, zbog toga se ovo područje utjecaja ograničuje na okolicu havarije i ne prelazi granice područnice. Zbog nesreća u prijevozu izvan pogona područje utjecaja tih upliva neposredna je okolica mjesta nesreće	Može doći do zagađivanja okoliša pri skladištenju otpadaka na deponiju radnog mjesta i pogonskom deponiju, prosipanju, istjecanju, pri pomicanju u prijevozu ili tijekom nesreće u prijevozu.

4.3. Potpuni utjecaji promjene stanja na okoliš i naselja koja su kontaktna području tog utjecaja

Na osnovi preliminarnih istraživanja okolišnih utjecaja koji se vezuju uz stvaranje i funkcioniranje novog reaktora nuklearne elektrane prostiranje duž područja utjecaja odredili smo stavljanjem pojedinih elementarnih područja utjecaja u područje pokrivenosti. Rezultanta, odnosno cjelovito područje utjecaja mora za osnovu uzeti cjelokupni dojam okolice krajobraza. Kao vizualno područje utjecaja odredili smo polumjer od 20 kilometra od središta podružnice novog reaktora. Moramo napomenuti da su pokrivenost i utjecaj objekata da onemogućće preglednost znatno manji i da ovisno o trenutnim vremenskim prilikama taj utjecaj u prostoru i vremenu može biti znatno manji. To područje utjecaja dakle pokazuje mogući maksimalni opseg. Izvan ovog kruga proteže se samo jedan element utjecaja, a to je područje utjecaja buke i vibracije željezničkoga prijevoza (prvenstveno za vrijeme izgradnje). To se prostire do prvog željezničkoga čvorišta Előszállása, na željezničkoj trasi u pojasu od 100 metara. Ovdje treba uvidjeti da je stvarno područje utjecaja taj dio pojasa pokraj željezničke trase gdje su stambena područja ili izgrađeni elementi, pošto su navedeni osjetljivi na opterećenje buke, odnosno vibracije.

Cjelovito područje utjecaja prikazuje *grafička ilustracija Prilog M-3.*, a naselja koja se dodiruju s područjima zahvaćenim utjecajima naveli smo u *tablici 4.3-1.*

Tablica 4.3-1.: Naselja koja su u dodiru s utjecajem promjene stanja na okoliš

	Naselje	Podregija	Županija	Regija
zona od 0 do 15 km				
1.	Bátya	Kalocska	Bács-Kiskun	Južna Nizina (Dél-Alföld)
2.	Bikács	Pakška	Tolna	Južno Zadunavlje (Dél-Dunántúl)
3.	Bogyiszló	Szekszárdska	Tolna	Južno Zadunavlje (Dél-Dunántúl)
4.	Bölcske	Pakška	Tolna	Južno Zadunavlje (Dél-Dunántúl)
5.	Drágszél	Kalocska	Bács-Kiskun	Južna Nizija (Dél-Alföld)
6.	Dunapataj	Kalocska	Bács-Kiskun	Južna Nizija (Dél-Alföld)
7.	Dunaszentbenedek	Kalocska	Bács-Kiskun	Južna Nizija (Dél-Alföld)
8.	Dunaszentgyörgy	Pakška	Tolna	Južno Zadunavlje (Dél-Dunántúl)
9.	Fácánkert	Szekszárdka	Tolna	Južno Zadunavlje (Dél-Dunántúl)
10.	Fadd	Szekszárdska	Tolna	Južno Zadunavlje (Dél-Dunántúl)
11.	Foktő	Kalocska	Bács-Kiskun	Južno Zadunavlje (Dél-Alföld)
12.	Géderlak	Kalocska	Bács-Kiskun	Južno Zadunavlje (Dél-Alföld)
13.	Gerjen	Pakška	Tolna	Južno Zadunavlje (Dél-Dunántúl)
14.	Györköny	Pakška	Tolna	Južno Zadunavlje (Dél-Dunántúl)
15.	Kajdacs	Pakška	Tolna	Južno Zadunavlje (Dél-Dunántúl)
16.	Kalocsa	Kalocska	Bács-Kiskun	Južno Zadunavlje (Dél-Dunántúl)
17.	Madocsa	Pakška	Tolna	Južno Zadunavlje (Dél-Dunántúl)
18.	Nagydorog	Pakška	Tolna	Južno Zadunavlje (Dél-Dunántúl)
19.	Németkér	Pakška	Tolna	Južno Zadunavlje (Dél-Dunántúl)
20.	Ordas	Kalocska	Bács-Kiskun	Južna Nizina (Dél-Alföld)
21.	Paks	Pakška	Tolna	Južno Zadunavlje (Dél-Dunántúl)

	Naselje	Podregija	Županija	Regija
22.	Pusztahencse	Pakška	Tolna	Južno Zadunavlje (Dél-Dunántúl)
23.	Szakmár	Kalocska	Bács-Kiskun	Južna Nizina (Dél-Alföld)
24.	Szedres	Szekszárdska	Tolna	Južno Zadunavlje (Dél-Dunántúl)
25.	Tengelic	Szekszárdska	Tolna	Južno Zadunavlje (Dél-Dunántúl)
26.	Tolna	Szekszárdska	Tolna	Južno Zadunavlje (Dél-Dunántúl)
27.	Újtelek	Kalocska	Bács-Kiskun	Južna Nizina (Dél-Alföld)
28.	Uszód	Kalocska	Bács-Kiskun	Južna Nizina (Dél-Alföld)
zona od 15 do 20 km				
29.	Cece	Sárbogárdska	Fejér	Južno Zadunavlje (Közép-Dunántúl)
30.	Dunaföldvár	Pakška	Tolna	Južno Zadunavlje (Dél-Dunántúl)
31.	Dusnok	Kalocska	Bács-Kiskun	Južna Nizina (Dél-Alföld)
32.	Fajsz	Kalocska	Bács-Kiskun	Južna Nizina (Dél-Alföld)
33.	Harta	Kalocska	Bács-Kiskun	Južna Nizina (Dél-Alföld)
34.	Homokmégy	Kalocska	Bács-Kiskun	Južna Nizina (Dél-Alföld)
35.	Kölesd	Szekszárdska	Tolna	Južno Zadunavlje (Dél-Dunántúl)
36.	Medina	Szekszárdska	Tolna	Južno Zadunavlje (Dél-Dunántúl)
37.	Miske	Kalocska	Bács-Kiskun	Južna Nizina (Dél-Alföld)
38.	Öregcsertő	Kalocska	Bács-Kiskun	Južna Nizina (Dél-Alföld)
39.	Pálfa	Pakška	Tolna	Južno Zadunavlje (Dél-Dunántúl)
40.	Sárszentlőrinc	Pakška	Tolna	Južno Zadunavlje (Dél-Dunántúl)
41.	Vajta	Sárbogárdska	Fejér	Srednje Zadunavlje (Közép-Dunántúl)
Preostalo naselje koje je u dodiru sa željezničkom rutom				
42.	Előszállás	Dunaújvároska	Fejér	Srednje Zadunavlje (Közép-Dunántúl)

5. Utjecaji okoliša koji se vezuju uz zatvaranje mogućih varijanti novih reaktora

Planiranje zatvaranja, odnosno demontiranje, počinje već prije isteka pogonskog vremena nuklearne elektrane kao dio pripremnog djelovanja ulaganja u elektrane. Znači još prije početka izgradnje treba ispitati i ocijeniti moguća rješenja, odnosno utjecaje demontiranja. Te se analize aktualiziraju za vrijeme pogonskog vremena redovito, odnosno neposredno prije početka aktivnosti gašenja. Vremenske etape funkcioniranja već postojećih i planiranih novih reaktora pakške nuklearne elektrane prikazuje *grafička ilustracija priloga M-41*.

Prema točki 31. Priloga br. 1. Vladine uredbe o postupku dozvole o ispitivanju okolišnih utjecaja i jedinstvenog korištenja okoliša 314/2005. (25. XII.) zatvaranje nuklearne elektrane samostalna je djelatnost koja spada pod obvezatno ispitivanje ekološkog utjecaja i posljedica.

5.1. Tijek i cilj demontiranja i zatvaranja nuklearne elektrane

Demontiranje nuklearne elektrane znači skup administrativnih i tehničkih djelatnosti. Njihovo izvršenje omogućuje odstranjenje objekata koji spadaju pod nadzor vlasti i dovođenje podružnice u prihvatljivu (unaprijed planiranu, to jest prema strategiji demontiranja određenu) krajnju situaciju. Postizanje svega navedenoga je cilj demontiranja nuklearne elektrane.

Demontiranje jednoga nuklearnog objekta – tako i nuklearne elektrane – duga je i kompleksna djelatnost. Već pri planiranju promišlja se o tome koji su aspekti budućeg demontiranja. Taj se postupak nastavlja izdavanjem dozvole, izgradnjom i funkcioniranjem objekta. U ovom dugom tijeku radove shematizirano možemo podijeliti na sljedeće dijelove:

- pripremanje budućeg demontiranja. Ovamo spada izrađivanje Prethodnog plana demontiranja (PPD), obrazovanje strategije demontiranja (na nivou podružnice i objekta), redoviti nadzor PPD-a (podrazumijevajući i djelovanje vlasti), stvaranje, neprekidno održavanje podatkovne baze demontiranja (što obuhvaća i izvršavanje radioloških mjerenja, neprekidno praćenje planova izrade i samu realizaciju, te praćenje prijenosa opasnih tvari) i neprekidna reciklaža pogonskih otpadaka.
- provođenje postupka ispitivanja okolišnih utjecaja budućeg demontiranja, obuhvaća i obavljanje prethodnog ispita.
- neposredna administrativna i tehnička priprema stvarnog djelovanja demontiranja uključuje izrađivanje Sigurnosnog izvješća demontiranja, stvaranje rukovodilačke organizacije demontiranja, izrađivanje plana za smanjenje broja radnika, izrađivanje dokumentacije na kojoj se osniva Molba za dozvolu konačnog zatvaranja i postupak vlasti koji je s tim vezan. U krug tehničke pripreme ubrajamo djelatnosti izrazito tehničkog karaktera (privremenog) razdoblja od nekoliko godina prije zaustavljanja reaktora.
- pripremanje stvarne djelatnosti demontiranja počinje sa zaustavljanjem reaktora. Tu ubrajamo definiranje Plana demontiranja, koji obuhvaća i izvršavanje radioloških ocjenjivanja (koja su utvrđena Planom demontiranja) koja pripadaju tom Planu te dotični postupak vlasti, što je osnova za eventualnu predaju prava dozvole. Nakon toga dolaze u krugu stvarnog djelovanja demontiranja oni radovi koji imaju radiološki utjecaj i radovi s konvencionalnim ekološkim utjecajima. U tom je krugu potrebno izvršenje takvih radova kao što su dekontaminacija³⁷, demontiranje i odstranjivanje radioaktivnih tvari, otpadaka, komponenata, rušenje konstrukcija zgrada, te rukovanje s nastalim neaktivnim i radioaktivnim otpadcima. Izvršenje tih radova omogućuje ukidanje nadzora vlasti objekata ili izdvojenih zgrada, te rušenje, s konvencionalnim građevinarskim sredstvima, onih objekata ili zgrada koji više nisu u funkciji, kao posljedica dekontaminacijskog djelovanja.

³⁷ Odstranjivanje radioaktivnog zagađivanja.

Među posljednje korake stvarnih djelatnosti demontiranja spada krajnji nadzor podružnice s obzirom na moguća djelovanja zračenja, sastavljanje Konačnog izvješća demontiranja te ukidanje nadzora vlasti podružnice.

5.2. Strategija demontiranja koja se slijedi tijekom demontiranja novog reaktora nuklearne elektrane

Aktualni i važeći opseg stvarnih zadaća demontiranja, njihovo planiranje i detaljna izradba ovisne su o podružnici i objektu, a u znatnoj mjeri također ovise o izabranoj strategiji demontiranja objekta.

Pri odabiru strategije demontiranja nekoga nuklearnog objekta, odnosno – uzimajući u obzir moguće varijante – pri njezinu sastavljanju treba uzeti u obzir mnogo čimbenika, od kojih su najvažniji sljedeći:

- svojstva nacionalnih projekata u vezi s rukovanjem radioaktivnih otpadaka (višak struje, skladišta, tempiranje),
- nacionalna politika demontiranja,
- svojstva objekta koji se demontira,
- sigurnosni i zdravstveni propisi,
- propisi za zaštitu okoliša,
- zahtjevi koji se odnose na daljnje korištenje podružnice,
- političke, gospodarske, socijalne posljedice i uzimanje u obzir onih zahtjeva kojim stanovništvo prihvaća objekt,
- zahtjev raspoloživosti tehnologijama, mogućnost ostvarivanja demontiranja,
- troškovi postupka demontiranja, uzimanje u obzir raspoloživih resursa,
- uzimanje u obzir rizika postupka demontiranja.

Gore navedene čimbenike treba analizirati i uzeti u obzir i to tako da ih međusobno uspoređujemo proporcionalno, težeći pritom njihovoj ravnoteži.

U sadašnjoj fazi prethodno je izbiranje strategije demontiranja potrebno jer se trebaju ocijeniti utjecajni čimbenici i okolišni utjecaji demontiranja, a pri nedostatku unaprijed izabrane strategije samo bi se tako pružila mogućnost ako bi se pregledali svi utjecaji strategije demontiranja. To zato ne bi bilo svrsishodno rješenje jer se glede okolišnih utjecaja na sadašnjem stupnju našeg znanja može predvidjeti tek prikaz skupa obložnih utjecaja.

Nakon zaustavljanja reaktora u nastavku će se odrediti strategija demontiranja koja će se uistinu primijeniti, kao rezultat detaljnijih analiza sa znatno širim spoznajama. Prema sadašnjem dokumentu potrebno je izabrati takvu prethodnu strategiju demontiranja koja će svojim utjecajima obuhvatiti i ekološke utjecaje drugih strategija. Nema potrebe da se optimalizira prethodno izabrana strategija, jer će do nje doći u okvirima sastavljanja smjernica nacionalnog programa. Optimalizirana strategija demontiranja može preinačiti unaprijed izabranu varijantu. Na ovom je mjestu potrebno dokazati da druge moguće varijante, s obzirom na ekološke utjecaje, nisu nepovoljnije od prethodno izabrane strategije. Potrebni se konzervativizam zahtijeva samo u pogledu ekoloških utjecaja, istovremeno analize ostalih potrebnih čimbenika za konačno određivanje strategije demontiranja (npr. analize gospodarskih i socijalnih utjecaja, uzimanje u obzir smjernica koje se odnose na daljnju upotrebu/korištenje podružnice, ispitivanje tehnologije koja stoji na raspolaganju itd.) ne mogu se, odnosno ne smiju se uzeti u obzir.

Kao strategiju demontiranja novih reaktora, uzimajući u obzir gore navedene, izabrat ćemo trenutnu varijantu demontiranja s tim da se teritorij predaje bez ikakva daljnjeg ograničavanja. Ta je opcija najpreferiranija strategija demontiranja nuklearnih objekata, naročito nuklearnih elektrana. Pošto

opcija prethodno izabranog demontiranja ne daje ili jedva daje mogućnost i vrijeme za djelomični (ili potpuni) raspad radioaktivnih tvari (otpadaka) koji se nagomilavaju u nuklearnoj elektrani, ta se varijanta – naročito u pogledu čimbenika koji imaju ulogu u radiološkom smislu – iz ekoloških gledišta može smatrati najnepovoljnijom. Međutim u *potpoglavlju 5.3.2.* ostali se navedeni uvjeti, koji su potrebni za izvršenje trenutne opcije demontiranja (pripravnost skladišta otpadaka, moguća raspoloživost potrebnim novčanim sredstvima za financiranje privremenog skladišta izgorjeloga goriva i postupka demontiranja) očito ispunjavaju. S obzirom na stanje pripravnost objekata za skladištenje otpadaka možemo pretpostaviti odgovarajuće proširenje objekta Nacionalnog skladišta radioaktivnih otpadaka (NSRO), koje će se ostvariti u Bataapátiju. Kao što piše u dokumentu [86]: „...planiranje/projektiranje, određivanje veličine, tempiranje ostvarivanja i držanje u pogonu treba uskladiti sa zahtjevima nuklearne elektrane u Paksu i treba uzeti u obzir stupanj planiranja i mogućnost proširenja.” Privremeno skladištenje radioaktivnih otpadaka velike aktivnosti i/ili dugog vijeka može se riješiti u tehnološkom sustavu novih reaktora do početka radova demontiranja. Ako se uz nove reaktore napravi objekt za privremeno slaganje izgorjeloga goriva, on će se koristiti tijekom cijelog pogonskog vrijeme novoga reaktora i tijekom eventualne pauze dok traje demontiranje u reaktorima. Raspoloživost potrebnih novčanih sredstava za financiranje postupka demontiranja zakonski je propisano ((1) stavak 62. § zakona CXVI. o atomskoj/nuklearnoj energiji iz godine 1996.), pa se tako njegova raspoloživost može smatrati sigurnom prema zakonu. Prema gore navedenom opcija trenutnog demontiranja izvodljiva je i u pogledu onih čimbenika koji su važni u radiološkom smislu, iz ekoloških se razloga sigurno može smatrati najnepovoljnijim rješenjem.

5.3. Ekološki utjecaji/posljedice demontiranja

5.3.1. Promišljanja koja se odnose na reaktore

Promatrajući varijante novih reaktora koje mogu doći u obzir, ispituje se pet preporučenih tipova reaktora (AP1000, MIR.1200, ATMEA1, EPR, APR1400), svaki od različitog dobavljača, s obzirom na njihove ekološke utjecaje koji se vezuju uz njihovo zatvaranje. Sadržaj i opseg podatkovne usluge dobavljača o mogućim očekivanim ekološkim utjecajima demontiranja dalekosežno su nehomogeni.

Na osnovi informacija kojima raspolažemo pokazuje se konsenzus u tome da je u slučaju novih reaktora izvršenje rada demontiranja jednostavnije nego demontiranje onih tlakovodnih energetske reaktora koji su danas u pogonu, a u vezi s tim treba se pripremati na rukovanje i odlaganje specifično manje mase otpadaka (pl. [87]). U slučaju nuklearnih elektrana novog tipa ova povoljna osobina u pogledu demontiranja utemeljena je na nivou projektiranja i na to se ukazuje pri skoro svim preporučenim tipovima. Na nivou planiranja radi povećanja sigurnosti demontiranja donesene su sljedeće mjere u slučaju tipa reaktora AP1000 [88]:

- inherentno pojednostavljeno planiranje: u okviru toga se znatno smanjuje broj strukturnih elemenata. U slučaju AP1000 za 50% je smanjen broj planiranih ventila, uspoređujući stanje sa starijim energetske tlakovodnim reaktorima, za 35% smanjen je broj pumpi, za 80% smanjena je dužina cjevovoda, broj sustavnih elemenata grijanja i ventilacije. Rezultat toga je da se postupak demontiranja smanjuje, pojednostavljuje, rukuje se manjim brojem aktiviranih kontaminiranih sustavnih elemenata, čime sveukupno ekološki utjecaji postupka demontiranja postaju povoljniji.
- limitiranje pojavljivanja i proširivanja zagađivanja na stupnju planiranja: unutar toga naprimjer površine dobiju omot, čime se sprječava curenje zagađenja u beton i zahvaljujući tomu olakšava se dekontaminacija površina, ili se u sekundarnom krugu popravljaju stupanj korisnosti ventilacije, što smanjuje proširivanje zagađenja.

- zajedničko uvođenje mjera projektiranja koje pomažu demontiranje: gore navedene mjere projektiranja znatne su s obzirom na tijek funkcioniranja, ali se uvode i daljnja zamišljanja projektiranja, izričito radi pojednostavljenja demontiranja. Unutar toga ovdje navodimo i izdvajamo samo najvažnije: određivanje optimaliziranih važnih cestovnih ruta na stupnju planiranja pri demontiranju velikih uređaja, zone izrađene za slaganje potencijalno zagađenih uređaja, ili razne mobilne zaštite i obloge, koji su uvedeni isključivo za olakšanje demontiranja.

Tu zamisao pojačava ona opća projektantska težnja (npr. [89]), što s povećanjem kvalitete u reaktorima korištenog goriva i sposobnosti nošenja tereta poboljšava okolnosti tijeka funkcioniranja, no s tim ujedno doprinosi i smanjivanju veličine radioaktivnog otpada kojim se rukuje pri demontiranju te smanjenju njegove opasnosti.

Uzimajući u obzir gore navedeno, te zbog nedostatka protivnih informacija nema potrebe ni mogućnosti za naglašavanjem razlika koje se vezuju uz ekološke utjecaja demontiranja i zatvaranje tih pet vrsta tipova reaktora.

5.3.2. Prikaz ekoloških utjecaja/posljedica demontiranja

5.3.2.1. Pregled ekoloških elemenata/sustava koji su u dodiru s demontiranjem

Demontiranje će se, kako se očekuje, ticati svih ekoloških elemenata i sustava, no u različitoj mjeri. Radiološki će se i uobičajeni/tradicionalni ekološki utjecaji podjednako pojaviti u sljedećim elementima i sustavima:

- Ekološki elementi (uzimajući u obzir objašnjavanje LIII. Zakona o općim pravilima zaštite okoliša iz godine 1995.) zrak, voda, zemlja, živi svijet, te izgrađeni (umjetni) okoliš koji je stvoren zahvaljujući čovjeku nadalje njihovi sastavni dijelovi.
- Ekološki sustavi: ekosustavi, okolica naselja (obuhvaćajući i promjene u infrastrukturi – promet, opskrbu vode, odvođenje otpadne vode, opskrbu energije itd. – i krajolik (pejsažna slika i uporaba teritorija).
- Osim ekoloških elemenata trebaju se ispitivati posebni čimbenici utjecaja, kao opterećenje bukom i vibracijom, gospodarenje otpacima (koje je sa strane demontiranja jedno od najvažnijih krugova djelovanja).

Osim već navedenih, prema sadržajnim zahtjevima koje se odnose na ekološka ispitivanja utjecaja potrebno je ispitati i socijalne i gospodarske utjecaje koji su u vezi s okolišem. Unutar toga potrebno je govoriti i o problemima zaposlenosti do kojih dolazi zbog demontiranja, promjenama u populaciji, i ostalim ljudskim aspektima, o kvaliteti života, kulturnim odnosima (npr. usvajanje spoznajnog materijala, način vladanja, kolektivne vrijednosti).

5.3.2.2. Djelatnosti koje vrše utjecaj na ekološke elemente

Ove će se djelatnosti točno identificirati u ispitivanju promjene stanja, uzimajući u obzir sve one varijabilnosti koje se tiču podružnice i objekata (eventualno će imati prednost) pred strategijom demontiranja, o čemu je već bilo riječi. Svakako treba govoriti o sljedećim krugovima djelovanja:

- rukovanje s opasnim (radioaktivnim i inaktivnim) materijalima, otpadcima,
- rukovanje s emisijama tečnoga i plinskoga agregatnog stanja (radioaktivnih i inaktivnih),
- slaganje radioaktivnih otpadaka ili njihovo krajnje skladištenje,
- prijevoz (uključujući i aktivni i neaktivni prijevoz),
- rušenje zgrada,

- slaganje otpadaka, njihovo ponovno korištenje, obrađivanje, krajnje smještanje ostataka, unutar toga korištenje inaktivnih građevinarskih otpadaka na podružnici ili izvan nje, nasipanje zemljišta te zemljišni radovi koji se uz nju vezuju,
- potencijalne/moguće nesreće, neplanirani događaji, među kojima treba ispitati razne vatre (uključujući paljenje radioaktivnih ili otrovnih materijala), emisiju ili curenje zagađujućih materijala i plinova, pogreške u održavanju, štete u konstrukcijama koje su prouzrokovale vanjski utjecaji (npr. zemljotresi, poplave, sabotaža).

3.3.2.3. *Utjecaji na okoliš*

Potencijalni utjecaji demontiranja prikazivat će se u tekstu pod pojmom okolišni čimbenici/sustavi te će se dati njihovo kratko objašnjenje. U popisu navedene smjernice služe samo kao pokazatelji za procjenu zahvata na okoliš prouzrokovanog demontažom.

Uz okolišne čimbenike/sustave u popisu će svaki put biti označen njihov konvencionalni ili radiološki utjecaj na okoliš. Valja pritom napomenuti da se među negativnim utjecajima koji se javljaju zahvatom demontaže pojavljuju i povoljni, pozitivni (primjerice toplinsko opterećenje okoliša koje nastaje pri radu nuklearne elektrane u pogonu, a iz koje treba odstraniti toplinsku energiju), čiju kvalifikaciju treba također izvršiti unutar procjene zahvata utjecaja na okoliš.

Potencijalni utjecaji demontiranja nuklearne elektrane su sljedeći:

- **Utjecaji na prirodne okolišne čimbenike/sustave**
 - Utjecaj na zrak: demontaža podrazumijeva rušenje zgrada, drobljenje otpada, demontiranje tehnoloških sustava i strojeva. Isto tako terenski radovi zahtijevaju kretanje teških građevinskih strojeva i teretnih vozila. Najvažniji čimbenik koji se tiče demontiranja jest kakvoća zraka pri čemu se uzimaju u obzir i meteorološke karakteristike ove regije pošto takve djelatnosti podrazumijevanju ispuštanje radioaktivnih i neaktivnih plinova, aerosola i prašine. Podjednako djeluju i konvencionalni i radiološki utjecaji.
 - Utjecaj na vode: zahvat demontaže ovisno o hidrološkom i o hidrogeološkom stanju teritorija podružnice mijenja utjecaj na okoliš. Uzimaju se u obzir moguća onečišćenja površinskih i podzemnih voda koje mogu prouzročiti komponente emisija ispušnih i otopljenih tvari. Odstranjivanje površina nastalih ljudskim djelovanjem (ceste, rušenje zgrada) modificiraju tijek površinskih voda, infiltraciju otpadnih voda u podzemne vode. Podjednako djeluju i konvencionalni i radiološki utjecaji.
 - Utjecaj na zemlju i tlo: značajnost utjecaja visoko je varijabilna i ovisi o odabranoj strategiji demontiranja, tj. zgrade, ovisno o odabranoj strategiji, moraju biti rušene na bazi unaprijed izabrane strategije nakon čega će kontrolirani otpad biti odvezen i odstranjen s tog područja. Promjene zemljišta mogu prouzročiti izravnavanje terena, nabijanje tla i uklanjanje podzemnih građevinskih struktura. Kontaminirane čestice u zraku mogu utjecati na kvalitetu zemljišta, ali se očekuje da će na taj način zagađeno područje ostati unutar teritorija podružnice. Podjednako djeluju i konvencionalni i radiološki utjecaji.
 - Flora i fauna: pod navedenim će utjecajem stradati obližnje oranice, odnosno vegetacija kao posljedica pojavljivanja prašine u zraku vršenjem radova na terenu. Na životinjski svijet može negativno utjecati rad građevinskih strojeva, tj. intenzivna buka, što može uzrokovati udaljavanje, migracije i bježanje životinja, a kao sekundarni utjecaji mogu se navesti promjene u biljnom svijetu s obzirom na moguće narušavanje njihove prirodne prehrane, a mogu doprinijeti i promjeni njihova skloništa i staništa. Ovdje je vidljiv samo konvencionalni utjecaj.
 - Krajobraz: primijenivši izabranu strategiju modifikacija krajobraza pri procesu demontiranja i sanacije objekata vrlo će vjerojatno dovesti do pozitivnih promjena, a

realnima se čine i budući planovi korištenja preuređenog teritorija u rekreacijske i turističke svrhe. Promjene preuređenog zemljišta izazvane zahvatom dovode nadalje do mogućeg korištenja dosad nekorisćenih područja i industrijskih teritorija u daljnje industrijske svrhe te do nesmetanog pristupa i korištenja cesta. Uočljiv je samo konvencionalni utjecaj.

• **Društveni, socijalni i ekonomski utjecaji**

- Korištenje zemljišta i teritorija: demontažom izazvane promjene na teritoriju navodno su blagotvorne pošto se preuređeno područje može efikasno iskoristiti u druge svrhe. Ovdje je vidljiv samo konvencionalni utjecaj.
- Kultura: proces zahvata demontiranja usko je povezan s promjenama tradicionalnih sustava. Proces tih promjena veoma je složen te se sastoji od više oprečnih čimbenika. Mogu se povezati s jedne strane sa smanjenjem mentalnog opterećenja pojedinaca na radu, a s druge strane mogu izazvati strah zbog eventualnih pritisaka i zbog niza teških okolnosti za život. Zbog toga su nužne daljnje i detaljnije analize. Uočljiv je samo konvencionalni utjecaj.
- Infrastruktura: u tu se kategoriju ubrajaju svi čimbenici koji utječu na kvalitetu okoliša i na kvalitetu života. Zbog zahvata će doći do povećanja prometa teških vozila što nije neuobičajeno s obzirom na već postojeće objekte u pogonu i radove u njima te će se oni uzimati u obzir kao manje važan fenomen. Demontaža objekata može donijeti i pozitivne promjene u opskrbi područja vodom i električnom energijom i sa svojom razvijenom mrežom zdravstvenih ustanova. Očuvanje te vrste infrastrukture uvjet je za opstanak i očuvanje kvalitetnog života na tim područjima što uvelike ovisi o samoj budućnosti podružnice, a za sada je još neizvjesno kakva joj se funkcija predviđa ubuduće. Ovdje je vidljiv samo konvencionalni utjecaj.
- Ljudski čimbenici: u procesu demontiranja javljaju se njihovi indirektni utjecaji. U studiji se analizira kako utječu pretrpljele neugodnosti na samu kvalitetu života, na životni stil i održivost prosperiteta, a preko svih njih promatra se i utjecaj na društvenu sigurnost. Unutar zdravstva i sigurnosti nadalje treba analizirati i one djelatnosti koje uvelike povećavaju izloženost radnika radiološkim utjecajima i rizik porasta profesionalnih bolesti vezanih uz rad. Projekt demontiranja i prateća dokumentacija moraju definirati rizike te metode kojima se opasnosti mogu smanjiti na minimum. Podjednako djeluju i konvencionalni i radiološki utjecaji.
- Stanovništvo i gospodarstvo: zaustavljanje elektrane izazvat će zasigurno značajne društvene i gospodarstvene utjecaje što će pak rezultirati manjim zapošljavanjem radne snage i padom regionalnih prihoda od poreza. Društveni se problemi mogu javiti i u krugu dobavljača zbog pada potencijalnih radnih mjesta. Broj zaposlenika će za vrijeme demontiranja pasti, ali se kratkoročno mogu javljati i drugačiji utjecaji.

Prikaz i sistematizacija svih čimbenika/sustava utjecaja na okoliš lako se može prezentirati u matriks strukturi gdje se na jednoj od osi prezentiraju čimbenici/sustavi, na drugoj zahvati projekta demontiranja, dok elemente matriksa čine svi čimbenici utjecaja na okoliš. Matriksna interpretacija utjecaja na okoliš prikazuje se u Prilogu (slika br. M-41.).

U preliminarnom planu demontiranja promotrit će se i okarakterizirati brojčani pokazatelji za svaki segment okoliša kao i procjena sigurnosti pri zahvatu.

Napomena: Utjecaji na okoliš pri odlaganju i zbrinjavanju radioaktivnog otpada i istrošenoga goriva nastalog pri zahvatu demontiranja procijenit će se i promatrati u posebnoj studiji o procjeni utjecaja zahvata na okoliš.

5.4. Financiranje i troškovi demontiranja

Prema Zakonu o nuklearnoj energiji CXVI. iz 1996. godine (Nuklearni zakon) 62. § članak 1. troškovi demontiranja nuklearnih postrojenja podmiruju se izvanproračunskim fondovima, a financira ih Središnji nuklearni financijski fond (KNPA, ili Fond).

Pri gradnji novih reaktora u KNPA-u treba izvršiti preinake koje će zatim omogućiti zakonom regulirano financiranje demontaže novih nuklearnih reaktora. Prilagođivanje KNPA-a s pojavljivanjem novih reaktora inicira Državna agencija za nuklearnu energiju kao upravljač Fonda u određenom vremenskom roku.

Financijski troškovi demontiranja prema današnjim spoznajama mogu se samo procijeniti.

Prema prognozama dobavljača pretpostavlja se (*potpoglavlje 5.3.1.*) da će proces demontaže novih vrsta reaktora vjerojatno biti jednostavniji te će sadržavati manje otpada nego što se to očekuje pri demontiranju danas korištenih energetske reaktora.

6. Procjena mogućih utjecaja na okoliš preko državnih granica

Gradnja i postavljanje u pogon novih nuklearnih elektrana te ispitivanje njihovih mogućih utjecaja na okoliš preko državnih granica pokriveni su propisima konvencije u Espoo-u (Konvencija o procjeni utjecaja na okoliš preko državnih granica), u modificiranim zakonodavnim okvirima Direktiva Vijeća Europske zajednice 97/11/EZ, 2003/35/EZ i 2009/31/EZ i u Direktivi br. 85/337/EZZ o procjeni utjecaja određenih javnih i privatnih projekata na okoliš.

Mađarska, kao potpisnica Espoo konvencije, mora primijeniti njezine odredbe, a njezina obvezatna primjena propisuje se Vladinom Uredbom 148/1999. (13. X.). U Prilogu I. nalaze se zahvati i navedene su one aktivnosti na koje treba primijeniti propise Sporazuma. Na temelju propisa Konvencije sve zemlje, neovisno o tome hoće li planirani zahvat prouzročiti značajnije promjene stanja u okolišu u njihovoj zemlji, mogu zatražiti međunarodnu procjenu utjecaja zahvata na okoliš. Zato je prijeko potrebno da se već u preliminarnoj konsultacijskoj fazi analiziraju mogućnosti utjecaja na okoliš preko granica bilo kojih aktivnosti. (Udaljenost državnih granica susjednih zemalja od mjesta planiranih novih reaktora na području podružnice NE Paks: Republika Srbija (63 km), Republika Hrvatska (74,5 km), Republika Rumunjska (119,5 km), Republika Slovačka (132 km), Republika Slovenija (172 km), Republika Austrija (183 km) Republika Ukrajina (324 km)).

Pojam prekograničnog utjecaja na okoliš definira se Vladinom Uredbom 148/1999. (13. X.). U 4. poglavlju ove studije već je prikazan i definiran pojam promjena stanja u okolišu, a baza dobivenih podataka nadalje će biti povezana i proširena za proučavanje utjecaja na okoliš preko granica. Upute o sadržaju takvih studija u vezi s tim Uredba ne propisuje. Utjecaje na okoliš treba na isti način procjenjivati i ocjenjivati kao i sve ostale i druge utjecaje na okoliš s tim da se širenja štetnih utjecaja preko granica moraju analizirati naknadno u posebnoj studiji. Uzimajući u obzir nove reaktore te očekivanja vezana uz njih, u daljnjemu opisu prikazuju se i oni okolišni čimbenici i sustavi poput mogućeg širenja radijacije te njezinih utjecaja na okoliš preko granica. [42] [90]

Da bi se jasno prikazali utjecaji preko granica treba pojasniti sljedeća pitanja:

- Prema trenutačnim spoznajama o konkretnoj djelatnosti mogu li postojati ili postoje li uzroci promjena te njihove posljedice na okoliš za koje se mogu povezati širenja preko granica?
- Koji su oni čimbenici kod kojih za to ne postoje izgledi, a koji su pak oni kod kojih postoje samo minimalni izgledi za to?
- Na koji se način pri eventualnim opterećenjima šire i kumuliraju pojedine promjene te njihove posljedice na okoliš? [35]

Dio čimbenika spada u kategoriju općenitih pitanja, dok se drugi dio pitanja odnosi na specifične aktivnosti kao i na specifičnosti pojedinih regija.

U procjeni utjecaja preko granica odlučujuću ulogu igraju tri čimbenika: čimbenici koji pretpostavljaju mogućnost širenja radioaktivnih tvari na velikim prostorima te oni koji to olakšavaju, te potom oni koji sprečavaju širenje i dovode do promjena stanja u okolišu. Znači da o procjeni utjecaja preko granica treba prikupljati podatke o trima navedenim vrstama čimbenika.

Značajnost neke određene djelatnosti i njezina utjecaja na okoliš preko granica može se prosuđivati na razini preliminarnih ispitivanja, odnosno službenog ocjenjivanja nadležnih tijela na temelju lokacije montiranja, na temelju svojstava planiranih djelatnosti i na bazi primijenjenih tehnologija, a s teorijskog stajališta treba odlučiti može li doći do bilo kakvih prekograničnih utjecaja.

Moraju se nadalje izabrati svi oni stvarni uzroci promjena u okolišu i posljedice na okoliš (4. poglavlje) o kojima se može pretpostaviti da će pokrenuti nepovoljne ekološke utjecaje na okoliš preko granica.

Temeljem tako dobivenih podataka treba izvesti prosudbu, uzimajući u obzir sve uzroke promjena u okolišu i posljedice na okoliš te njihov način širenja, o dospijevanju u susjedne zemlje (tj. približno treba locirati područje gdje može doći do takvih utjecaja). Ako se ustanovi da je moguće širenje

koncentracija preko granica, tada se trebaju ispitati okolnosti potencionalnog teritorija, tj. treba ispitati o koliko se osjetljivom području radi. Temeljem dobivenih podataka treba izabrati one čimbenike koji se stvarno mogu proširiti preko granica i usporedbom osjetljivosti teritorija treba izvesti zaključke o njihovu potencionalnom značaju. [42], [91]

U nastavku će se dati odgovori na gore navedena pitanja i procijeniti kakve su mogućnosti širenja utjecaja na okoliš preko granica u slučaju novih reaktora.

Pod terminom „značajan” podrazumijeva se da promjene u stanju teritorija s obzirom na okoliš nisu privremene nego konstantne, tj. govorimo o dugoročnim utjecajima. Nova nuklearna elektrana gradi se u središnjoj državi na značajnoj razdaljini od državnih granica susjednih zemalja. Uzimajući u obzir lokaciju gradnje novih reaktora do prekograničnog širenja trebalo bi doći samo u ekstremnim situacijama.

Uzroci promjena u okolišu i posljedice na okoliš koje mogu izazvati promjenu stanja u okolišu bit će analizirani u 4. poglavlju ove studije. (Uzroci i procesi utjecaja mogu se podijeliti u dvije skupine: u prvu skupinu spadaju radiološki utjecaji, dok u drugu spadaju konvencionalni. Njih je potrebno odvojiti i u slučaju ispitivanja prekograničnih utjecaja.)

Ovdje se više neće ponavljati već prikazani utjecaji, već će se samo istaći oni za koje se, po njihovoj prirodi i jačini, pretpostavlja da mogu uzrokovati prekogranične utjecaje. Osjetljivost prekograničnih teritorija dosad nije detaljno poznata. [92] Sigurnost nuklearnih elektrana kao jedan od najvažnijih uvjeta određuje prirodu utjecaja na okoliš preko granica. Tijekom rada nuklearne elektrane u pogonu očekuju se prvenstveno tekuća i plinska ispuštanja.

Procjena koncentracija u atmosferi

Za procjenu ispuštanja koncentracija u atmosferu u normalnom pogonu elektrane podaci su uzeti iz izvorne studije [93]. Na temelju istih podataka mogu se izvesti zaključci da pri standardnom radu novih nuklearnih reaktora u pogonu ne dolazi do radioloških ispuštanja preko granica ako se poštuju propisani domaći i međunarodni propisi za ograničenje doza na objektima. [93]

Za vrstu reaktora EPR, kao referentnog reaktora, pomoću računalnog programa PC COSYMA izvršene su kalkulacije kvarova i smetnji u pogonu i njihovi prekogranični utjecaji.

Isto tako uzeti su u obzir i zaključci 3. poglavlja, tj. ako vrste reaktora zadovoljavaju kriterije propisane EUR-om, odnosno SSNS-om (Special service for national security of Hungary – SSNS of Hungary), onda eventualni utjecaji ne predstavljaju opasnost ni za stanovništvo susjednih zemalja (mjera primjerenosti o ograničenome utjecaju na okoliš).

Pod normalnim atmosferskim uvjetima podatci o koncentraciji radijacije niži su na državnoj granici od onih s kojima se trenutno računa (javljaju se za 100 do 1000 puta niži podatci). Prema rečenomu proces radijacije u atmosferi i njegov prekogranični utjecaj je za vrijeme mogućih kvarova i smetnji u pogonu na nuklearnim postrojenjima neutralan. Zaključci su izvedeni prema već u 3. poglavlju prikazanim zahtjevima EUR-a i SSNS-a i na temelju obrazloženja u 4. poglavlju.

Izračun ispuštanja radioaktivnih tvari u atmosferu na bazi postojećih podataka o ispustima koncentracija u atmosferu kod EPR vrste reaktora izvršen je računalnim programom PC COSYMA, a na tako dobivene i izračunate rezultate bit će primijenjeni podatci o kvarovima i smetnjama u pogonu manje učestalosti te podatci u slučaju teških nesreća. Za ovu vrstu reaktora raspoložemo najvećim brojem podataka. Pri reprezentativnom testiranju posljedica radijacije te njihova utjecaja bile su najveće procjene u odnosu na doze kod stanovništva zbog ispuštanja u slučaju EPR reaktora. Dobiveni podatci mogu se iščitati iz Tablice 6-1., a izračuni i dobiveni rezultati za teške nesreće iz tabelarnog prikaza 6-2.

**Tablica 6-1.: Izvršeni izračuni i rezultati na reaktore tipa EPR
(TA4 – na potencionalne kvarove i smetnje u pogonu manje učestalosti)**

Susjedne države	Udaljenost [km]	Za prvih 7 dana	Dugoročno
		Doza [μSv]	Doza [μSv]
Republika Srbija	63	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$
Republika Hrvatska	74,5	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-2}$
Republika Rumunjska	119,5	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$
Republika Slovačka	132	$2,3 \cdot 10^{-3}$	$9,8 \cdot 10^{-3}$
Republika Slovenija	172	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$7,5 \cdot 10^{-3}$
Republika Austrija	183	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$7,1 \cdot 10^{-3}$
Republika Ukrajina	324	$7,4 \cdot 10^{-4}$	$3,9 \cdot 10^{-3}$

**Tablica 6-2.: Izvršeni izračuni i rezultati na reaktore tipa EPR
(TAK2 – u slučaju teških nesreća)**

Susjedne države	Udaljenost [km]	Za prvih 7 dana	Dugoročno
		Doza [μSv]	Doza [μSv]
Republika Srbija	63	$5,8 \cdot 10^{-1}$	$1,3 \cdot 10^1$
Republika Hrvatska	74,5	$5,0 \cdot 10^{-1}$	$1,1 \cdot 10^1$
Republika Rumunjska	119,5	$3,4 \cdot 10^{-1}$	7,4
Republika Slovačka	132	$3,1 \cdot 10^{-1}$	6,7
Republika Slovenija	172	$2,4 \cdot 10^{-1}$	5,3
Republika Austrija	183	$2,3 \cdot 10^{-1}$	5,0
Republika Ukrajina	324	$1,4 \cdot 10^{-1}$	3,0

Na temelju preporuke Međunarodne agencije za atomsku energiju (IAEA), odnosno na temelju akcijskih planova za izbjegavanje nuklearnih nesreća, nisu potrebne hitne intervencije najvjerojatnije ni u slučaju ispuštanja koncentracija tzv. „velikih utjecaja“ jer je nivo doze primljene od tih koncentracija u prikazanoj analizi 3 do 4 puta viši tako da ne zahtijeva nikakav zahvat ni nikakvu mjeru zaštite čak ni u najekstremnijim uvjetima ovdje modeliranim.

Procjena utjecaja ispusta na vode

Utjecaj radioloških ispusta u površinske vode kod državne granice neutralan je tako da ne dolazi do značajnih štetnih prekograničnih utjecaja na vodenom području i okolišu. Analiza ispusta i njihov utjecaj u rijeci Dunavu izvršeni su jednostavnom metodologijom izračuna [94] na temelju 19. dokumenta IAEA Safety Report Series. Maksimalno opterećenje doza ($8 \mu\text{Sv}$), pri normalnom radu elektrane u pogonu i očekujućih eventualnih incidentnih slučaja pri ispuštanju radioaktivnih tvari, može pogoditi stanovništvo naselja Gerjen koje se nalazi nizvodno na 10 km od elektrane. Ta će vrijednost biti znatno manja preko granice, koja se nalazi na 100 riječnih km.

Ocjena konvencionalnih utjecaja

Prema rezultatima provedenih preliminarnih izračuna u fazi gradnje pri ispuštanju konvencionalnih (neradioloških) materijala u površinske vode ni u normalnom pogonu niti u procesu kvarova i smetnji u pogonu elektrane niti pri nesrećama ne treba računati s prekograničnim utjecajima.

Utjecaji na površinske vode u fazi gradnje detaljno su prikazani u potpoglavlju 3.5.2., utjecaji u fazi elektrane u pogonu u potpoglavlju 3.5.3., utjecaji pri procesu demontiranja u 5. poglavlju, a 4. su poglavlju prikazani njihovi zajednički utjecaji pogođenih područja.

Podatci o utjecajima očekivanih interventnih događaja i kvarova i smetnji elektrane u pogonu potanko su iznijeti u 3. poglavlju.

Studija je pokazala da su koncentracije onečišćenih podzemnih voda lokalnog karaktera te da njezini utjecaji ostaju unutar granica države. O prekograničnim utjecajima u slučaju ispuštanja otpadnih i industrijskih voda ne treba računati ni u slučaju kvarova i smetnji elektrane u pogonu.

O prekograničnim utjecajima ne može se govoriti ni u slučaju onečišćenih podzemnih voda, tla kao ni nastalog otpada jer su oni izrazito lokalnoga karaktera.

Što se tiče kvalitete zraka, kopnene i vodene faune, urbanih sredina i krajobraza, očekivanih buka i vibracija tijekom radova ne može se govoriti ni o kakvim štetnim prekograničnim utjecajima na okoliš.

7. Zaključak

Zbog zastarjelosti domaćih elektrana kao i porasta potražnje potrošača i sigurnog održavanja Mađarske električnom energijom do 2020. godine potrebno je nekih 5000 MW, a do 2030. godine bit će potrebno još 4000 MW novih proizvodnih kapaciteta. Dio nedostataka kapaciteta mogao bi se nadoknaditi izgradnjom nove nuklearne elektrane pošto je proizvedena električna energija gospodarstveno djelotvorna, dugoročno primjenjiva i ujedno omogućuje sigurnu opskrbu električnom energijom.

Izgradnji nuklearne elektrane prethode temeljite pripreme i odobrenja, a potrebna je i politička volja. Politička odluka mađarskog parlamenta 30. ožujka 2009. rješenjem 25/2009. (2. IV.) OGY pridonijela je izgradnji i pripremanju novih blokova na području podružnice u Paksu. Rješenje međutim ne znači i stvarnu odluku o gradnji novih nuklearnih reaktora jer odgovore na ta pitanja mogu dati samo već započete stručne analize koje ujedno mogu ukazati na mnogobrojne sugestije i pitanja kao što su primjerice financijski troškovi, troškovi investicijskih konstrukcija, tehničke specifikacije, vrsta reaktora, pitanje dobavljača, mogućnost integriranosti u sustav i pitanja o utjecaju zahvata na okoliš. Zakon o općim pravilima o zaštiti okoliša kako bi se spriječili negativni utjecaji na okoliš LIII. iz 1995. godine propisuje provedbu postupka procjene utjecaja na okoliš „prije početka obavljanja djelatnosti značajnih utjecaja odnosno očekivanih posljedica na okoliš”. Metode, zahtjevi kao i dozvola provedbe postupka procjene utjecaja na okoliš te objedinjeni uvjeti zaštite okoliša utvrđeni su više puta modificiranom Uredbom 314/2005. (25. XII.). U skladu s Uredbom za gradnju novih nuklearnih objekata treba provesti ocjenjivanje prihvatljivosti namjeravanog zahvata s obzirom na okoliš nakon čega se izdaje okolišna dozvola. U skladu s Uredbom izdavanje odobrenja u slučaju gradnje nuklearne elektrane u prvoj fazi postupka nije obvezatno, međutim, podnositelj zahtjeva okolišne dozvole odlučio je pokrenuti prethodne konsultacije na temelju kojih će teritorijalno nadležan Inspektorat Južnog zadunavlja za zaštitu okoliša i vodnoga gospodarstva u Pečuhu iznijeti mišljenje, uključivanjem relevantnih upravnih tijela, o podnošenju sadržajnih zahtjeva dozvole provedbe postupka procjene utjecaja na okoliš u drugoj fazi procesa da bi na taj način učinkovito pridonio takvoj izradbi.

Ova je službena studija ujedno i dokumentacija za Zahtjev za prethodne konsultacije koju su po nalogu Mađarske elektroprivrede d. d. (MVM Magyar Villamos Művek Zrt.) pripremili PÖYRY ERÓTERV d. d. i njegovi podugovarači prikladno Vladinjoj Uredbi 314/2005. (25. XII.) Prilog br.4.

Planirana djelatnost

Poslije donošenja odluke mađarskog parlamenta 8. srpnja 2009. godine Kompanija mađarske elektroprivrede osnovala je Projekt Lévai za pripremne radove za gradnju novih nuklearnih reaktora na području podružnice u Paksu koje radove od mjeseca rujna 2012. godine obavlja novoosnovano projektno društvo MVM Paks II. za razvoj nuklearne elektrane d. d.

Mjesto gradilišta novih reaktora rezervni je prostor već postojeće nuklearke u pogonu, tj. planirana dva reaktora bit će izgrađena sjeverno od već postojećih četiriju reaktora u njihovu neposrednom susjedstvu.

Najvažniji razlozi za takvu odluku su sljedeći:

- Riječ je o već postojećoj nuklearnoj podružnici koja radi sigurno i pouzdano tako da nisu potrebna ulaganja za skupocjenu izgradnju novih lokacija (eventualno investicijom u zelenom gospodarstvu).
- S gledišta sigurnosti i zaštite okoliša izvršena brojna preispitivanja u proteklih 30 godina na području podružnice pokazala su da je teritorij nuklearke najtemeljitije ispitivano, istraženo i provjereno područje u državi.
- Gustoća naseljenosti u okolici nuklearke, osim samoga grada Paksa, u promjeru od 30 km niža je od državnoga prosjeka.
- Sva je potrebna infrastruktura izgrađena i na raspolaganju je na području podružnice.

- Podružnica se može priključiti na već izgrađenu državnu dalekovodnu električnu mrežu, što je ekonomski isplativo.
- Samo postojanje i sigurno funkcioniranje nuklearne elektrane prihvaćeno je od stanovništva, što je svakako obećavajuće u ostvarivanju daljnjih ciljeva razvoja.
- Za obavljanje planirane djelatnosti na raspolaganju je odgovarajuće iskustvo, baza znanja te svi uvjeti za educiranje visokokvalificiranih stručnjaka.

Podružnica novih nuklearnih reaktora na sveukupnoj površini od 106 ha u vlasništvu je Nuklearne elektrane Paks d. d. (Paksi Atomerőmű Zrt.). Od sveukupnog teritorija skoro 29,5 ha iznosi operativno područje pakske nuklearke, a 76,3 ha je već u prostornim planovima klasificirano kao industrijsko područje koje trenutačno služi za pravilno obavljanje i organiziranje tehnoloških poslova i procesa u nuklearci.

Planirani reaktori bit će odabrani između tzv. 3, odnosno 3+ generacijskih reaktora koji raspolažu međunarodnim referencama, a nastali su evolucijom konstrukcije na osnovi prethodne generacije iz 1990-ih godina s ciljem da se smanjuje vjerojatnost teških nesreća, odnosno da se umanjuje mogućnost bilo kakvih teških katastrofa, iako postoji vrlo mala vjerojatnost da će se to dogoditi, te da se ublaže posljedice nesreća.

Ugradnjom pasivnih sigurnosnih sustava u nuklearne reaktore 3+ generacije, čije se djelovanje oslanja na prirodne resurse (gravitaciju, prirodnu konvekciju i uskladištenu energiju), oni postaju neovisni o vanjskim naponskim izvorima. Električna je energija potrebna za signalizaciju i upravljanje magnetskim ventilima.

Prethodno izvršena istraživanja koja se odnose na izgradnju novih nuklearnih reaktora bez izuzetka predlažu izgradnju tlakovodnih reaktora, ne samo zbog činjenice što danas u svijetu više od 80% novoizgrađenih reaktora u pogonu pripada toj vrsti nego zato što za takvu projekciju već postoji domaća pozadina, kao i dugogodišnje i povoljno operativno iskustvo s već postojećim reaktorima u Paksu.

Očekivano je da će od postojećih vrsta tlakovodnih reaktora novoizgrađeni nuklearni reaktori biti odabrani između sljedećih tipova:

- vrsta AP1000, dobavljač japansko-američka Toshiba-Westinghouse,
- vrsta MIR.1200, dobavljač ruski Atomsztrójeport,
- vrsta ATMEA1, konstruktor/proizvođač francusko-japanska Areva-Mitsubishi,
- vrsta EPR, dobavljač francuska Areva,
- vrsta APR1400, dobavljač južno-korejski KEPCO.

U planirane nove reaktore, na temelju rezultata analiza o mogućnostima hlađenja, izabran je dvostupanjski sustav za hlađenje svježe vode koja se dobiva direktno iz Dunava.

Na području podružnice planirana djelatnost, dakle izgradnja i postavljanje dvaju nuklearnih reaktora u pogon od neto 1000–1600 MW proizvodnje električne energije izgradit će se s ciljem proizvodnje električne energije kao i trgovanja njome.

Trenutačno stanje prostora i okoliša nove podružnice nuklearne elektrane

Na stanje okoliša teritorija nove podružnice u velikoj mjeri utječu postojeća četiri nuklearna reaktora kao i blizina privremenog odlagališta već izgorjelih kaseti. Objekti su od samog postojanja kontrolirani monitoring sustavom, a prati se i nadzire utjecaj ispuštenih prvenstveno radioaktivnih tvari u okoliš.

Prema izmjerenim i dobivenim rezultatima tekućih i plinovitih ispusta radioaktivnosti elektrane u pogonu, tj. pod normalnim uvjetima rada nuklearke, mogu se izvesti zaključci da su oni daleko ispod dopuštenoga ograničenja te da ne opterećuju, odnosno da jedva zamjetljivo opterećuju okoliš. Većina kolektivnih doza, a posebno radioaktivno zračenje, također su unutar granica u normalnom pogonu elektrane, tako da ne znače nikakvu opasnost izvan sigurnosnoga pojasa objekta i ne ugrožavaju te ne djeluju štetno na život stanovništva.

Zbog sigurnog rada elektrane kolektivni štetni utjecaji nisu značajni na okoliš; oni se mogu dokazati samo u neposrednom susjedstvu objekta. Izuzetak čini zagrijavanje rijeke Dunav, budući da dio topline u obliku ugrijane vode dopijeva u nju, što se eventualno može proširiti sve do ušća kanala Sió.

Krajobraz područja kao i vodni okoliš, s obzirom na ishodišno stanje teritorija, uz već postojeće objekte te lokaciju zahvata, bit će vizualno i strukturno dodatno opterećeni i jedini su čimbenici koji mogu značajnije utjecati na okoliš.

Zbog nuklearke u pogonu površinske vode i rijeka Dunav izloženi su radiološkom, potom tradicionalnim oblicima onečišćenja poput toplinskog opterećenja na koja su istinita i važeća prethodno već navedena obrazloženja, a koja su daleko ispod dopuštenoga pravnog ograničenja, tj. elektrana se drži svih propisa koji su propisani i pravno regulirani za siguran rad postrojenja.

Prostor nove podružnice, nekada industrijsko područje na kojem se u ovom času obavljaju pomoćne djelatnosti elektrane u pogonu, djelomično je ugrađen i popločen te ga u većem dijelu pokriva već dotrajali travnjak. Po današnjim spoznajama teritorij novogradnje ne predstavlja nikakvu prirodnu, kulturološku, povijesnu niti drugu vrijednost, međutim, dodatnu i detaljnu analizu u tu svrhu tek treba na njemu izvršiti.

Očekivani utjecaji na okoliš

Ocjenjivanje utjecaja namjeravanog zahvata s obzirom na okoliš prošireno je analizom građevinskoga, operacijskog pothvata te postupkom demontaže postojećih reaktora. Analizirani su nadalje radiološki i konvencionalni utjecaji planirane djelatnosti s obzirom na okoliš.

Procijenjeni su također samostalni utjecaji novog postrojenja koji su zatim uvršteni u studiju o pozadinskim efektima, potom su analizirana postojeća tri objekta (novi reaktori, postojeća četiri reaktora, privremeno odlagalište izgorjelih kaseti) i njihovi zajednički utjecaji glede ispuštanja radioaktivnih emisija u okoliš.

U prethodnim studijama o utjecaju radioaktivnosti izvršena su mjerenja i raščlamba podataka pet reaktora u normalnom pogonu s obzirom na ispuštanje radioaktivnih tvari u zrak i vodu, odnosno provedene su analize u slučaju predvidljivih događaja (čija čestotnost prelazi 10^{-2} /godina čestotnu vrijednosti) u slučaju izloženosti zračenju.

Ispuštanje doprinosa dozi u skladu je s općeprihvaćenim međunarodnim modelom. Izgradnjom dvaju novih reaktora na temelju dobivenih rezultata – a uzeti su u obzir rezultati doprinosa dozi elektrane u normalnom pogonu kao i pojave predviđenih događaja – i podataka o stanovništvu može se zaključiti da oni nisu od važnijeg značaja. Promotivši utjecaj radioaktivnosti s obzirom na ekstenziju u prostoru pod normalnim uvjetima ispusta doza plinskih i tekućih tvari i prema dozi neposrednog i raspršenog zračenja može se zaključiti da oni ostaju unutar kontrolirane zone elektrane.

Uporabom raspoloživih podataka izvršene su analize o radioaktivnosti u slučaju neispravnosti prema međunarodnim propisima.

Prikazano je, uzimajući u obzir nesreće i različite neispravnosti radijacije tijekom rada reaktora, da radioaktivni ispuštanje ostaje daleko ispod propisanih granica EUR (European Utility Requirements – postavljeni zahtjevi sa strane operatera Zapadnoeuropskih nuklearnih elektrana) i ICRP (International Commission on Radiological Protection – Međunarodna komisija za radiološku zaštitu).

Ustanovljeno je nadalje da pri konvencionalnim utjecajima na okoliš čimbenici faze gradnje izazivaju značajnije utjecaje nego što čine čimbenici elektrane u pogonu u istome razdoblju. Razdoblje gradnje nove elektrane dug je proces – može potrajati čak od 5 do 6 godina. Značajne, ali relativno lokalne (na teritoriju podružnice nekoliko stotina metara, u najgorem slučaju u rasponu od nekoliko kilometara) promjene se očekuju u stanju kakvoće zraka, voda i tla, a kao posljedica rada u okolišu javljat će se buka i značajne vibracije. Prema trenutačnim spoznajama utjecaji spomenutih

promjena, osim prijevozne djelatnosti i cestovnog prometa preko naseljenih mjesta, nisu mjerodavni.

Procjene konvencionalnih utjecaja elektrane u pogonu na okoliš – čak ako se uzimaju u obzir zajednički učinci već postojećih triju postrojenja – daleko su ispod dozvoljene granice od one za vrijeme gradnje novih reaktora. Analizom podataka može se ustanoviti da se i hlađenje reaktora, kao najvažniji utjecajni i konvencionalni okolišni čimbenik, može realizirati prema trenutnim propisima o očuvanju okoliša.

U trenutnoj fazi posla ne stoje nam na raspolaganju neke verzije planova kao ni svi tehnički detalji reaktorskih tipova. Zato smo se pri procjeni podataka, tamo gdje raspoložemo konkretnim informacijama, bazirali na stvarne, a u slučaju pojedinačnih verzija uzeli smo podatke tzv. kritičkog opterećenja. Tamo gdje takvi podaci nisu bili dostupni pri preliminarnoj procjeni oslanjali smo se na stručno iskustvo.

Zaključno, na temelju dokumentacije preliminarne konsultacije u svjetlu današnjih spoznaja i na osnovi izvršenih analiza o procjeni zahvata na okoliš, na prirodu i krajobrazni izgled prostora, odnosno na temelju analize podataka ove studije s obzirom na bilo koju vrstu reaktora ili rješenja hlađenja nisu nađeni razlozi zbog kojih je nemoguće realizirati planirani zahvat.

Zbog planiranog zahvata utjecaji na okoliš su zanemarivi, ne izazivaju značajnije promjene te se javljaju samo u blizini gradilišta, tj. izvan prostora naseljenih mjesta.