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.

ÚJ ATOMERŐMŰVI BLOKKOK LÉTESÍTÉSE

ELŐZETES KONZULTÁCIÓS DOKUMENTÁCIÓ

AZONOSÍTÓ KÓD:

6F111121/0002/C

DÁTUM: 2012.10.26.

MUNKASZÁM: 6F111121

Nyilvántartási szám:
MS 0624-061
MS 0624/K-061

Ez a tervdokumentáció a PÖYRY ERŐTERV ZRt. szellemi terméke. Lemásolása, adatainak átadása a cég engedélye nélkül TILOS!

A DOKUMENTÁCIÓT ÖSSZEÁLLÍTOTTA

Romenda Tamás
Témafelelős

Gátiné Magyar Rozália
Tervező

Gyöngyösi Péter
Tervező

Reszler Hajnalka
Tervező

Rosenfeld Sándor
Minőségellenőr

A DOKUMENTÁCIÓ ELKÉSZÍTÉSÉBEN KÖZREMŰKÖDTEK

Az ÖKO Zrt. részéről:

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

A Magyar Tudományos Akadémia Energiatudományi Kutatóközpont részéről:

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

A Golder Associates (Magyarország) Zrt. részéről:

Kunfalvi Viktor
Lugosi Krisztián

Az Országos Meteorológiai Szolgálat részéről:

Horváth Ákos
Konkolyné Bihari Zita
Móring Andrea
Nagy Andrea
Varga Bálint

A SOM NET Kft. részéről:

Mikula József
Takáts Ferenc

MÓDOSÍTÁSOK ÁTTEKINTÉSE

Első kiadás dátuma: 2012. január 31.

Módosítás jele	Módosult fejezet	Dátum	Kiveendő oldalak	Befűzendő oldalak
A	Teljes dokumentáció	2012.03.19.		
B	Teljes dokumentáció	2012.10.05.		
C	Teljes dokumentáció	2012.10.26.		

Az „A” jelű módosítás tartalmazza az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. és az MVM Magyar Villamos Művek Zrt. által 2012. február 24-én lefolytatott tervzsűrin elhangzott és írásban átadott észrevételek szerinti módosításokat.

A „B” jelű módosítás tartalmazza a dokumentáció kidolgozásának időszakában meghozott műszaki döntéseknek megfelelően elvégzett módosításokat és kiegészítéseket.

A „C” jelű módosítás tartalmazza az MVM Magyar Villamos Művek Zrt. által 2012. október 17-én lefolytatott tervzsűrin elhangzott és írásban átadott észrevételek szerinti módosításokat.

Romenda Tamás, témafelelős

Gátiné Magyar Rozália, tervező

Gyöngyösi Péter, tervező

Reszler Hajnalka, tervező

Rosenfeld Sándor, minőségellenőr

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés ... 8
1.1. A tervezett tevékenység és a projekt bemutatása ... 8
1.2. Az új atomerőművi blokkok létesítésével kapcsolatos engedélyezési eljárások ... 9
1.3. Az új blokkok létesítésének indokai ... 11
1.3.1. Hazai villamosenergia-igény prognózis ... 11
1.3.2. Az energiatermelés alternatíváinak környezeti szempontú összehasonlítása ... 13
2. A telephely, a nukleáris energiatermelő technológia és a tervezett új blokkok számításba vett változatainak jellemzői ... 16
2.1. A telephely bemutatása ... 16
2.1.1. A telephely elhelyezkedése ... 16
2.1.2. A telephely infrastrukturális kapcsolatai ... 16
2.1.3. Összefüggés és kapcsolat a terület-, településfejlesztési és rendezési tervekkel ... 18
2.1.4. A paksi telephely jellemzőinek összefoglalása ... 18
2.2. A nukleáris energiatermelés technológiájának ismertetése ... 19
2.2.1. Az atomerőművek típusainak ismertetése ... 19
2.2.2. A nyomottvizes reaktorok (PWR) működése, harmadik generációs nyomottvizes atomerőművek ... 20
2.2.3. Nukleáris energiatermelés a világban, a nukleáris energiatermelés referenciái ... 26
2.3. A telephelyen jelenleg működő atomerőmű és a Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolója összefoglaló bemutatása ... 29
2.3.1. A meglévő atomerőmű főbb technológiai jellemzői ... 29
2.3.2. A Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolója ... 30
2.3.3. Az atomerőmű és a Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolója biztonsági övezete ... 30
2.4. A létesítendő új blokkok számításba vett típusainak ismertetése ... 31
2.4.1. A számításba vett blokktípusok alapadatai ... 31
2.4.2. A tervezett hűtőrendszer ismertetése ... 40
2.4.3. A tevékenység megvalósításához szükséges további létesítmények, kapcsolódó műveletek ... 41
2.4.4. A számításba vett blokktípusok nemzetközi referenciáinak bemutatása ... 42
2.5. Az építési fázis bemutatása, az építéstechnológiai és egyéb jellemzők leírása ... 44
2.5.1. Az építés jellemző adatainak ismertetése ... 44
2.5.2. Az építéshez kapcsolódó be- és kiszállítások módja, volumene ... 47
2.6. A tervezett környezetvédelmi létesítmények, berendezések, intézkedések ... 48
2.7. A bemutatott adatok bizonytalansága ... 49
3. A környezeti hatások ismertetése ... 50
3.1. A földrajzi környezet általános ismertetése ... 51
3.2. A környezet radioaktivitásának jellemzése ... 52
3.2.1. Az alapállapot ismertetése ... 52
3.2.2. Az új blokkok üzemelésének radiológiai hatásai ... 56

3.2.3. A telephelyen üzemelő nukleáris létesítmények együttes radiológiai hatásai ... 61
3.2.4. Üzemzavarok és balesetek hatásai ... 62
3.3. Levegőminőség ... 66
3.3.1. Az alapállapot ismertetése ... 66
3.3.2. Az építés hatásai ... 67
3.3.3. Az új blokkok üzemelésének hatásai ... 68
3.3.4. A telephelyen üzemelő nukleáris létesítmények együttes hatásai ... 69
3.3.5. Üzemzavarok és balesetek hatásai ... 69
3.4. Regionális és lokális klíma jellemzői ... 69
3.4.1. Az alapállapot ismertetése ... 69
3.4.2. Az építés hatásai ... 71
3.4.3. Az új blokkok üzemelésének hatásai ... 71
3.4.4. A telephelyen üzemelő nukleáris létesítmények együttes hatásai ... 72
3.5. Felszíni vizek ... 73
3.5.1. Az alapállapot ismertetése ... 73
3.5.2. Az építés hatásai ... 77
3.5.3. Az új blokkok üzemelésének hatásai ... 79
3.5.4. A telephelyen üzemelő nukleáris létesítmények együttes hatásai ... 81
3.5.5. Üzemzavarok és balesetek hatásai ... 82
3.6. Felszín alatti vizek ... 82
3.6.1. Az alapállapot ismertetése ... 82
3.6.2. Az építés hatásai ... 83
3.6.3. Az új blokkok üzemelésének hatásai ... 84
3.6.4. A telephelyen üzemelő nukleáris létesítmények együttes hatásai ... 84
3.6.5. Üzemzavarok és balesetek hatásai ... 85
3.7. Talaj, földtani közeg ... 85
3.7.1. Az alapállapot ismertetése ... 85
3.7.2. Az építés hatásai ... 86
3.7.3. Az új blokkok üzemelésének hatásai ... 88
3.7.4. A telephelyen üzemelő nukleáris létesítmények együttes hatásai ... 88
3.7.5. Üzemzavarok és balesetek hatásai ... 88
3.8. Élővilág, életközösségek ... 89
3.8.1. Az alapállapot ismertetése ... 89
3.8.2. Az építés hatásai ... 97
3.8.3. Az új blokkok üzemelésének hatásai ... 99
3.8.4. A telephelyen üzemelő nukleáris létesítmények együttes hatásai ... 100
3.9. Környezeti zaj és rezgés ... 100
3.9.1. Az alapállapot ismertetése ... 100
3.9.2. Az építés hatásai ... 101
3.9.3. Az új blokkok üzemelésének hatásai ... 103
3.9.4. A telephelyen üzemelő nukleáris létesítmények együttes hatásai ... 104
3.10. Hulladékok ... 104
3.10.1. Az alapállapot ismertetése ... 104
3.10.2. Az építés hatásai ... 104
3.10.3. Az új blokkok üzemelésének hatásai ... 106

3.10.4. A telephelyen üzemelő nukleáris létesítmények együttes hatásai ... 111
3.11. Települési környezet, társadalmi, gazdasági hatások ... 112
3.11.1. Az alapállapot ismertetése ... 112
3.11.2. Az építés hatásai ... 113
3.11.3. Az új blokkok üzemelésének hatásai ... 114
3.11.4. A telephelyen üzemelő nukleáris létesítmények együttes hatásai ... 116
3.12. Táj- és területfelhasználás ... 116
3.12.1. Az alapállapot ismertetése ... 116
3.12.2. Az építés hatásai ... 118
3.12.3. Az új blokkok üzemelésének hatásai ... 119
3.12.4. A telephelyen üzemelő nukleáris létesítmények együttes hatásai ... 120
4. A hatásterületek körülhatárolása a számításba vett változatokra ... 121
4.1. A radiológiai hatások hatásterülete ... 121
4.2. A hagyományos környezeti hatások hatásterülete ... 122
4.3. A teljes hatásterület, a hatásterülettel érintett települések ... 130
5. A felhagyáshoz köthető környezeti hatások az új blokkok számításba vett változataira ... 132
5.1. Az atomerőmű leszerelésének, felhagyásának folyamata és célja ... 132
5.2. Az új atomerőművi blokkok leszerelésénél követendő leszerelési stratégia ... 133
5.3. A leszerelés környezeti hatásai ... 134
5.3.1. Blokkspecifikus megfontolások ... 134
5.3.2. A leszerelés környezeti hatásainak bemutatása ... 135
5.4. A leszerelési tevékenység finanszírozása, költségei ... 138
6. A lehetséges országhatáron átterjedő hatások értékelése ... 139
7. Összefoglalás ... 142
Irodalomjegyzék ... 145
Táblázatjegyzék ... 149
Ábrajegyzék ... 150
Melléklet ... 151

1. Bevezetés

1.1. A tervezett tevékenység és a projekt bemutatása

Magyarország biztonságos villamosenergia-ellátásának fenntartása érdekében új erőművi kapacitások létesítése szükséges, mert közép- és hosszú távon a jelenleg meglévő kapacitás jelentős részének leállítása várható. Alapvetően a hazai erőműpark elavulása és másodsorban a fogyasztói igények növekedése miatt – még a gazdasági válság okozta átmeneti visszaesés mellett is – 2020-ig mintegy 5000 MW, 2030-ig pedig további 4000 MW új termelő kapacitásra lesz szükség. A hiányzó források egy részének pótlására előnyös megoldást jelent egy új atomerőmű építése, hiszen az atomerőművi villamosenergia-termelés gazdaságilag hatékony, hosszú távon alkalmazható, biztonságos áramellátást tesz lehetővé, üzemanyaga több forrásból stabil, kiszámítható áron beszerezhető, hosszabb ideig tárolható.

Egy atomerőmű létesítését politikai elhatározás, rendkívül alapos, sokéves előkészítés és engedélyezés előzi meg. A Magyar Villamos Művek cégcsoport (MVM Csoport) 2007 óta végez előzetes szakértői vizsgálatokat a paksi telephelyen új atomerőművi blokkok létesítésére vonatkozóan műszaki, gazdasági, kereskedelmi, jogi és társadalmi szempontok elemzésével. Az előzetes szakmai elemzésekre építve 2009. március 30-án az Országgyűlés 95,4%-os arányban hozzájárult a paksi telephelyen új blokkok létesítésének előkészítését szolgáló tevékenység megkezdéséhez (25/2009. (IV. 2.) OGY határozat).

Az Országgyűlés határozata még nem jelent tényleges döntést új atomerőművi blokkok létesítéséről. Az elvi jóváhagyást követően megkezdett szakmai munka kell, hogy választ adjon még számos felvetésre, így például a finanszírozási és beruházási konstrukció, a műszaki jellemzők, versenyképesség, rendszerbe illeszthetőség, környezetre gyakorolt hatás vagy a blokktípus és a szállító kérdéseire. Az országgyűlési határozat megjelenését követően – az előzetesen elvégzett tevékenységekre alapozva – kezdődtek meg a tényleges előkészületek, ennek részeként a szükséges engedélyezési eljárások előkészítése.

A megvalósítandó blokkok szállítója, illetve típusa – a nemzetközi gyakorlattal egyezően – tendereztetési eljárás alapján kerül kiválasztásra, mely összetett, több szakaszból álló folyamat. A világtrendek és a hazai atomerőműves szakmai tapasztalatok együttes mérlegelése alapján egyértelműen rögzíthető, hogy Magyarországon 3. generációs, nyomottvizes atomerőművet célszerű építeni. A piacon több ilyen típus és szállító van jelen, mely multinacionális nagyvállalatok mindegyike elismert szaktudással, és releváns atomerőmű építési tapasztalattal rendelkezik. A kínálat emellett meglehetősen kiegyenlített, nincsenek kiugróan jó és gyenge változatok. Mindegyik szóba jöhető típus az eddigi elemzés és referenciák szerint elegendően biztonságos, műszakilag fejlett.

Az MVM Csoport az Országgyűlés határozatát követően 2009. július 8-án megalapította a Lévai Projektet a tervezett új atomerőművi blokkok létesítésének előkészítése érdekében. A projekt névadója néhai dr. Lévai András professzor, aki a hazai energetika meghatározó személyisége, az átfogó műszaki, környezeti és nemzetstratégiai szempontokat ötvöző energetikai szemlélet meghonosítója. Az új atomerőművi blokkok létesítésének előkészítésével kapcsolatos feladatokat 2012 szeptemberétől a Magyar Villamos Művek Zrt. által létrehozott új projekttársaság, az MVM Paks II. Atomerőmű Fejlesztő Zrt. végzi.

A tervezett tevékenység tehát két, 1000–1600 MW nettó villamos teljesítményű atomerőművi blokk létesítése és üzemeltetése a paksi atomerőmű telephelyén kereskedelmi célú villamosenergia-termelés érdekében. A létesítési idő 11–12 év, melyből az előkészítési fázis 5–6 évet vesz igénybe, a kivitelezés pedig 6 év. Az első új atomerőművi blokk várhatóan 2025-ig, a második pedig 2030-ig lépne üzembe, a blokkok tervezett üzemideje 60 év. Az új blokkok telepítésének helye Tolna megye, Paks város közigazgatási területe, a város központjától mintegy 5 km-re délre, az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. tulajdonában lévő terület.

A tervezett beruházás várhatóan helyi és térségi szinten is kedvező társadalmi és gazdasági hatásokat (pl. a foglalkoztatás jelentős javulása, közoktatás fejlesztése, a növekvő személyes és önkormányzati jövedelmek gazdaságélénkítő szerepe) jelent mind az építési, mind az üzemelési időszakban.

A környezetvédelmi engedélyezési eljárás első szakasza a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról szóló, többször módosított 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet szerint a – nem kötelező érvényű – előzetes konzultáció. Az előzetes konzultáció keretében a Felügyelőség az illetékes közigazgatási szervek bevonásával véleményt ad az engedélyezési folyamat második szakaszában benyújtandó környezeti hatástanulmány tartalmi követelményeiről. A környezeti hatástanulmány benyújtását követően a Felügyelőség a tervezett tevékenységgel kapcsolatos összes adat és vizsgálati eredmény ismeretében az érintett szakhatóságok bevonásával határozatot hoz, melyben a létesítendő erőműblokkok környezetvédelmi szempontú megfelelősége esetén megadja a környezetvédelmi engedélyt.

Jelen dokumentum az előzetes konzultáció iránti kérelem dokumentációja, melyet az MVM Magyar Villamos Művek Zrt. megbízásából a PÖYRY ERŐTERV ZRt. és alvállalkozói készítettek. Az előzetes konzultációs dokumentáció elkészítésébe bevont szakértő intézmények, cégek és az általuk készített munkarészek:

ÖKO Környezeti, Gazdasági, Technológiai, Kereskedelmi, Szolgáltató és Fejlesztési Zrt.:	A környezetállapot ismertetése és a várható hatások becslése a hagyományos (nem nukleáris) szakterületeken (levegőminőség, zajállapot, élővilág-életközösségek, települési környezet, táj- és területfelhasználás).
Magyar Tudományos Akadémia Energiatudományi Kutatóközpont:	A nukleáris energiatermelés technológiájának, az új blokkok számításba vett változatainak ismertetése, a környezet radioaktivitásának jellemzése, a várható radiológiai hatások becslése.
Golder (Associates) Magyarország Zrt.:	A vízi környezet, a felszíni és felszín alatti vizek környezetállapotának ismertetése, a földtani, vízföldtani viszonyok bemutatása, a várható környezeti hatások becslése.
Országos Meteorológiai Szolgálat:	Regionális és lokális meteorológiai jellemzés, éghajlati tanulmány készítése.
SOM NET Kft.:	A felhagyáshoz köthető környezeti hatások vizsgálata.

1.2. Az új atomerőművi blokkok létesítésével kapcsolatos engedélyezési eljárások

Új atomerőművi blokkok létesítéséhez a hatályos jogszabályok szerint környezetvédelmi, nukleáris biztonsági és villamosenergia-ipari engedélyezési eljárások lefolytatása, valamint további egyéb engedélyezési kötelezettségek teljesítése, illetve a hatósági engedélyek megszerzése szükséges.

A környezet védelmének általános szabályairól szóló 1995. évi LIII. törvény 66. § (1) bekezdése értelmében a környezethasználat a környezeti hatásvizsgálat hatálya alá tartozó tevékenységek esetén csak a környezetvédelmi hatóság által kiadott **környezetvédelmi engedély** jogerőre emelkedését követően kezdhető meg. A környezeti hatásvizsgálat köteles tevékenységeket a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról szóló 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet határozza meg. Az eljárás alá tartozó tevékenységek a rendelet 1. és 3. számú mellékletében szerepelnek. A tervezett tevékenység, azaz az új atomerőművi blokk létesítése az 1. számú melléklet 31. pontjában szerepel, tehát a környezetvédelmi engedélyköteles tevékenységek közé tartozik, így az engedélyezési folyamat részeként meg kell szerezni a környezetvédelmi engedélyt. A hatósági feladatokat jelen esetben a területileg illetékes Dél-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség (továbbiakban Felügyelőség) látja el.

A 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet szerint a környezethasználó a rendelet 1. számú mellékletében szereplő környezeti hatásvizsgálat köteles tevékenységeknél előzetes konzultációt kezdeményezhet, annak érdekében, hogy:

- egyrészt kikérje a környezeti hatástanulmány tartalmi követelményeiről a felügyelőség, valamint a később szakhatóságként a környezetvédelmi engedélyezési eljárásban résztvevő hatóságok véleményét,
- másrészt megismerje, és a környezeti hatásvizsgálat elvégzésénél figyelembe vehesse a nyilvánosság észrevételeit.

A környezetvédelmi engedély kérelmezője jelen esetben úgy döntött, hogy kezdeményezi az előzetes konzultációt. Ehhez el kell készíteni a 314/2005. Korm. rendelet 4. számú melléklete szerinti tartalmi követelményeknek megfelelő előzetes konzultációs dokumentációt (EKD). A Felügyelőség a benyújtott dokumentációt és az előzetes konzultáció iránti kérelmet megküldi a rendelet 12. számú mellékletben meghatározott közigazgatási szerveknek és az érintett települések jegyzőinek véleményezés céljából, illetve közleményt tesz közzé a kérelem beérkezéséről. A közleményre 21 napon belül lehet észrevételt tenni, az érintett közigazgatási szerveknek 15 nap áll rendelkezésükre véleményük kialakítására. Az előzetes konzultációs eljárásban mód van szóbeli konzultáció lefolytatására a bevont közigazgatási szervek (leendő szakhatóságok) és a környezethasználó részvételével. A Felügyelőség az előzetes konzultáció eredményeként véleményt ad a környezeti hatástanulmány tartalmi követelményeiről a Korm. rendelet 6. számú mellékletének figyelembevételével. A környezethasználó a vélemény megadását követő két éven belül nyújthat be kérelmet a környezetvédelmi engedély iránt.

Mivel az atomerőmű létesítése az országhatáron átterjedő környezeti hatások vizsgálatáról szóló, Espooban (Finnország), 1991. február 26. napján aláírt egyezmény kihirdetéséről szóló 148/1999. (X. 13.) Korm. rendelet, illetve az Európai Közösség 97/11/EK, 2003/35/EK és 2009/31/EK számú tanácsi irányelvvel módosított, az egyes köz- és magánprojektek környezetre gyakorolt hatásainak vizsgálatáról szóló 85/337/EGK számú irányelv hatálya alá tartozik, nemzetközi hatásvizsgálati eljárás lefolytatása is szükséges. A nemzetközi eljárás szükségességéről az előzetes konzultációs szakaszban a Felügyelőség értesíti a Vidékfejlesztési Minisztériumot. A tervezett tevékenységről a Minisztérium a feltételezetten hatásviselő feleket a – hatásviselő fél nyelvére vagy angolra fordított – dokumentációk megküldésével tájékoztatja. Amennyiben a hatásviselő fél részt kíván venni a környezeti hatásvizsgálati eljárásban a Minisztérium – a Felügyelőség és a környezethasználó bevonásával – az eljárás részeként a hatásviselő féllel konzultációt folytat le. A Felügyelőség a konzultáció során kapott, valamint a hatásviselő fél nyilvánosságának észrevételeit mérlegeli és szükség szerint figyelembe veszi.

Jelen esetben a környezeti hatásvizsgálat tartalmi elemei, a szükséges vizsgálatok részben eltérnek a megszokott, a tevékenységek többségére vonatkozó általános elvárásoktól. Az egyik fontos eltérés abból adódik, hogy a tervezett új blokkokat a környezethasználó nem a meglévő atomerőmű bővítésének tekinti, hanem önálló létesítményként új blokkokat létesít olyan helyen, ahol a szomszédos területhasználó egy másik, már üzemelő atomerőmű.

Másik fontos specialitás a felhagyás kezelése. A legtöbb hagyományos tevékenységnél erről a tervezés fázisában csak kevés ismeret áll rendelkezésre. Jelen esetben az építési volumennel közel azonos nagyságrendű munkafolyamatról van szó, aminek környezeti hatásai is jelentősek lehetnek. A komplex hatások környezeti veszélyessége miatt az atomerőmű felhagyása a 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet szerint önállóan is környezeti hatásvizsgálat köteles tevékenység. Az önálló engedélyezési eljárásnak az elsődleges oka, hogy elősegítse a környezeti szempontból optimális megoldási lehetőség(ek) megvalósítását az erőmű leszerelése során. Erre az időszakra olyan távoli jövőben kerül sor (több évtized, akár 100 év után), hogy az akkori korszerű műszaki megoldások a mostani tervezési fázisban még nem jelezhetők előre, környezeti hatásai nem becsülhetők részletesen. Jelen fázisban az atomerőmű felhagyásának önálló hatásvizsgálat kötelezettsége azt

jelenti, hogy erre a fázisára a tanulmányban ki kell ugyan térni, de ennek mélysége nem kell, hogy a környezetvédelmi engedélyezéshez szükséges részletességet elérje.

Az atomerőmű létesítéséhez és üzemeltetéséhez szükséges **nukleáris biztonsági engedélyek** megszerzése az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény, valamint a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről szóló – a 37/2012. (III. 9.) Korm. rendelettel módosított – 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet, illetve ennek mellékleteit képező Nukleáris Biztonsági Szabályzatok előírásai alapján valósulhat meg:

- létesítményszintű engedélyek (telephelyengedély, létesítési engedély, üzembe helyezési engedély, üzemeltetési engedély),
- rendszer és rendszerelem szintű engedélyek (gyártási (típus) engedélyek, beszerzési (típus) engedélyek, szerelési engedélyek, üzemeltetési engedélyek, építési engedélyek, használatbavételi engedélyek stb.)

A nukleáris biztonsági engedélyezések során a hatósági feladatokat az Országos Atomenergia Hivatal (OAH) látja el, az engedélyezési eljárásokat a hivatal Nukleáris Biztonsági Igazgatósága (NBI) folytatja le.

Az atomerőmű létesítéséhez a villamos energiáról szóló 2007. évi LXXXVI. törvény és a villamos energiáról szóló 2007. évi LXXXVI. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról szóló 273/2007. (X. 19.) Korm. rendelet előírásai értelmében a Magyar Energia Hivatal (MEH) hatáskörébe tartozó **villamosenergia-ipari engedélyek** beszerzése is szükséges. A jogszabályok alapján az új blokkok, mint a villamosenergia-rendszer üzemét lényegesen befolyásoló erőmű létesítéséhez elvi engedély szükséges, illetve az erőmű és az ún. termelői vezeték létesítését[1] kell az eljárások során engedélyeztetni. Az erőmű létesítésének engedélyezése során a hatóság – két lépcsőben – ún. erőmű-létesítési engedélyt, majd termelői működési engedélyt ad ki.

Az atomerőmű létesítésének hatósági engedélyeztetése több **egyéb**, **speciális szakterület**re (a telephely, a földtani alkalmasság vizsgálata, a létesítmény biztonsági övezetének kijelölése, fizikai és tűzvédelme, a kibocsátások és a környezet ellenőrzése stb.) is kiterjed. Az atomerőmű létesítéséhez lefolytatni szükséges hatósági engedélyezési eljárásokat, az eljárásokra vonatkozó legfontosabb jogszabályokat a *Melléklet M-1. táblázata* foglalja össze.

1.3. Az új blokkok létesítésének indokai

1.3.1. Hazai villamosenergia-igény prognózis

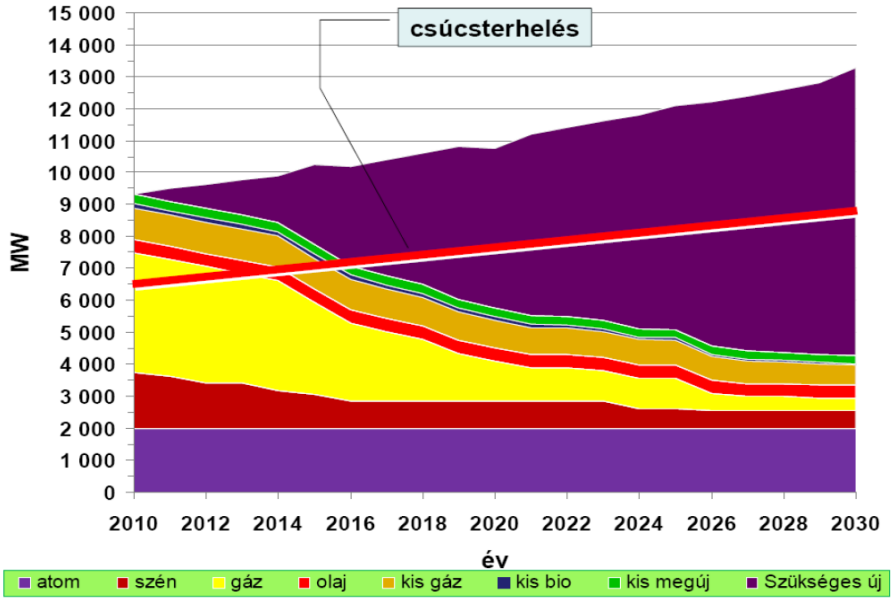
A magyarországi villamosenergia-rendszer teljes villamosenergia-felhasználása 2011-ben 42,63 TWh volt, ebből a bruttó (önfogyasztás figyelembevételével számolt) villamosenergia-termelés 35,98 TWh, a nettó (hálózatba táplált) 33,50 TWh volt. A hazai erőművekben 2011-ben termelt (bruttó) villamos energia közel 44%-a hasadóanyagból, 30%-a földgázból 18%-a szénből, 8%-a hulladékból és megújuló energiaforrásokból származott. [1]

A gazdasági válság hatásaként a rendszer éves csúcsterhelése csökkent, de 2010-ben 6560 MW-tal már megközelítette a 2007-ben mért eddigi legnagyobb, 6602 MW terhelést. Az évi csúcsterhelés értéke 2011-ben 6492 MW volt. A nettó villamosenergia-fogyasztás alakulását tekintve az évi 1,5%-os növekedési ütem tekinthető mértékadónak. A prognózisok kisebb valószínűségűnek tekintik az 1%-os ütemet, a legkevésbé pedig az évi 2%-os növekedést valószínűsítik.

A hazai erőművek bruttó beépített teljesítőképessége 10 109 MW volt 2011-ben (ebből 8637 MW nagyerőmű). A beépített villamos teljesítőképesség közép és hosszú távú változásait, előrejelzését

[1] A 2007. évi LXXXVI. törvény előírásai alapján a termelői vezeték létesítésének engedélyeztetési kötelezettsége nem áll fenn abban az esetben, ha a termelői vezeték kizárólag az erőmű csatlakoztatására szolgál és arról más felhasználó ellátása nem történik. Ennek megfelelően feltételezhető, hogy az új atomerőművi blokkok létesítése során a termelői vezeték MEH hatáskörben való engedélyeztetésére nem lesz szükség.

vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a meglévő hazai erőművek sorsa, várható leállításuk a tulajdonosi akaratnak megfelelő időben és módon, a teljesítőképesség-piac alakulását fogja követni. Az új erőművekre a következő két évtizedben elsősorban a leállított egységek pótlása miatt lesz szükség, és csak másodsorban a villamosenergia-igények növekedése miatt. A forráslétesítés szükségességét szemlélteti az *1.3.1-1. ábra*.



1.3.1-1. ábra: A forráslétesítés szükségessége

A 2010 és 2020 közötti erőműépítést várhatóan az összetett körfolyamatú egységek (CCGT[2]) létesítése és a kiserőműves fejlesztés határozza majd meg. A 2020-as évek elején az első új atomerőművi blokk tervezett üzembe lépéséig is csak új CCGT egységekkel látszik biztosíthatónak a szükséges forrás. Ebben az időszakban azonban már meg kell kezdeni az új atomerőművi blokk teljesítőképességéhez illeszkedő kapacitású tercier tartalék gázturbina-park kiépítését is. Ennek a kapacitásnak már az első új atomerőművi blokk próbaüzeméhez rendelkezésre kell állnia, hogy a bármi okból kieső teljesítményt az előírt időn belül pótolni lehessen. [2].

A következő időszakban jellemző gázturbina építéssel Magyarországon a földgáz mint primer energiahordozó részaránya 50% közelébe emelkedhet. Ezt a megújuló energiaforrásokon alapuló erőművek érdemben nem tudják ellensúlyozni, a földgáz részarányának csökkentése a nagyblokkos atomerőmű létesítésétől várható. A nagyerőmű építéssel párhuzamosan a kiserőmű létesítések ugyan tovább folytatódhatnak, de a fő részarányt képviselő szélerőművek és a hőellátásához kötött biomassza-tüzelésű erőművek teljesítőképesség-értéke továbbra is csak igen mérsékelt lehet. Így 2030-ra összességében a bruttó villamosenergia-fogyasztás 53%-a származhat nukleáris forrásból, 28% földgázból, 4% szénből és 15% megújuló energiaforrásokból.

Az importszaldó aránya a 2010-es években még növekedhet, elsősorban az olcsó regionális kínálati ár miatt, amit a régióban várhatóan üzembe lépő atomerőműves egységek tovább erősíthetnek. A 2020-as években azonban már az importszaldó csökkenésére lehet számítani. A nagyblokkos atomerőművi egységek üzembe lépése átmeneti túlépítettséget okozhat a hazai rendszerben. A kapacitástöbblet kihasználása csak exporttal vagy szivattyús tározós vízerőművel lesz megoldható.

A kapacitástöbblet főleg az alacsony terhelésű időszakokban jelenthet problémát, amikor az időjárásfüggő vagy más okból nem irányítható erőművek mellett a még üzemben lévő (jellemzően nagy egységteljesítményű) irányítható gépegységeknek kell a le irányú szabályozási kapacitást biztosítaniuk. Ez indokolja, hogy az új blokkok a jelenleginél lényegesen nagyobb, 50–100%

[2] Combined Cycle Gas Turbine – kombinált ciklusú gázturbinás erőmű

közötti tartományban legyenek szabályozhatók, amit a mai harmadik generációs atomerőművi technológia minden további nélkül lehetővé tesz, a Magyar Villamosenergia-rendszer Üzemi Szabályzata pedig követelményként elő is ír.

1.3.2. Az energiatermelés alternatíváinak környezeti szempontú összehasonlítása

A magyar energetikai szektor villamosenergia-termelésének életciklus-elemzése céljából önálló vizsgálat [3] került elvégzésre. Az életciklus-elemzés egy termék, folyamat vagy szolgáltatás életútja során – az egyes életciklus szakaszokban – vizsgálja a környezeti szempontokat és a potenciális hatásokat. Az életciklus-elemzés tárgya általában olyan termék, folyamat vagy szolgáltatás, amelynél választási lehetőségünk van az azonos funkciójú, de a környezetre eltérő mértékben ható rendszerek közt. A villamosenergia-termelés vizsgált lehetséges alternatívái az atomenergia, a fosszilis energiahordozók (lignit, barnaszén, feketeszén, földgáz, olaj), az alternatív energiaforrások (hulladék) és a megújuló energiaforrások (fatüzelés, biogáz, bioetanol, víz-, szél- és napenergia).

A rendszer magába foglalja a Magyarországon alkalmazott összes elektromos áram termelési technológia LCA (Life Cycle Assessment – életciklus-elemzés) modelljét, a fosszilisektől kezdve az atomenergia hasznosításán keresztül a megújuló forrásokat használókig. Hangsúlyozandó, hogy az elemzés csak a villamosenergia-termelésre vonatkozik.

A kiértékeléshez a hollandiai Leideni Egyetemen kifejlesztett EcoIndicator ’99, és a CML 2001 módszert használták [3]. Az EcoIndicator ’99 egy aggregált, dimenzió nélküli értékkel jellemzi egy technológia környezeti teljesítményét, a CML 2001-es mutatók pedig egzaktul normálják az egyes emissziókat referencia anyagok mennyiségére, könnyen érthető mértékegységet szolgáltatva. Az elemzés rendszerhatárai az üzemanyag kitermelésétől egészen annak átalakításáig terjednek, ahol a végtermék a funkcionális egység lesz. Az atomenergia felhasználásának elemzésekor nem csak az energiatermelést, hanem az erőmű építésével és felhagyásával, valamint a hulladékgazdálkodással kapcsolatos terheléseket is vizsgálták.

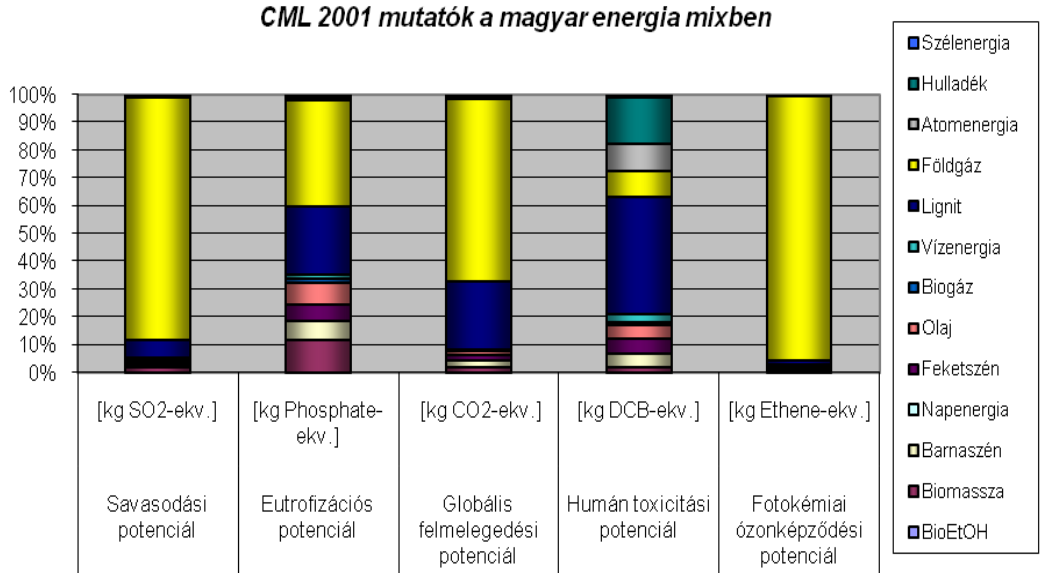
Az összehasonlító analízis a magyar energiamix alapján került elvégzésre. A magyar energiamix egy olyan rendszer, ahol a modellezett technológiai rendszerek a valóságnak megfelelő mértékben járulnak hozzá a funkcionális egység, azaz 1 MJ elektromos áram megtermeléséhez, így az elemzéskor az azokból származó emissziókat a valóságnak megfelelő arányban vették figyelembe. Az energiamixből kiindulva összehasonlításra kerültek a különböző energiatermelési alternatívák, az elemzés kizárólag az elektromos áramra vonatkozik, ezért a hőhasznosítás kimaradt az elemzésből. Az *1.3.2-1. ábra* az elemzés eredményeit mutatja, amihez a CML 2001-es módszer következő mutatóit használták:

- Savasodási potenciál (kg SO_2-ekv.), azaz mennyire járul hozzá a környezet pH-jának változásához az adott rendszer.
- Eutrofizációs potenciál (kg foszfát-ekv.), azaz a környezet tápanyagfeldúsulásának jellemzése foszfátra vonatkoztatva.
- Globális felmelegedési potenciál (kg CO_2-ekv.), azaz a hozzájárulás a globális felmelegedés hatásához szén-dioxidra vetítve.
- Humán toxicitási potenciál (kg DCB-ekv.), azaz az emberre gyakorolt mérgező hatás, ami a dikloro-benzolra van normálva.
- Fotokémiai ózonképzési potenciál (kg etilén-ekv.), azaz a folyamat alacsony légköri ózon képződésének elősegítésében játszott szerepe az etilénre normálva.

A savasodási potenciálban nagy szerepet játszik a földgáztüzelés, ez érthető, hiszen az energiaellátás 35%-át ez fedezi. Itt megjelenik még a lignit hatása is, mely a 15%-ért felelős.

A tápanyag-feldúsulás esetében a lignittüzelés is megjelenik, majdnem akkora mértékben, mint a 35%-os gáztüzelésnél ez tapasztalható, annak ellenére, hogy részaránya az energiamixben csak a fele, 15% körüli. Itt láthatóvá válik másik kettő fosszilis tüzelőanyagot használó technológia hatása

is, az olaj, és a feketeszén és a barnaszén is, pedig ezek részaránya csupán 1–2%. Mellettük a biomassza (tűzifa) tüzelés is értékelhető hatással bír a maga 3,7%-os részesedésével az energiamixben.



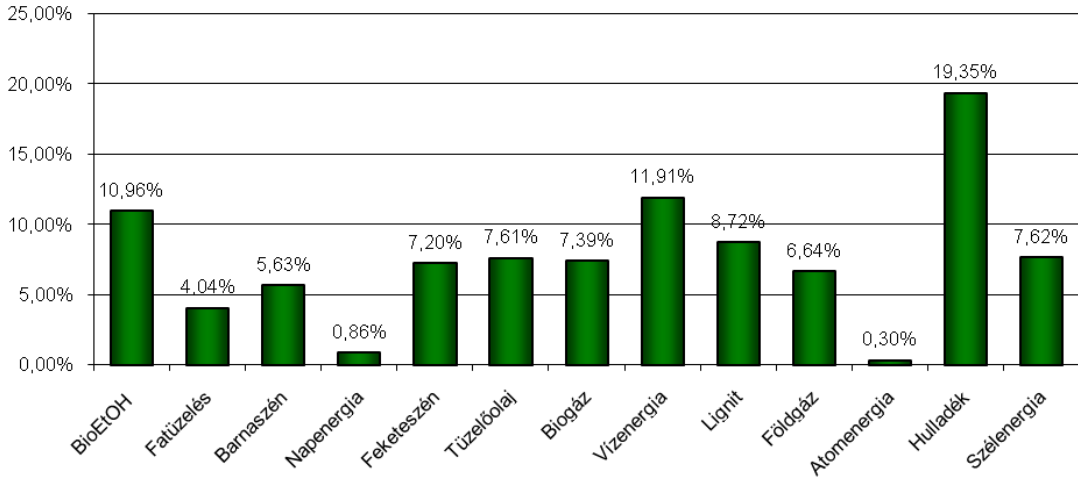
1.3.2-1. ábra: A magyar energiamix szerinti megoszlás környezeti mutatói (CML 2001)

A globális felmelegedési potenciálban látható eloszlásban a földgáz foglalja el a legnagyobb helyet, ami lehet az energiaszolgáltatásban betöltött fontos szerepének hatása is. Ezt a lignit követi, majd a többi „fosszilis technológia”.

A humán toxicitási potenciál kialakításában már több energiatermelési módszer is megjelenik. Legnagyobb arányban a lignit van jelen, amit a hulladékégetés követ. A gáz jelentősége itt már csökken, a nukleáris energiáéval szinte azonos mértékű, ami az energiatermelésben betöltött szerepüknek (közel 35–35%) megfelelő, bár az atomenergia eddig egyik mutatóban sem volt értékelhetően kimutatható.

A fotokémiai ózonképződési potenciálban szinte 100%-ban a földgáztüzelés játszik szerepet. Mindebből kitűnik, hogy a lignit és a földgáztüzelés részarányának további emelése a magyar energiatermelésben a környezeti teljesítmény szempontjából nem volna előnyös. Az atomenergia csak a humán toxicitási potenciálban jelenik meg kimutathatóan, ezért ennek a technológiának a legjobb a környezetterhelése a vizsgált magyar energiamixben.

A környezetterhelési adatokat az egyes villamosenergia-termelési technológiák EcoIndicator ’99 értékeit bemutató *1.3.2-2. ábra* is segíti összegezni.



1.3.2-2. ábra: Az egyes energiatermelő technológiák EcoIndicator ’99 értékei

A hulladékégetés számít a leginkább környezetterhelő eljárásnak a vizsgáltak között, mivel az alkalmazott hierarchista megközelítés az EcoIndicatoron belül figyelembe veszi a karcinogén hatásokat, és a hulladékégetés a többinél magasabb nehézfém és dioxin kibocsátása ebbe a kategóriába tartozik, az indikátorérték magasabb lesz. A fosszilis tüzelőanyagot használó technológiák közel azonos szinten vannak, kisebb eltérések az üzemanyag előállításának módjai miatt lehetnek. A legjobb értéket ebben a kategóriában a földgáztüzelés érte el. A fatüzelés az égetéses technológiák között a legjobb, de ehhez megfelelően működő erdőgazdálkodási rendszer is kell, ami mindig szállítani tudja a tüzelőanyagot.

Érdekes a vízenergia helyzete, ami a hulladékégetés után a legrosszabb teljesítményű. Ez a nagytömegű építőanyag-felhasználás miatt van, és ekkor még nem számoltunk a különböző gáttípusoknál fellépő problémákkal, mint a gát mentén a hordalék rothadásából származó kibocsátások, vagy az ökoszisztéma károsodása. A bioetanol tüzelésnek a földgázéval azonos szintű terhelése van, ami főleg a mezőgazdaság környezeti hatásaiból adódik. A szélenergia a bioetanollal azonos szinten van, de munkaigénye kisebb, nem kell évente a mezőgazdasági alapanyagot megtermelni. A megújulók közül a napenergia teljesített a legjobban, a többinél egy nagyságrenddel kisebb környezetterheléssel.

A legjobb teljesítményt az atomenergia nyújtotta, a többinél sokkal jobb teljesítménnyel. A hulladékkezelés hatása ezen az ábrán nem látható, de a többi folyamat sem tartalmazza azt. Tehát ahogy a napenergiánál nincs meg az elhasználódott napelemek, vagy a szénnél a pernye (ami szintén többé-kevésbé radioaktív, mivel az égés egy olyan szelekcióként működik ahol a szilárd maradékban maradnak a tüzelőanyag elemeinek radioaktív izotópjai, és ott feldúsulnak) kezelése, úgy itt sincs. A radioaktív hulladékok elhelyezése sokkal inkább egy kockázatot képvisel, megfelelően kialakított tárolókban biztonságosan elhelyezhetők. Az atomenergia jó teljesítményének oka a közvetlen energiatermelés alacsony, vagy zérus „hagyományos” káros anyag kibocsátása, és átlagosan 2–3 nagyságrenddel kevesebb mennyiségű üzemanyag szükséges azonos volumenű elektromos áram termelése esetén.

2. A telephely, a nukleáris energiatermelő technológia és a tervezett új blokkok számításba vett változatainak jellemzői

2.1. A telephely bemutatása

2.1.1. A telephely elhelyezkedése

A paksi telephely Tolna megyében található, Budapesttől 118 km-re délre, Paks város középpontjától 5 km-re délre, a Dunától 1 km-re nyugatra és a 6. sz. főközlekedési úttól 1,5 km-re keletre helyezkedik el. A déli országhatár a telephelytől 63–75 km távolságra húzódik, a Dunán folyásirányban 94 km-re található (meglévő erőmű 1527 fkm, országhatár 1433 fkm). Az új erőmű területe közvetlenül az üzemelő paksi atomerőmű szomszédságában, az erőmű telekhatárán belül található. A telephely elhelyezkedését és közvetlen környezetét a *Melléklet M-1. ábrája* mutatja, melyen látható, hogy a telephely tágabb környezetét (30 km sugarú területet) a Duna két felé osztja. A nyugati fele a Dunántúlon, a keleti fele a Duna-Tisza közén helyezkedik el. [4]

A paksi atomerőmű telephelye jelenleg mintegy 5,8 km^2-nyi területet fed le. A telephely az alábbi két részre tagolható a funkció és az őrzésvédelem szempontjából:

- A paksi atomerőmű üzemi területe:
  A meglévő erőmű négy blokkja, a hozzá kapcsolódó turbinagépház, vízkivételi mű, valamint ezek kiszolgálásához a segédberendezések, rendszerek; iroda, karbantartó és raktárépületek. A Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft. (RHK Kft.) tulajdonában lévő Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolója (KKÁT) az üzemterülethez csatlakozik.
- A paksi atomerőmű beruházási területe:
  Jelenleg itt találhatók az erőmű működéséhez szükséges külső intézmények, vállalatok karbantartó műhelyei, raktárai és irodaépületei.

Az új atomerőművi blokkok tervezett telephelye 106 ha területű, mely a tervek szerint mintegy 29,5 hektárnyi részt foglal el majd a paksi atomerőmű jelenlegi üzemi területéből, és 76,3 hektárnyit az ún. felvonulási területéből. A paksi telephely elhelyezkedése az új blokkok telepítési helyének megjelölésével a *Melléklet M-2. ábráján* látható.

Az új blokkok tervezett telephelye funkció szerint szintén két részre osztható. Az üzemi területen kapnak helyet az erőművi blokkok, a kiszolgáló segédberendezések, rendszerek és egyéb épületek, a felvonulási terület az építkezéshez biztosít megfelelő területet a kivitelezés fázisában. Ezeken a területeken jelenleg a működő erőmű kiszolgálását ellátó rendszerek, irodák, karbantartó és raktárépületek találhatók. Az új blokkok területe jelenleg a 8803 helyrajzi számon belül található, Paks Város Helyi Építési Szabályzata (24/2003. (XII. 31.) sz. Önkorm. rendelet) szerint Gip – M jelű építési övezet, ipari gazdasági terület.

2.1.2. A telephely infrastrukturális kapcsolatai

2.1.2.1. Villamosenergia-hálózati kapcsolatok

A paksi atomerőmű jelenlegi négy blokkja alaperőműként a Magyar Villamosenergia-rendszer (VER) számára termel villamos energiát. Az erőmű turbógenerátoraiban megtermelt villamos energiát a főtranszformátorok 400 kV-os feszültségszintre transzformálják. Az egy reaktorblokkhoz tartozó két főtranszformátor 400 kV-os vezetéken keresztül csatlakozik az országos alaphálózat részét képező, a paksi telephely délkeleti részén elhelyezkedő 400 kV-os alállomásba, melybe bekötő távvezetékek a megtermelt villamos energia kiszállításának fő útvonalai. A 400 kV-os állomás két transzformátoron keresztül csatlakozik a mellette elhelyezkedő – az országos főelosztó

hálózat részét képező – 120 kV-os alállomáshoz és így az onnan kiinduló 120 kV-os távvezetékekhez.

A tervezett új atomerőművi blokkok villamos hálózati csatlakozásához a telephelyen egy új 400 kV-os kapcsoló-, illetve transzformátorállomás létesítése szükséges.

2.1.2.2. Közúti, vasúti és hajózási kapcsolatok

A paksi telephely megközelíthetősége közúton, vasúton, és a Dunán, mint nemzetközi vízi úton egyaránt jó. A telephelytől mintegy 1 km-re, nyugatra található a 6. sz. fő közlekedési út Dunaföldvár–Paks–Szekszárd közötti szakasza. A telephelyre a 6. sz. főúton Budapest felől közelítve Paks város után két bekötőúti leágazás (északi, teherbejárat és déli, személybejárat) található. 2010. március 31-én átadásra került az M6 autópálya – Paksot is érintő – Dunaújváros–Pécs közötti szakasza, melynek nyomvonala a telephelytől nyugati irányban, mintegy 3 km távolságra – a 6. sz. főúttal párhuzamosan – húzódik. Az autópályáról a telephely a Paks Dél csomóponton, valamint a 6. sz. főútra visszatérve érhető el.

A telephely vasúton a Budapest–Pusztaszabolcs–Dunaújváros–Dunaföldvár–Paks útvonalon közelíthető meg, a 42. számú Pusztaszabolcs–Dunaújváros–Paks szárnyvonal végállomása Pakson van. A szárnyvonalról az erőmű telephelyének területére iparvágány vezet, az atomerőművet csak célszerelvények érhetik el. A vasúti pálya jelenleg használaton kívül van, az újbóli üzembevételéhez felújítás, karbantartás szükséges.

A Duna a hazai és nemzetközi vízi szállítás fontos útvonala, Paks térségében könnyen hajózható, lassú folyású, a hajóút kitűzése jó. Az atomerőmű telephelye a Dunától 1 km-re, nyugatra helyezkedik el. A telephely a hidegvíz csatornán folyami kikötővel rendelkezik, mely az erőműbe hajókon, uszályokon érkező nehéz terhek fogadására alkalmas.

A telephely 50 km-es körzetében nincs nyilvános, közforgalmú repülőtér. Nem nyilvános repülőtér található Dunaújvárosban, Kalocsa-Foktőn és Őcsényben. (Ezek közül azonban a kalocsa-foktői volt katonai repülőtér jelenleg használaton kívül van.)

2.1.2.3. Vízellátás és szennyvíz elhelyezés

Az erőművi létesítmények vízellátása két forrásból, egyrészt a Dunából történő vízkivétellel, másrészt felszín alatti vízből, mélyfúrású kutakból biztosítható. A paksi atomerőmű meglévő négy blokkjánál jelenleg frissvízhűtést alkalmaznak, melyhez a felhasználásra kerülő víz a Dunából, a hidegvíz csatornán keresztül a vízkivételi művekkel kerül kiemelésre, a felhasználást követően pedig a melegvíz csatornán át visszajut a befogadóba.

Az atomerőmű jelenleg a turbinakondenzátorok hűtésére 100–110 m^3/s vizet emel ki a Dunából. A jelenleg kivett vízmennyiség a Duna legkisebb vízhozamának kb. 15%-a, az átlagos vízhozamnak közel 5%-a. Az 1–4. blokk hűtővíz rendszereinek elvi vízigénye 2,5–3,1 milliárd m^3/év, a vízfogyasztására lekötött érték 2,9 milliárd m^3/év (hatósági korlát). A felmelegedett hűtővíz a burkolt medrű, nyílt felszínű melegvíz csatornán keresztül kerül a Dunába visszavezetésre. A melegvíz Dunába történő bevezetésénél energiatörő műtárgy létesült.

Az erőmű működéséhez szükséges ipari- és tűzivíz szintén dunai vízkivételből származik, ezek forrása a hidegvíz csatorna északi oldalán létesült parti szűrésű kúttelep. A parti szűrésű ipari vízműhöz 9 db nagy, illetve közepes átmérőjű vízkiemelő kút tartozik. A parti szűrésű kutak az erőmű ipari- és tűzivíz hálózatához csatlakoznak. A csőhálózat kiterjed az erőmű jelenlegi üzemi területére, valamint a tervezett új blokkok területére.

Az ivóvíz és használati vizek forrása a csámpai kúttelep. A paksi atomerőmű vízellátása érdekében 9 db mélyfúrású kutat létesítettek, melyek közül jelenleg négy kút üzemel, kettő pedig tartalékként áll rendelkezésre. Egy kút megfigyelő kútként szerepel, további kettőt pedig eltömedékeltek. A csámpai vízműkutakból felhasználható engedélyezett vízmennyiség 300 000 m^3/év.

Az északi bekötőúttól északra eső, ún. beruházási terület szennyvizeit a szennyvízcsatorna hálózat a paksi városi szennyvíztelepre vezeti, ennek becsült mennyisége 1200 m^3/hó. Az ettől délre eső területek, tehát az egész üzemi terület kommunális szennyvize az erőmű szennyvíztisztítójába kerül. A tisztított kommunális szennyvizeket a melegvíz csatorna vezeti a Dunába.

Az erőműben a technológiából keletkező ipari hulladékvizek (az előkészítő és segédfolyamatok vizei, a vízelőkészítő hulladékvizei, a technológiai olajos hulladékvizek és az időszakos mosóvizek) kezelés, illetve tisztítás utáni végső befogadója a melegvíz csatornán keresztül a Duna.

2.1.3. Összefüggés és kapcsolat a terület-, településfejlesztési és rendezési tervekkel

Az új atomerőmű megvalósítására kijelölt terület településrendezési előírásokhoz való illeszkedését, a településrendezéssel való összhangot az alábbi szinteken, illetve jogszabályok alapján kell vizsgálni:

- az Országos Területrendezési Tervről szóló, a 2008. évi L. törvénnyel módosított 2003. évi XXVI. törvény:
  A paksi atomerőmű telephelye az Országos Területrendezési Terv „Atomerőmű és egyéb erőművek” című, 1/8. számú mellékletében megnevezett és az „Ország Szerkezeti Terve” tervlapján megjelölt.
- a Tolna Megyei Önkormányzat 1/2005. (II. 21.) sz. önkormányzati rendelete Tolna megye területrendezési tervéről:
  A megyei területrendezési terv ugyan korábbi mint az országos területrendezési terv módosítása, de számos esetben részletesebb térképi mellékleteket tartalmaz, illetve néhány helyen eltérések tapasztalhatók az országos és a térségi terv között. „A megye szerkezeti terve” c. tervlapon az országos tervhez hasonlóan tüntették fel az atomerőmű telephelyét.
- Paks Város Önkormányzatának 24/2003. (XII. 31.) sz. rendelete Paks Város Helyi Építési Szabályzatáról (Egységes szerkezet), valamint a rendelethez tartozó Szabályozási Terv:
  Paks városfejlesztési koncepcióját a képviselőtestület az 55/2010. (V. 26.) sz. határozatával fogadta el. A város a település szerkezeti terveiben a meglévő atomerőművi telephelyet szabályozta (*Melléklet M-3. ábra*).
  Paks Város Helyi Építési Szabályzata (24/2003. (XII. 31.) sz. önkormányzati rendelet) szerint az erőmű telephelye nukleáris villamosenergia-termelés céljára szolgáló ipari gazdasági (Gip – M jelű) építési övezetben fekszik. A létesítmények tervezése, illetve megvalósítása során be kell tartani a Helyi Építési Szabályzatban az erőművi telephely építményeire vonatkozóan előírt követelményeket.

2.1.4. A paksi telephely jellemzőinek összefoglalása

Az új atomerőművi blokkok létesítése szempontjából a paksi telephely számos kedvező adottsággal rendelkezik, melyeket ki lehet aknázni az ide történő telepítéssel. A kedvezőnek ítélhető adottságok az alábbiak szerint foglalhatók össze:

- már létező, üzemelő nukleáris telephelyről van szó,
- nincs szükség új (esetlegesen zöldmezős beruházással), csak jelentős ráfordításokkal kialakítható telephelyre,
- a kezdetek óta eltelt mintegy 30 év alatt jelentős ráfordítások – számos biztonsági és környezetvédelmi szempont szerint – felhasználásával vizsgálták a telephelyet, aminek következtében ez az ország egyik leggondosabban feltárt, megkutatott területe,
- a telephely környezetében az infrastruktúra kiépített és rendelkezésre áll,
- a telephely környezete síkvidéki jellegű terület, a talajjellemzők miatt a feltöltési és alapozási munkák könnyen végezhetők,

- a területen a terepszint speciális kialakítása miatt az árvíz- és belvízvédelem biztosított,
- a már üzemelő erőmű vízkivételét figyelembe véve a Duna vízhozamában maradó tartalék hűtési célokra felhasználható,
- a meteorológiai jellemzők kedvezőek, az uralkodó szélirány északnyugati, tehát az erőműtől nem – az attól északra fekvő – Paks település felé irányuló,
- az erőmű 30 km-es körzetében Paks kivételével a népsűrűség az országos átlagnál kisebb,
- a telephely gazdaságosan csatlakoztatható a már kiépült az országos villamostávvezeték-hálózathoz,
- az erőmű kedvező elhelyezkedése miatt javítja a déli országrész villamosenergia-ellátását, valamint a teljesítmény országrészek közötti elosztását,
- az építési anyagok és a nagyberendezések egy része vízi úton szállítható,
- az üzemi terület jól megközelíthető, könnyen biztosítható az üzemi terület csatlakoztatása a közúti és vasúti fővonalakhoz,
- a szomszédos erőmű léte egy speciális szaktudást és munkakultúrát feltételez, ami az új blokkoknál is felhasználható,
- a környező lakosság körében a paksi atomerőmű léte, működése elfogadott, ami biztató alapot adhat az erőmű fejlesztési törekvésekhez.
- Paks település – természeti és infrastrukturális adottságai miatt – jó lehetőséget biztosít az üzemeltetők elhelyezésére,
- Paks város további fejlesztése szükség esetén megoldható,
- a beruházás döntő jelentőségű a mezőgazdasági jellegű Tolna megye további ipari fejlődése szempontjából.

2.2. A nukleáris energiatermelés technológiájának ismertetése

Az atomerőművi energiatermelés alapja az atommagok hasadásán alapuló, szabályozott és önfenntartó láncreakció. A láncreakcióban keletkező hőt hűtőközeggel elvezetik és átalakítás után villamosenergia-termelésre használják fel.

2.2.1. Az atomerőművek típusainak ismertetése

Az atomerőművek eddigi fejlődéstörténete négy jól elkülöníthető szakaszra osztható. A 4. generációs reaktorok jelenleg még – alapvetően a nukleáris biztonság további növelését célzó – fejlesztés alatt állnak, ezért ezekkel a továbbiakban nem foglalkozunk.

1. generáció – demonstrációs és prototípus reaktorok

Az első generációba kisteljesítményű demonstrációs vagy prototípus blokkok tartoztak, melyeket az 1950-es és 60-as években építették és néhány kivételtől eltekintve már mindegyiket bezárták és leszerelték. Ezek a blokkok különböző technológiai elven működtek: Obnyinszk (Szovjetunió, 1954) grafit moderátort és vízhűtést használt, Shippingport (USA, 1957) könnyűvíz hűtésű termikus tenyésztőreaktorral üzemelt, a Dresden 1 (USA, 1960) az első kereskedelmi forralóvizes blokk volt, a Fermi 1 (USA, 1957) gyors tenyésztőreaktorral működött, míg a Magnox (Anglia, 1956) széndioxid hűtésű, grafit moderátort használó típus.

2. generáció – a ma üzemelő atomerőművek

A 2. generációt a prototípus reaktorokkal szerzett tapasztalatok alapján alakították ki az 1970-es és 80-as években. A fejlesztések során több szabványosnak tekinthető típus is létrejött, ilyen a nyomottvizes (PWR – Pressurized Water Reactor), a forralóvizes (BWR – Boiling Water Reactor),

továbbá a nehézvízzel moderált, természetes uránnal működő CANDU (CANada Deuterium Uranium) típus. A ma üzemelő blokkok döntő többsége (így a négy paksi VVER-440[3] típusú blokk is) a 2. generációhoz tartozik.

3. generáció – a ma építhető blokkok

A Three Mile Island (USA, 1979) és a Csernobil (Szovjetunió, 1986) reaktorbalesetek után – az üzemelő reaktorok biztonságának növelése mellett – világszerte jelentős erőfeszítések történtek, hogy új, az előző reaktortípusok biztonsági mutatóit számottevően meghaladó típusokat hozzanak létre. A 3. generációt az 1990-es években alakították ki a 2. generációs típusok evolúciós továbbfejlesztésével. A fejlesztés legfontosabb célja a súlyos balesetek valószínűségének csökkentése, illetve az igen kis valószínűséggel bekövetkező súlyos balesetek következményeinek mérséklése volt.

Az ún. 3+ generációs típusok fokozottan alkalmazzák a passzív biztonsági rendszereket. Ezek működésükhöz csak természetes erőforrásokat használnak (gravitáció, természetes cirkuláció, vagy összenyomott gáz energiája működteti őket), ezért nincs szükségük vészhelyzeti villamosenergia betáplálásra.

A mai típusok közül 3. (illetve 3+) generációsnak tekinthetők az 1990-es évek végén Japánban üzembe helyezett ABWR (Advanced Boiling Water Reactor) forralóvizes blokkok, a Mitsubishi nagyteljesítményű nyomottvizes APWR (Advanced Pressurized Water Reactor) blokkja, az Areva EPR (Evolutionary Pressurized Water Reactor), a Toshiba-Westinghouse AP600 (Advanced Pressurized Water Reactor 600) és AP1000 (Advanced Pressurized Water Reactor 1000) típusa, a VVER-1000 blokk új változatai (AES-2006 / MIR.1200), a dél-koreai APR1400 és a közös Areva-Mitsubishi fejlesztésű ATMEA1 blokk.

2.2.2. A nyomottvizes reaktorok (PWR) működése, harmadik generációs nyomottvizes atomerőművek

2.2.2.1. Az energiatermelő folyamat

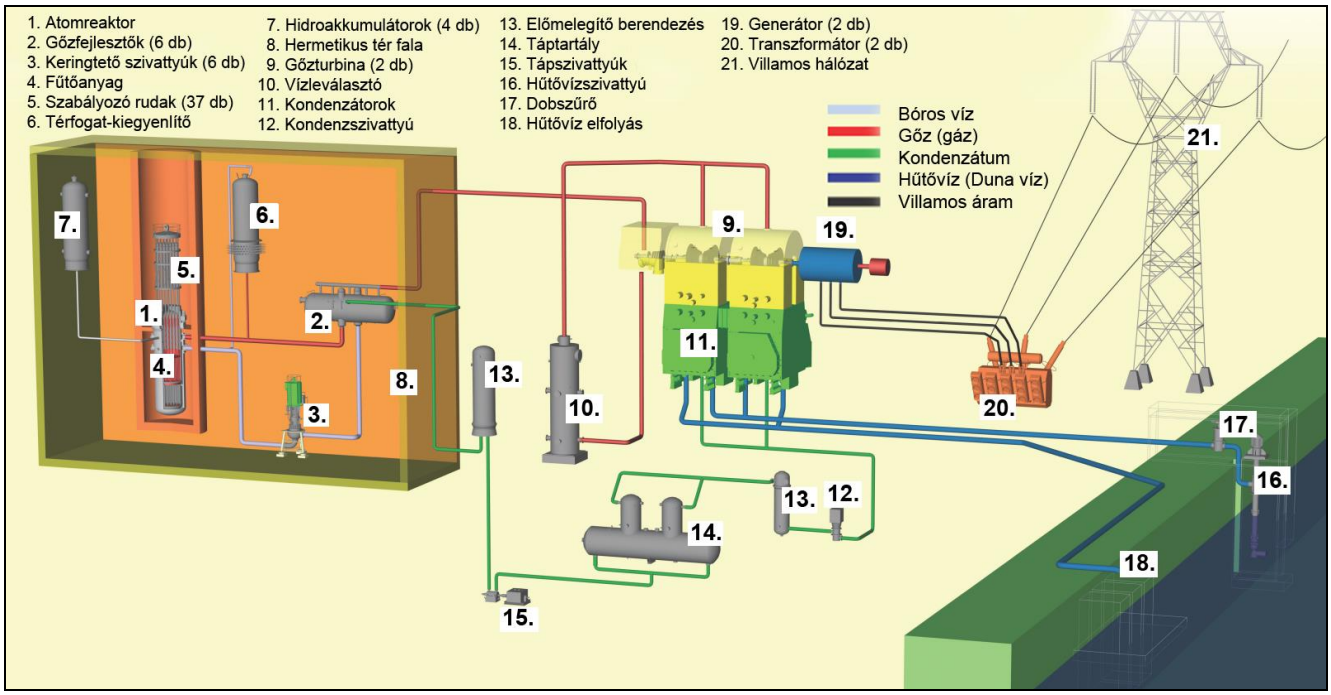
A nyomottvizes reaktorokban három hűtőkörös rendszer gondoskodik a hő elszállításáról a reaktortól a végső hőelnyelőig. A maghasadás során keletkező nagymennyiségű hőt egy zárt rendszerben (az ún. primer körben) keringő tisztított víz szállítja el, amelynek nyomása olyan, hogy a hűtővíz még a magas üzemi hőmérsékleten sem forr fel (innen a „nyomottvizes” elnevezés). A reaktorból elvitt hő egy újabb zárt vízkörben (az ún. szekunder körben), nagyméretű hőcserélőkben (gőzfejlesztőkben) gőzt fejleszt, ez a gőz forgatja a turbinát. Ez a forgómozgás a generátorban mágneses indukció révén villamos áramot termel. A megtermelt villamos energia kapcsolóberendezéseken és transzformátorokon át az országos hálózatba kerül.

A munkát végzett „fáradt” gőzt a kondenzátorban vízzé alakítják vissza (kondenzálják) a végső hőelnyelő – mely lehet tengervíz, folyóvíz vagy hűtőtoronyos hűtésnél a levegő – alkalmazásával.

A tengerből vagy a folyóból kiemelt nagymennyiségű hűtővizet – kissé felmelegedve – visszaengedik a tengerbe vagy a folyóba, így ez a harmadik vízkör (az ún. tercier kör) nyitott.

Ezen kívül a nukleáris gőzfejlesztő berendezéshez számos technológiai segédrendszer is tartozik, melyek biztonsági feladatokat látnak el, javítják az erőmű hatásfokát, folyamatosan tisztítják a vízköröket. Egy nyomottvizes atomerőmű működését mutatja a *2.2.2.1-1. ábra*.

[3] A Pakson működő VVER blokkok a nyomottvizes típushoz tartoznak.



Forrás: Az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. Látogatóközpont Hogyan működik? c. kiadványa

2.2.2.1-1. ábra: A nyomottvizes atomerőmű működése

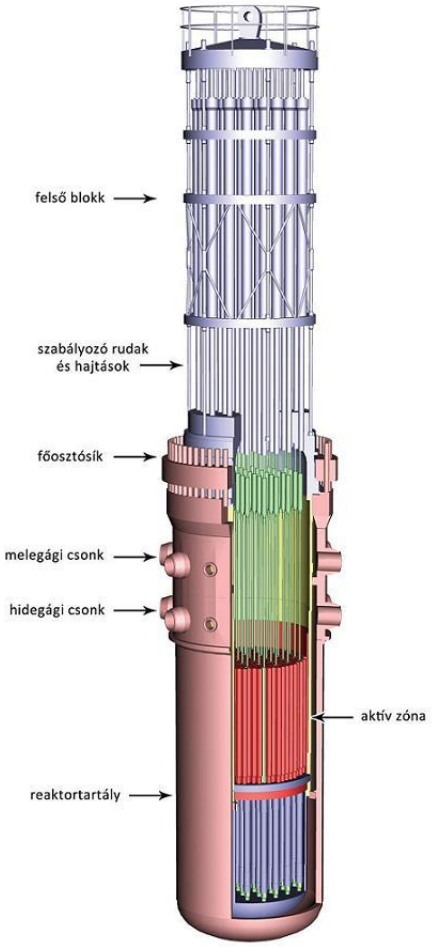
2.2.2.2. A primer kör

Az aktív zóna egy függőleges állású, hengeres alakú acél reaktortartályban található, amely belülről rozsdamentes acél bevonattal (ún. plattírozással) van ellátva korrózióvédelem céljából. A tartály felső részén helyezkednek el a hűtőközeg be- és kivezetésére szolgáló belépő- és kiömlő csonkok (*2.2.2.2-1. ábra*).

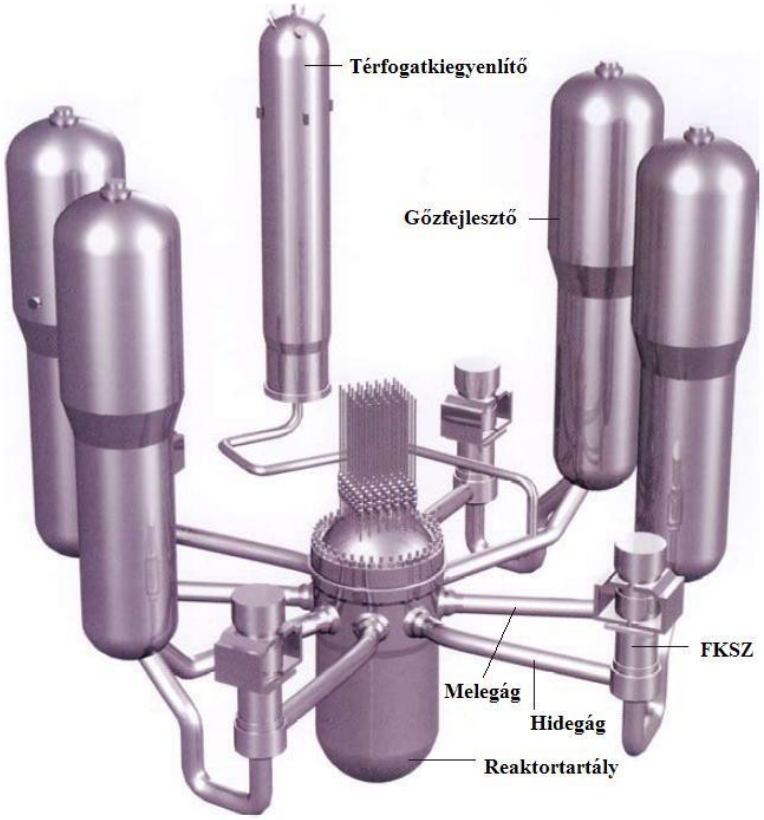
Az aktív zónában felszabaduló hő elszállításáról típustól függően 2, 3, 4 vagy 6 hűtőkör gondoskodik. Egy négyhurkos primer kör 3D képét mutatja a *2.2.2.2-2. ábra*. A primer köri nyomás szabályozása az egyik körhöz kapcsolódó térfogatkompenzátor feladata. A térfogatkompenzátor szükség esetén a tartályában lévő villamos fűtőtestekkel növeli, illetve a hidegágból vett hideg víz befecskendezésével csökkenti a primer köri nyomást.

A hűtővíz a hidegágakon keresztül jut be a a reaktortartályba, míg az aktív zónában 300–320 ºC-ra felmelegedett víz a melegágakon át kerül a reaktortartály körül elhelyezkedő gőzfejlesztőkbe. A reaktorban felmelegedett víz hőjének egy részét itt adja át a szekunder kör vizének, miközben a szekunder kör vize a gőzfejlesztőben felforr (gőzzé alakul). A lehűlt hűtőközeg a hidegágon jut vissza a reaktorba, a víz cirkulációját a főkeringtető szivattyúk (FKSZ) biztosítják.

A nyomottvizes reaktorok primer körében a nyomás értéke – típustól függően – 123–156 bar. Ez a magas nyomás biztosítja, hogy az aktív zónából kilépő magas hőmérsékletű hűtővíz ne forrjon fel.



2.2.2.2-1. ábra: Egy VVER-440 reaktortartály képe



2.2.2.2-2. ábra: Egy négyhurkos blokk (Mitsubishi APWR) primer körének képe

2.2.2.3. A Szekunder kör

A szekunder kör feladata a reaktorban megtermelt hő átalakítása mozgási, majd villamos energiává. A szekunder oldalon áramló tápvizet a gőzfejlesztők vékony csöveiben keringő, 300–320 ºC hőmérsékletű primer köri víz felmelegíti és felforralja.

A gőzfejlesztőből kilépő gőz a turbinára kerül, ahol mozgási energiáját kihasználva meghajtja a turbina lapátjait. A turbinában ugyanazon a tengelyen helyezkedik el egy nagynyomású és két kisnyomású ház, valamint a generátor forgórésze. A nagynyomású turbinaházban a gőz hőmérséklete csökken, a gőz nedvességtartalma pedig jelentősen megnő. Emiatt a kisnyomású házba való belépés előtt a gőz ún. csepleválasztó és gőztúlhevítő berendezésbe kerül, ahol a turbinalapátokat károsító vízcseppeket eltávolítják belőle.

2.2.2.4. A tercier kör, a végső hőelnyelő

A már munkát végzett (fáradt) gőz a kondenzátorba kerül, ahol több ezer vékony csőben hűtővíz áramlik. A hűtőcsöveken a gőz kb. 25 ºC hőmérsékleten kondenzálódik, majd tisztító és – a hatásfok javítása érdekében alkalmazott – előmelegítő berendezéseken keresztül a tápszivattyúk visszajuttatják a gőzfejlesztőbe.

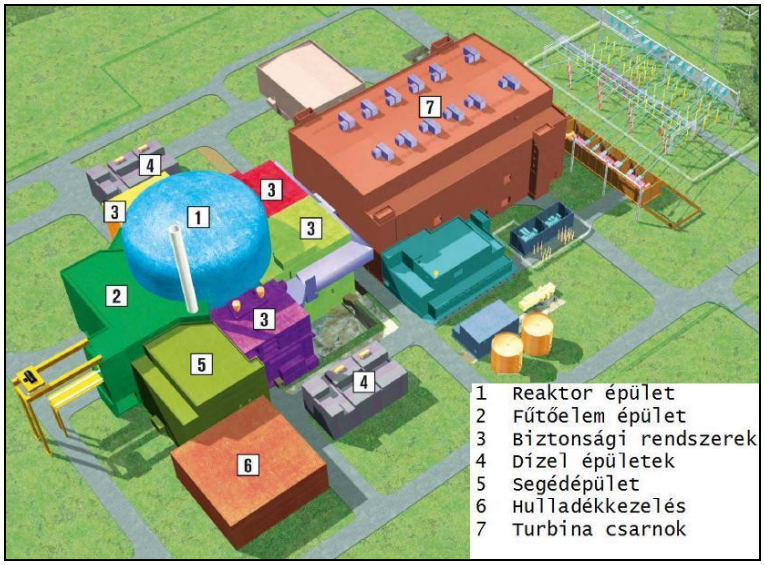
A végső hőelnyelő biztosítja a reaktorban keletkező hő azon részének elvezetését, amely nem alakul át villamos energiává (a körfolyamat hatásfokától függően ez a részarány kb. 65–67%). A végső hőelnyelő kialakítására – a telephely adottságainak függvényében – többféle megoldás lehetséges.

Nagy vízhozamú folyó, nagyobb tó vagy tenger mellé telepített erőmű esetében az azokból kiemelt hűtővízet alkalmazzák végső hőelnyelőként (ilyen megoldással működnek a mai paksi blokkok is). Azokon a telephelyeken, ahol nem áll rendelkezésre megfelelő mennyiségű „frissvíz" a tercier kör táplálására, ott hűtőtornyokat alkalmaznak.

2.2.2.5. A nyomottvizes atomerőművek fő épületei

Az egyes típusok között ugyan vannak eltérések, de a nyomottvizes atomerőművek jellemző épületei jól illusztrálhatók az EPR blokk épületeivel (*2.2.2.5-1. ábra*):

1. **Reaktor épület (konténment):** ebben található a nukleáris gőzfejlesztő berendezés, beleértve a reaktortartályt, a primer kört és a gőzfejlesztőket. A konténment egy nyomásálló, hermetikusan kialakított (általában kettősfalú) építmény, amely megakadályozza, illetve korlátozza a radioaktív anyagok környezetbe jutását.
2. **Fűtőelem épület:** a friss és a kiégett nukleáris üzemanyag kezelésére és tárolására szolgál.
3. **Biztonsági rendszerek épülete:** a többszörös redundancia miatt az atomerőművekben több biztonsági (pl. üzemzavari zónahűtő) rendszer van, melyek közül egyetlen rendszer megfelelő működése is elegendő az üzemzavar kezeléséhez. A megfelelő fizikai szétválasztás miatt ezeket általában különálló épületekben helyezik el.
4. **Dízel épületek:** az üzemzavari váltóáramú villamos betáplálást biztosító dízelgenerátorok a megfelelő fizikai szétválasztás miatt több különálló épületben találhatók.
5. **Segédépület:** itt találhatók a primer és a szekunder körhöz tartozó fontos segédrendszerek.
6. **Hulladékkezelés épülete:** itt történik a blokk üzemeltetése során keletkező folyékony és szilárd radioaktív hulladékok kezelése.
7. **Turbina csarnok:** a turbinát és a generátort, valamint a kapcsolódó segédrendszereket magába foglaló épület.



2.2.2.5-1. ábra: Az EPR reaktorblokk fontosabb épületei [5]

2.2.2.6. Biztonsági filozófia – a mélységi védelem elve az új atomerőművekre

A mélységi védelem elve

A radioaktív anyagok környezetbe történő kijutását négy fizikai gát akadályozza meg:

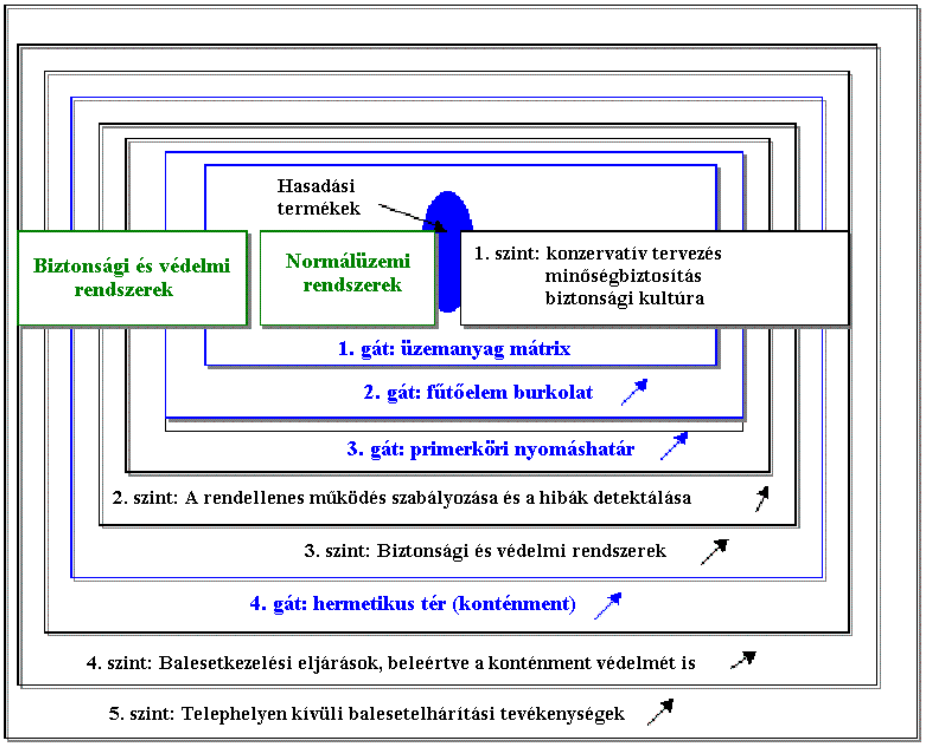
1. az üzemanyag mátrix (a fűtőelem tabletta anyaga),

2. a fűtőelem légmentesen záró burkolata,
3. a primer kör nyomáshatára (a reaktortartály és a primer köri csővezetékek),
4. a hermetikusan záró, általában kettősfalú konténment.

A mélységi védelem elvét már az első atomerőművek tervezésénél is alkalmazták. Amellett, hogy biztosítja az üzemzavarok megelőzését, alkalmas az esetleg bekövetkezett balesetek következményeinek enyhítésére is. A mélységi védelem szintjeit az üzemzavar fokozatos súlyosbodásának megfelelően definiálták: ha az első szint nem működik, akkor életbe lép a második szint stb. A mélységi védelem eredeti koncepciója ([6], [7], [8]) három szintet tartalmazott, majd az elvet továbbfejlesztették és az 1990-es években bevezették a „tervezési alapon túli üzemzavarok" (angolul BDBA – Beyond Design Basis Accident) osztályát. Ebbe a kategóriába azok az üzemzavarok tartoznak, amelyek a blokk tervezési alapjában eredetileg nem szerepeltek (pl. a többszörös meghibásodások eredményeképpen kialakulható üzemzavarok és a súlyos balesetek). Az új kategória kezelésére két új mélységi védelmi szintet vezettek be. A mélységi védelem alapvető célja, hogy a fizikai gátak integritását automatikus vagy kézi működtetésű biztonsági és védelmi rendszerek segítségével fenntartsa az épségüket veszélyeztető belső és külső események bekövetkezésekor. A mélységi védelem öt szintjét, a négy fizikai gátat, továbbá az automatikus és kézi beavatkozások viszonyát illusztrálja a *2.2.2.6-1. ábra*.

A mélységi védelem alkalmazása az új blokokkra

A mélységi védelem új blokkokra érvényes koncepciója a *2.2.2.6-1. ábra* szerinti öt szintet tartalmazza [7]. Az új blokkoknál már a tervezési alap részeként kezelnek olyan üzemzavarokat, amelyeket a mai reaktoroknál „tervezésen túli" kategóriába soroltak (ilyenek pl. a többszörös meghibásodások és a zónaolvadással járó súlyos balesetek). Emiatt a ma üzemelő és az új reaktoroknál a „tervezésen túli üzemzavarok" osztály tartalma eltérő. További előrelépés, hogy míg a mai reaktoroknál a mélységi védelem a nukleáris üzemanyaggal főleg azokban az állapotokban foglalkozik, amikor az üzemanyag a reaktorban van, addig az új blokkoknál a terjedelembe beletartozik a nukleáris üzemanyag összes lehetséges állapota (pl. azok a szituációk is, amikor az üzemanyag kazettákat a pihentető medencében tárolják).



2.2.2.6-1. ábra: A védelmi gátak, a mélységi védelmi szintek és a beavatkozások hierarchiája [6], [8]

Ha egy biztonsági funkció fenntartására szolgáló biztonsági rendszert több (általában 3 vagy 4) párhuzamos, azonos elven működő alrendszerrel valósítanak meg, akkor redundáns megoldásról beszélünk, melyeket egymástól fizikailag el kell választani, hogy a működésüket potenciálisan veszélyeztető külső események (pl. tűz, elárasztás) ne okozhassák a párhuzamos rendszerek egyidejű elvesztését.

Diverz megoldásról akkor beszélünk, ha egy biztonsági rendszert több, eltérő működési elven alapuló alrendszerrel valósítanak meg.

Egy funkciót akkor nevezünk „egyszeres hibatűrőnek”, ha azt redundáns rendszerek valósítják meg és az egyik redundáns rendszerben bekövetkező egyszeres meghibásodás[4] nem okozza a funkció elvesztését.

2.2.2.7. A 3. generációs reaktorok sajátosságai

A 3. generációs típusok fejlesztése során az egyik fontos cél a hipotetikus súlyos balesetek megelőzése és a rendkívül kis valószínűséggel bekövetkező súlyos balesetek következményeinek csökkentése volt. Az alkalmazott tervezési és technológiai megoldások biztosítják, hogy még súlyos balesetek során se kerülhessenek radioaktív anyagok a környezetbe, így a 3. generációs blokkok még súlyos balesetek bekövetkezése esetén sem gyakorolnak számottevő hatást a lakosságra és az erőmű környezetére.

A súlyos balesetek során esetleg megolvadt zóna kezelésére az egyik elterjedt konstrukció a „zónaolvadék csapda” (angolul „core catcher”) alkalmazása, amikor a reaktortartály alatti beton átolvadását úgy akadályozzák meg, hogy az olvadék szétterülését elősegítő helyiségeket alakítanak ki az akna alján, vagy olyan anyagokat helyeznek el a tartály alatt, amelyeken nem hatol át a zónaolvadék. Ilyen megoldást alkalmaz az EPR, az ATMEA1 és a MIR.1200 blokk. Ehhez képest eltérő megoldást alkalmaznak az AP1000 blokknál, ahol igyekeznek a megolvadt zónát mindenképpen a reaktortartályon belül tartani és ehhez a tartályt kívülről hűtik a tartályt befogadó reaktoraknát vízzel elárasztva. Ehhez hasonló megoldást alkalmaz a koreai APR1400 blokk standard verziója is, de az európai piacra szánt változathoz már „core catcher” is tartozik.

A mélységi védelem fontos része a konténment, mivel ez képviseli az utolsó gátat a radioaktív anyagok és az erőmű környezete között. Emiatt számos innovatív megoldás született a 3. generációs blokkok konténmentjének megerősítésére, a szerkezet integritásának hosszú távú fenntartására. Az AP1000 típusnál alkalmazott passzív konténment belső, rozsdamentes acélból készült fala elvezeti a hőt a konténment belsejéből, amit a természetes cirkuláció által hajtott levegő szállít tovább. Szükség esetén beindul a belső acélfal külső felületének vízhűtése is, ehhez a vízutánpótlást a konténment tetején elhelyezkedő nagyméretű víztartály passzívan, gravitációs úton biztosítja.

A konténment épségét védik a hipotetikus súlyos baleseti folyamatok során keletkező – a konténment levegőjével elkeveredve bizonyos koncentráció elérésekor robbanóképes – hidrogéngáz kezelésére alkalmazott eljárások is. A passzív eljárásban katalitikus rekombinátorokkal folyamatosan megkötik a légtérbe jutó hidrogént, az aktív eljárásban pedig „hidrogéngyújtókat” alkalmaznak, melyek a konténmentben felgyülemlett hidrogéngázt még jóval a veszélyes koncentráció elérése előtt szándékosan begyújtják, ezzel biztosítva hogy az sehol ne érje el a robbanásveszélyes koncentrációt.

A mai előírások a legtöbb országban megkövetelik, hogy a konténment ellenálljon egy nagy utasszállító repülőgép becsapódásának is, a nagymennyiségű kiömlött kerozin által keltett kiterjedt tüzek ellenére is.

[4] Az egyszeres meghibásodás egy rendszerelem olyan véletlenszerű, egyetlen hibából eredő meghibásodása, amely az adott rendszerelem és/vagy az őt tartalmazó rendszer funkciójának elvesztésével jár.

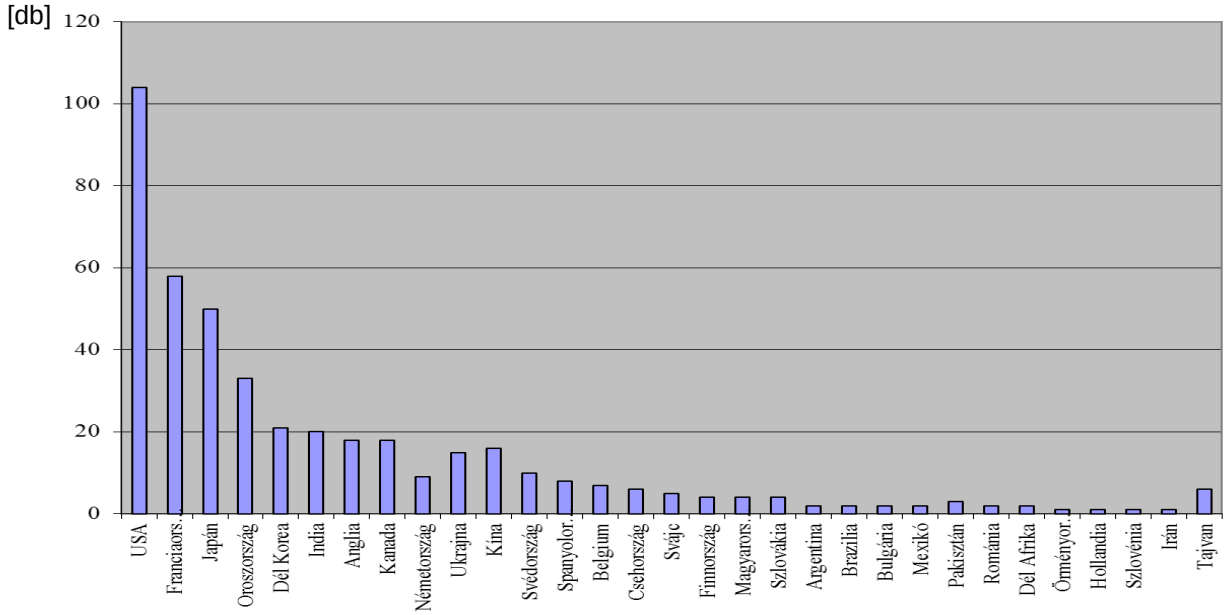
2.2.3. Nukleáris energiatermelés a világban, a nukleáris energiatermelés referenciái

A nukleáris energetika az 1960-as és 1970-es években világszerte gyorsan fejlődött, de ez a fejlődés a Three-Mile Island baleset (USA, 1979) után megtorpant, majd a csernobili atomerőmű balesetét (Szovjetunió, 1986) követően lényegében megállt. A helyzet a XXI. század elején változott meg, alapvetően két fontos körülmény miatt. Az egyik körülmény a jelenlegi magas olaj- és gázár, amely az energiapiaci elemzők szerint tartósan magas is marad, még növekedhet is a politikai válságok hatása miatt. A másik körülményt a globális klímaváltozással kapcsolatos aggodalmak és nemzetközi kötelezettségek jelentik. A fenntartható fejlődéshez szükséges „tiszta" (zéró CO_2 kibocsátással járó) energiatermelésre az újfajta energiaforrások (megújulók és fúzió), illetve az új energiahordozók (pl. hidrogén) rövid távon biztosan nem, de még középtávon sem biztos, hogy megoldást jelentenek. Emiatt világszerte újból előtérbe került az atomerőművek alkalmazása, annál is inkább, mert időközben az atomerőművi technológia jelentősen fejlődött, így a piacon jelenleg kapható 3. generációs blokktípusok műszaki-biztonsági mutatói olyanok, hogy nagyszámú atomerőmű működtetése is biztonságosnak tekinthető. [9]

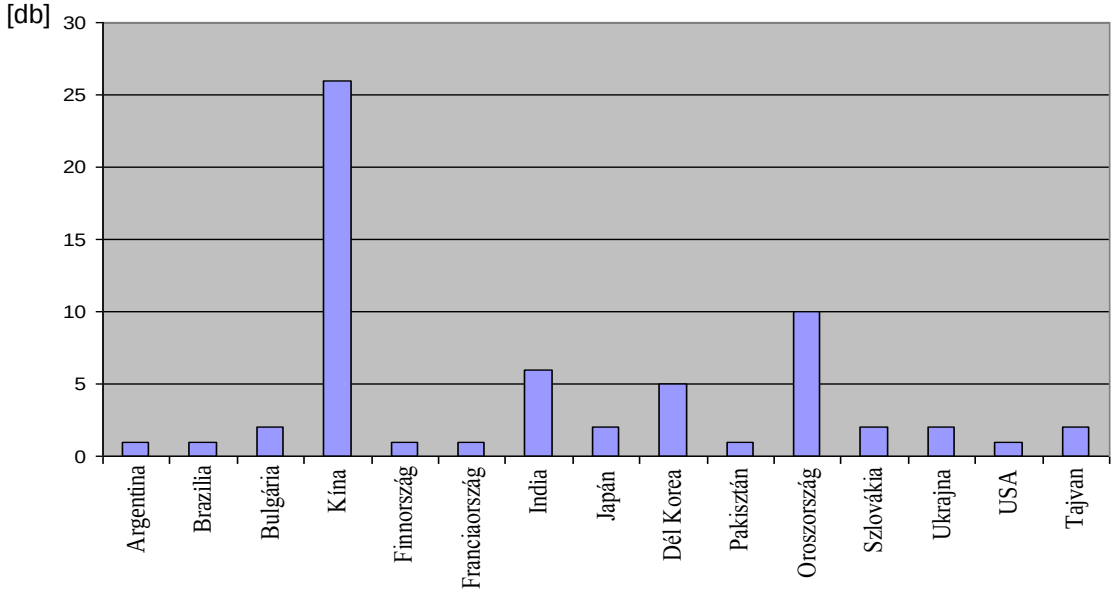
A világtendencia változása hatott az Európai Unióra is. Az unió fokozottan érzékeny a fosszilis energiahordozókkal kapcsolatos problémákra, hiszen saját gáz- és olajtermelése csak a fogyasztás töredékét fedezi.

Az üzemelő atomreaktorok országonkénti megoszlását mutató *2.2.3-1. ábra* adatai alapján megállapítható, hogy az összesen 435 db üzemelő reaktor közel 25%-a az Amerikai Egyesült Államokban található. A második helyen Franciaország szerepel, az 58 francia atomreaktor az ország energiatermelésének közel 75%-át adta (2009. december 31-i állapot). Kínában jelenleg csak 16 üzemelő atomerőművi blokk van, melyek az ország energiatermelésének jelentéktelen részét adják. [10] Egészen más képet mutat az építés alatt lévő reaktorok mennyisége és megoszlása. Kínában található az épülő reaktorok kb. 44%-a, egyértelmű az ázsiai országok dominanciája. Az építés alatt lévő reaktorok (összesen 63 db) országonkénti számát mutatja a *2.2.3-2. ábra*.

2012 elején a világ kb. 373 GW villamos teljesítményt szolgáltató 435 atomerőművi blokkjának túlnyomó többsége a nyomottvizes (PWR) és a forralóvizes (BWR) típusba tartozott, de sok blokk üzemelt a kanadai CANDU nehézvizes technológiával is [10]. Van még néhány RBMK technológiával működő reaktor (ez a „csernobili" forralóvizes típus: vízhűtéssel és grafit moderátorral), és üzemelnek még gázhűtésű reaktorok is.



2.2.3-1. ábra: Üzemelő reaktorok országonkénti megoszlása (2012. január) [10]



2.2.3-2. ábra: Építés alatt lévő reaktorok országonkénti megoszlása (2012. január) [10]

A jelenlegi piacon alapvetően az alábbi nagy szállítók vannak jelen, melyek a 3. generációs blokkok különféle változatait kínálják: Areva, AECL (Atomic Energy Canada Ltd.), Atomsztrojexport, General Electric (GE), Hitachi, Mitsubishi, Toshiba-Westinghouse, valamint a dél-koreai KEPCO (Korea Electric Power Corporation). Ezek a nagyvállalatok – amellett, hogy egymás kemény versenytársai – bizonyos projektekben együttműködnek, és vannak közös fejlesztéseik is. A továbbfejlesztett nyomottvizes reaktorok öt gyártótól (Areva, Toshiba-Westinghouse, Atomsztrojexport, Mitsubishi és KEPCO) származnak. Ezek mellett 2007-ben indult egy ATMEA nevű Areva-Mitsubishi közös vállalat, melynek célja egy 1000–1100 MW_e teljesítményű 3. generációs blokk fejlesztése.

A jelenleg folyamatban lévő atomerőmű építések (*2.2.3-1.* és *2.2.3-2. táblázat*) áttekintésekor szembeötlő a nyomottvizes típus dominanciája, az új blokkok több, mint 80%-a ebbe a típusba tartozik, ezzel szemben a forralóvizesek aránya kisebb, mint 10%. A nukleáris önállóságra törekvő India kivételnek számít, mert itt főleg saját fejlesztésű nyomott-tartályos (PHWR) blokkokat építenek.

2.2.3-1. táblázat: A folyamatban lévő reaktorépítések reaktor típus alapján (2012. január) [10]

Típus	Épülő blokkok száma [db]	Összteljesítmény [MW]	Hányad [%]
Forralóvizes (BWR)	4	5 250	8,6
Gyors-tenyésztő (FBR)	2	1 274	2,1
RBMK* (LWGR)	1**	915	1,5
Nyomott nehézvizes (PHWR)	4	2 582	4,2
Nyomottvizes (PWR)	52	51 011	83,6
Összesen	63	61 032	100,0

* Forralóvizes reaktor, grafit moderátorral és könnyűvíz-hűtéssel.

** Az oroszországi Kurszk Atomerőmű 5. blokkjának építését 1985-ben kezdték meg, az építést később felfüggesztették, a blokk készültségi állapota jelenleg 70%-os. A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség Power Reactor Information System [10] adatbázisában a blokk építés alatt állóként szerepel, az építés végleges felfüggesztésének szándékát nem jelezték.

2.2.3-2. táblázat: A folyamatban lévő 3. generációs reaktorépítések (2012. január) [10]

Típus	Gyártó	db
PWR, EPR	Areva	4
ABWR	Toshiba	4
PWR, AP1000	Westinghouse	4
PWR, APR1400	Dél-Korea	2
VVER, AES-2006	ROSATOM	4
VVER, AES-92 (V-466)	ASE	2
	Összesen:	20

A fejlett, 3. generációs reaktorok döntő mértében Ázsiában épülnek, elsősorban Kínában. Míg Japán és Dél-Korea saját fejlesztésű reaktorokat építenek, addig Kína az Areva és a Westinghouse mellett döntött. A folyamatban lévő reaktorépítéseket országok szerint a *2.2.3-3. táblázat* mutatja.

2.2.3-3. táblázat: A folyamatban lévő reaktorépítések országok alapján (2012. január) [10]

Ország	Épülő blokkok száma [db]	Épülő blokkok típusa	Összteljesítmény [MW]	Hányad [%]
Argentína	1	Nyomott nehézvizes	692	1,1
Brazília	1	Nyomottvizes	1 245	2,0
Bulgária	2	Nyomottvizes	1 906	3,1
Kína	26	Nyomottvizes	26 620	44,0
Finnország	1	Nyomottvizes	1 600	2,6
Franciaország	1	Nyomottvizes	1 600	2,6
India	6	3 nyomott nehézvizes 1 gyors-tenyésztő 2 nyomottvizes	3 766	6,2
Japán	2	Nyomottvizes	2 650	4,4
Dél-Korea	5	Nyomottvizes	5 560	9,3
Pakisztán	1	Nyomottvizes	300	0,5
Oroszország	10	8 nyomottvizes 1 gyors-tenyésztő 1 RBMK*	8 203	13,6
Szlovákia	2	Nyomottvizes	782	1,3
Ukrajna	2	Nyomottvizes	1 900	3,1
USA	1	Nyomottvizes	1 165	1,9
Tajvan	2	Forralóvizes	2 600	4,3
Összesen	63		60 589	100,0

* A Kurszk Atomerőmű 5. blokkjának építését 1985-ben kezdték meg, az építést később felfüggesztették, a blokk készültségi állapota jelenleg 70%-os. A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség Power Reactor Information System [10] adatbázisában a blokk építés alatt állóként szerepel, az építés végleges felfüggesztésének szándékát nem jelezték.

A 2011 márciusában Japánban bekövetkezett nagy erősségű földrengés miatt a tervezett atomerőművi fejlesztések, a folyamatban lévő engedélyezési eljárások, illetve atomerőmű építések ütemezése valószínűsíthetően világszinten felülvizsgálatra kerülnek. Az Európai Unió Tanácsának előírása alapján az atomerőműveket üzemeltető országokban elvégzésre került a jelenleg üzemelő atomerőművi blokkok biztonsági szempontú felülvizsgálata. A felülvizsgálati jelentéseket az illetékes nemzeti hatóságok értékelték, és elkészítették a Nemzeti Jelentést az Európai Bizottságnak

az adott állam területén működő atomerőművek biztonságáról. Ezeket a jelentéseket az EU-tagállamok biztonsági hatóságai által delegált tagokból álló nemzetközi munkacsoport veti független és kölcsönös felülvizsgálat alá.

Az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. a 2011. október 31-i határidőig megküldte az 1–4. blokk célzott biztonsági felülvizsgálat eredményeiről készült jelentését az Országos Atomenergia Hivatal (OAH) részére. Az OAH a jelentést elfogadta, és értékelése alapján 2011. december végéig meghatározta azokat a teendőket, amelyeket az erőműnek a biztonság további növelése érdekében el kell végeznie. A felülvizsgálat eredményeiről összeállított Nemzeti Jelentés[5] 2011. december 29-én került kiadásra, melyet az OAH benyújtott az Európai Bizottságnak.

Az OAH a Nemzeti Jelentésben a célzott biztonsági felülvizsgálat értékelése alapján megállapította, hogy a paksi atomerőmű tervezési alapja megfelelő, összhangban van a jogszabályokban meghatározott követelményekkel és a nemzetközi gyakorlattal. A biztonsági rendszerek és funkciók megfelelnek a tervezési alapban figyelembe vett elvárásoknak, azonnali intézkedésre nincs szükség. A hatósági felülvizsgálat arra is rámutatott, hogy azonosítható néhány olyan változtatási lehetőség is, amelyek végrehajtása az erőmű biztonságát még tovább növelheti.

2.3. A telephelyen jelenleg működő atomerőmű és a Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolója összefoglaló bemutatása

2.3.1. A meglévő atomerőmű főbb technológiai jellemzői

A paksi atomerőmű egyenként eredetileg 440 MW villamos teljesítményű, VVER-440/213 típusú nyomottvizes reaktorblokkja 1982 és 1987 között kezdte meg működését, az erőmű azóta tervszerűen, folyamatosan üzemel. A blokkok eredetileg tervezett üzemideje 30 év, mely a tervezett üzemidő-hosszabbítás megvalósulása esetén további 20 évvel növekszik. A minél gazdaságosabb üzemeltetés érdekében végrehajtott, a biztonsági követelményeket teljesítő módosításoknak köszönhetően az egyes blokkok névleges villamos teljesítménye elérte az 500 MW-ot, így az erőmű névleges villamos kapacitása jelenleg 2000 MW. Az atomerőmű alaperőműként, viszonylag egyenletes terheléssel üzemel.

2.3.1-1. ábra: A paksi atomerőmű blokkjainak látképe

Az egyes reaktorok ikerblokk kialakítású épületekben helyezkednek el. A két-két reaktort magában foglaló ikerblokkok a *2.3.1-1. ábrán* láthatók. A paksi atomerőmű reaktorblokkjai kétkörös kialakításúak, ennek megfelelően radioaktív primer körből és nem radioaktív szekunder körből állnak. Az erőmű nyomottvizes típusú, vízzel hűtött és moderált energetikai reaktorainál a hőhordozó – a reaktort is magába foglaló – zárt primer körben kering, közvetlen kapcsolata a külvilággal nincs.

Az atomerőműből – tervezett és ellenőrzött módon az előírt korlátokat betartva – radioaktív izotópok kerülhetnek ki a környezetbe a szellőzőkéményeken és a melegvíz csatornán keresztül, valamint a normál üzemeltetés, karbantartás során radioaktív hulladékok keletkeznek. A szellőztető rendszerek által elszívott, illetve a technológiai lefúvatásokból származó levegőt a légnemű kibocsátásokat kezelő rendszerek aeroszol és jód szűrők alkalmazásával tisztítják, majd a blokkokból 100 m, az egészségügyi-laboratóriumi épületből 30 m magas kéményen keresztül kerül a környezetbe. A keletkező hulladékvizeket ellenőrzőtartályokban gyűjtik, és kibocsátásukat minden esetben szigorú kémiai és radiológiai minősítés előzi meg. A kibocsáthatónak minősített vizek az ellenőrző

[5] Nemzeti Jelentés a Paksi Atomerőmű Célzott Biztonsági Felülvizsgálatáról, Országos Atomenergia Hivatal, Budapest, 2011. december 29.

tartályokból, a kibocsátási határértékek betartásával a melegvíz csatornán keresztül a Dunába, mint befogadóba kerülnek.

A keletkező kis és közepes aktivitású szilárd radioaktív hulladékokat feldolgozzák (válogatják, tömörítik, az iszapokat szilárdítják), átmeneti tárolásuk az erőmű fő- és segédépületeiben történik. A paksi atomerőmű üzemeltetéséből és majdani leszereléséből származó kis és közepes aktivitású radioaktív hulladékok végleges elhelyezésére a Bátaapáti térségében létesült Nemzeti Radioaktívhulladék-tárolóban (NRHT) kerül sor.

A nagyaktivitású szilárd hulladékok a visszanyerhetőséget biztosító csomagolásban tároló kutakban kerülnek elhelyezésre. A kutakban lévő hulladékok végleges elhelyezéséről az erőmű leszerelésekor kell gondoskodni. Az erőmű reaktoraiból kikerülő kiégett fűtőelemek átmeneti tárolásra a külön erre a célra épült létesítménybe – az RHK Kft. által üzemeltetett – Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolójába (KKÁT) kerülnek.

2.3.2. A Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolója

Az atomerőmű üzemeltetése során keletkező – évente átlagosan 400 db – elhasznált fűtőelem kazettát az esetleges további feldolgozást vagy a feldolgozás nélküli végleges elhelyezést megelőzően átmenetileg tárolják. A tárolást a reaktor mellett elhelyezkedő, és ebből adódóan korlátozott tároló kapacitással rendelkező pihentető medence biztosítja arra a 3,5 éves időtartamra, amíg a reaktorból kikerülő üzemanyag fajlagos aktivitása és hőfejlődése olyan értékre csökken, amely már lehetővé teszi a kiégett üzemanyag átmeneti tárolóban való elhelyezését. A pihentetést követően a kiégett fűtőelemek az erőmű szomszédságában található átmeneti tároló létesítményben, a kazetták legalább 50 éves tárolását biztosítani képes Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolójában (KKÁT) kerülnek elhelyezésre.

2.3.2-1. ábra: A Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolója Pakson

A *2.3.2-1. ábrán* látható KKÁT moduláris, aknás száraz tároló (MVDS – Modular Vault Dry Storage), olyan vasbeton építmény, amely tároló üregeket tartalmaz mátrixos elrendezésben, melyek alkalmasak a fűtőelem-kötegek befogadására. A megfelelő árnyékolást és a védelmet betonszerkezet biztosítja. A hőelvezetést levegőnek a fűtőelemek, illetve a tároló üregek külső felületén történő keringtetésével érik el, majd a levegőt közvetlenül az atmoszférába engedik. A kamrán átáramló levegőben a tárolt fűtőelemből elvont hő által fenntartott kéményhatás (levegő-termoszifon) biztosítja a hajtóerőt és ezáltal a megfelelő hűtést aktív gépészeti rendszerek és személyi felügyelet nélkül.

A létesítmény első 3 kamrából álló modulja és a kiszolgáló épület 1997-re készült el, a KKÁT ekkor kezdte meg működését. Egy-egy 4 kamrából álló modult adtak át 2000-ben és 2003-ban, majd megtörtént az újabb 5 kamrából álló modul építésének befejezése 2007-ben, így a tároló 16 kamrája ekkor összesen 7200 db kazetta befogadására vált alkalmassá. A KKÁT-ban 2010. december 31-én összesen 6547 db kiégett üzemanyag kazettát tároltak. A KKÁT újabb 4 kamrából álló tárolómoduljának átadására 2011 decemberében került sor, a létesítmény tárolókapacitása ezzel 9308 db kazettára növekedett.

2.3.3. Az atomerőmű és a Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolója biztonsági övezete

Nukleáris létesítmények biztonsági övezetének határait, valamint a biztonsági övezetben alkalmazandó korlátozásokat jelenleg a nukleáris létesítmény és a radioaktívhulladék-tároló biztonsági övezetéről szóló 246/2011. (XI. 24.) Korm. rendelet előírásai alapján kell meghatározni.

A rendelet szerint a biztonsági övezet földfelszíni távolsága atomerőmű és kiégett üzemanyag átmeneti tárolója esetében is a létesítmény legkülső technológiai védelmet jelentő fal síkjától számítva legalább 500 m. A biztonsági övezet határán a folyamatosan ott tartózkodó személyt a nukleáris létesítmény szabályszerű működése során a környezetbe kibocsátott vagy kikerülő radioaktív anyagok sugárzása révén nem érheti nagyobb sugárterhelés 100 µSv/év-nél. A Korm. rendelet a biztonsági övezetre vonatkozóan különböző korlátozásokat ír elő (pl. lakó-, üdülőépületek építésének, veszélyes anyagok tárolásának, a nukleáris létesítményre veszélyes emberi tevékenységek tilalma).

A paksi atomerőmű 246/2011. (XI. 24.) Korm. rendelet szerint felülvizsgált biztonsági övezetének határait az Országos Atomenergia Hivatal a 2012. augusztus 2-án kiadott, HA5538 számú határozatával jelölte ki. A biztonsági övezet kiterjedését a *Melléklet M-4. ábrája* mutatja. A Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolója felülvizsgált biztonsági övezetének határait az Országos Atomenergia Hivatal a 2012. július 31-én kiadott, HA5540 számú határozatával jelölte ki a 246/2011. (XI. 24.) Korm. rendelet előírásai alapján.

Paks Város Helyi Építési Szabályzata (24/2003. (XII. 31.) sz. Önkorm. rendelet) alapján az atomerőmű és a KKÁT biztonsági övezetébe eső területek mind építési tilalommal terheltek.

2.4. A létesítendő új blokkok számításba vett típusainak ismertetése

2.4.1. A számításba vett blokktípusok alapadatai

Az új atomerőművi blokkok létesítésének előkészítése során végzett előzetes vizsgálat [9] egyértelműen nyomottvizes, 3. generációs atomerőmű típus építését javasolta. Amellett, hogy a világban épülő új blokkok több mint 80%-a ehhez a típushoz tartozik, a meglévő hazai szakmai háttér és a paksi atomerőmű blokkjaival szerzett sokéves kedvező üzemeltetési tapasztalat is ezt indokolja. A technológiai, biztonsági, üzemeltetési, karbantartási és létesítési jellemzőket összehasonlító és azokat értékelő Megvalósíthatósági Tanulmány [9], valamint a későbbi APR1400 elemzések az alábbi blokktípusok létesítését tartották javasolhatónak:

- AP1000 – Advanced Pressurized Water Reactor 1000 (Toshiba-Westinghouse),
- AES-2006 (Atomsztrojexport, a nemzetközi piacon a típus neve MIR.1200),
- EPR – Evolutionary Pressurized water Reactor (Areva),
- ATMEA1 (Areva-Mitsubishi),
- APR1400 – Advanced Pressurized Reactor (KEPCO – Korea Electric Power Corporation).

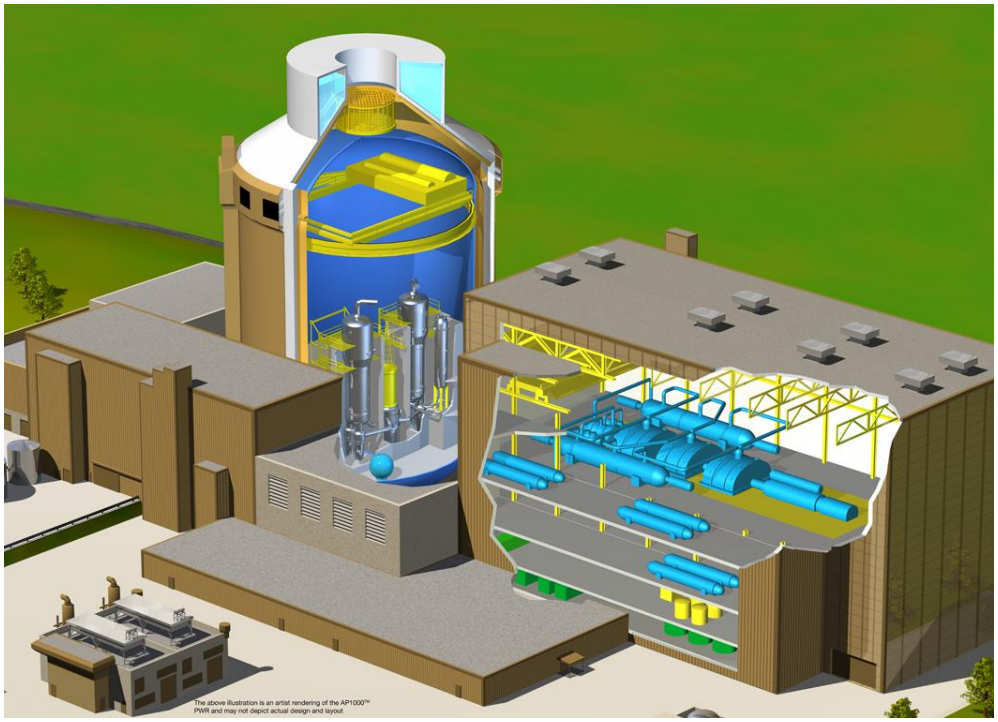
Az egyes típusok főbb műszaki és biztonsági paramétereit a *2.4.1-1. táblázat*, a biztonsági célokat és ezek eléréséhez alkalmazott tervezési megoldásokat, illetve következménycsökkentő eljárásokat a *2.4.1-2. táblázat* foglalja össze.

2.4.1.1. AP1000 – Westinghouse Advanced Passive PWR

Műszaki jellemzők

Az AP1000 (*2.4.1.1-1. ábra*) egy egyszerű, kiforrott és biztonságos konstrukció. A közepesnél nagyobb beépített kapacitás miatt a fajlagos beruházási költségek kedvezőek, a blokk tízévenként esedékes nagyjavításainak időtartama kb. 40 nap. Az amerikai nukleáris hatóság (NRC) kiadta a blokk típusengedélyét, az EUR[6] (European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants) követelményeknek a blokk megfelel.

[6] A nyugat-európai atomerőművek tulajdonosai, üzemeltetői által az 1990-es évek elején kidolgozott átfogó követelményrendszer.



2.4.1.1-1. ábra: Az AP1000 blokk látványterve [11]

A szabványos 17×17 pozíciót tartalmazó PWR üzemanyag kazettából 157 darab található a zónában, amiből 69 db a szabályozó kazetta. Az üzemanyagciklus végén a zóna 43%-át cserélik ki friss fűtőelemre. [12], [13], [14]

A primer kör kéthurkos, hurkonként 2 hideg- és 1 melegággal. A hidegágakban összesen 4 főkeringtető szivattyú van, közvetlenül az álló gőzfejlesztők alsó kilépő csonkjára szerelve. A reaktortartály megegyezik a korábban széles körben alkalmazott Westinghouse tartállyal. A referencia blokk szekunder köréhez 60 Hz-es lassú (1800 rpm) fordulatú turbina tartozik, az 50 Hz-es hálózathoz kapcsolható lassú (1500 rpm) turbina tervezése folyamatban van.

Biztonsági jellemzők

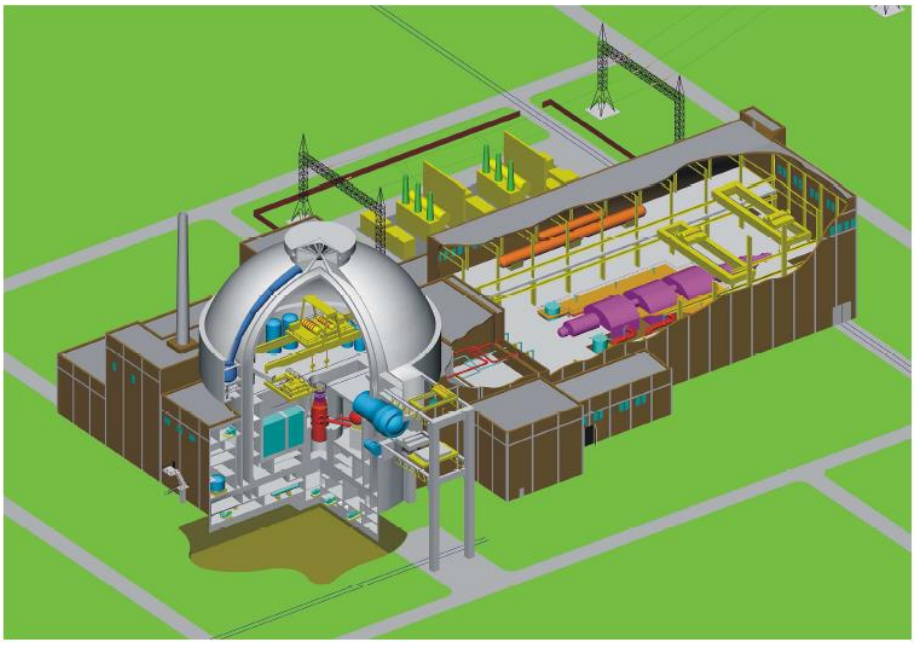
Az AP1000 típus biztonsági rendszerei passzív működtetésűek, azaz nem tartalmaznak aktív komponenseket (pl. szivattyúkat), működésükhöz nincs szükség biztonsági besorolású segédrendszerekre (pl. váltóáramú betáplálásra vagy hűtővízre). Négy passzív biztonsági rendszere van (zóna üzemzavari hűtőrendszer, biztonsági befecskendező és nyomáscsökkentő rendszer, maradványhő elviteli rendszer, valamint konténment hűtés), melyek eleget tesznek az egyszeres hibatűrés elvének. Megbízhatóságukat két eltérő teljesítményszinten (600 MW és 1000 MW) átfogó kísérleti programok keretében tesztelték.

A biztonsági rendszerek vezérlése nagyon kevés kezelői beavatkozást igényel, ugyanis az elv a beavatkozások szükségességének kiküszöbölése volt a beavatkozások automatizálása helyett. Minden biztonsági rendszer a 4,1 bar tervezési túlnyomású konténmentben vagy a segédépületben található, ezek közös földrengésálló alapon állnak.

2.4.1.2. MIR.1200

Műszaki jellemzők

Az orosz gyártó ma lényegében két VVER verziót szállít: a 3. generációhoz tartozó AES-92 típust [13] és ennek a továbbfejlesztését, az AES-2006 blokkot (*2.4.1.2-1. ábra*), melyből Oroszországban a tervek szerint 2020-ig 17 darabot (összesen 20 000 MW_e kapacitással) építenek. A korábbi VVER típusokhoz hasonlóan ezekben is 4 primer köri hurok és vízszintes gőzfejlesztők találhatók.



2.4.1.2-1. ábra: A MIR.1200 blokk látványterve [15]

Az AES-2006 blokk nemzetközi piacra szánt verziója a MIR.1200 típus, melyen alapvetően a gazdaságosság (egységteljesítmény, hatásfok) és a rendelkezésre állás javítása (pl. 92%-os teljesítmény kihasználási tényező, 60 év üzemidő elérése) irányában történtek fejlesztések az AES-92 blokkhoz képest. A biztonsági változtatások mellett megtörtént a főkeringtető szivattyúk működésének javítása (az olajkenés kiiktatásával), új, kiégő mérget[7] tartalmazó üzemanyag bevezetése, a gőzfejlesztők megbízhatóságának javítása. A tervek szerint a MIR.1200 alkalmas lesz MOX üzemanyag használatára is. Az újonnan épített blokkokban integrált, digitális alapú irányítástechnikát alkalmaznak. A blokk szekunder köre gyorsfordulatú (3000 rpm) turbinát tartalmaz, de tervezik lassú fordulatú (1500 rpm) gépek alkalmazását is. A nemzetközileg általánosan elfogadott biztonsági normák, valamint az EUR követelmények következetes alkalmazásával a MIR.1200 blokkot lényegében az AP1000 és az EPR színvonalára emelték. Ezt igazolja, hogy az AES-92 típust az EUR szervezet minősítette és megfelelőnek találta.

Biztonsági jellemzők

Üzemzavari esetekben a reaktor és a primer kör hosszú idejű hűtése operátori beavatkozás nélkül is megvalósul, ezt 4 db nagynyomású és 8 db kisnyomású hidroakkumulátor biztosítja az automatikus üzemű zónahűtő rendszerekkel együtt.

A blokk nukleáris rendszerei kettősfalú konténmentben helyezkednek el, melyet 4 bar üzemzavari túlnyomásra méretezték, a belső acélköpeny passzív hűtési móddal rendelkezik. Az egyenként 100%-os kapacitással rendelkező biztonsági rendszereket négy egymástól független csatornába rendezték. Mindegyik biztonsági csatorna energiabetáplálását egy-egy 6,3 MW teljesítményű dízelgenerátor biztosítja. A konténment alsó része zónaolvadék csapdaként működik.

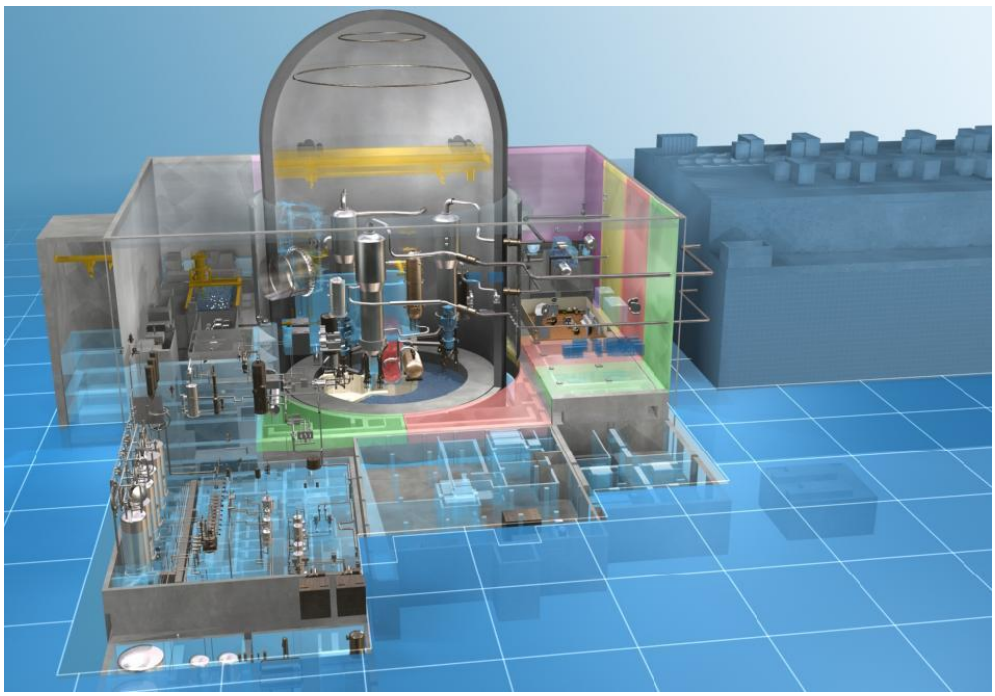
2.4.1.3. ATMEA1

Műszaki jellemzők

Az ATMEA1 típus (*2.4.1.3-1. ábra*) az Areva és a Mitsubishi kipróbált nyomottvizes technológiájának továbbfejlesztésével jött létre, a blokk a Mitsubishi háromhurkos nyomottvizes

[7] A reaktormérgek azok az elemek, amelyek elnyelik a neutronokat (ezáltal csökkentve a sokszorozási tényezőt), anélkül hogy hozzájárulnának a láncreakcióhoz.

típusán alapul, de számos EPR megoldást is beépítettek. A blokk tervei megfelelnek az EUR követelményeknek. A létesítésnél 5 év építési idővel lehet számolni, a közepesnél nagyobb (1000–1150 MW) beépített kapacitás miatt a fajlagos beruházási költségek kedvezőek. Az üzemanyag kazetták 17×17 pozíciót tartalmaznak, lényegében megfelelnek az EPR zónába betölthető kazettáknak, csak rövidebbek, a nagyjavítás tízévenként esedékes. A blokk teljesítménye maximum 5%/perc sebességgel változtatható. A blokk automatikus frekvenciaszabályzási üzemmódban is üzemeltethető. [16], [17]



2.4.1.3-1. ábra: Az ATMEA1 blokk látványterve [18]

Biztonsági jellemzők

A biztonsági rendszerek három független, 100%-ban redundáns aktív ágat tartalmaznak, üzem közbeni karbantartási lehetőséggel. A súlyos balesetek következményeinek kezelésére a 3. generációs blokkoknál már szabványosnak tekinthető megoldásokat alkalmazzák: zónaolvadék csapda az olvadt zóna lokalizálására és hűtésére, hidrogén rekombinátorok és gyújtók a konténmentben felgyülemlett hidrogén megkötésére, illetve a hidrogénkoncentráció csökkentésére, szűrt leeresztés és hűtés a konténment épségének hosszú idejű fenntartására. A konténment kettősfalú, védve van egy nagy utasszállító gép rázuhanásával szemben is. A blokk földrengés elleni védelme olyan, hogy telepíthető földrengésveszélyes területeken is.

2.4.1.4. EPR – Evolutionary Pressurized Water Reactor

Műszaki jellemzők

Az EPR („European Pressurized Water Reactor”, melyet az amerikai piacra történő bevezetéskor marketing okok miatt „Evolutionary Pressurized Water Reactor”-ra változtattak) típus (*2.4.1.4-1. ábra*) a francia Framatome és a német Siemens-KWU kipróbált nyomottvizes technológiájának továbbfejlesztésével jött létre. A blokk terveit a finn, a francia és a kínai hatóság már engedélyezte, az USA és az Egyesült Királyság hatóságai jelenleg vizsgálják a terveket, a blokk az EUR követelményeknek megfelel. [19]

2.4.1.4-1. ábra: A finnországi Olkiluoto-ban épülő EPR blokk látványterve [19]

A nagy beépített kapacitás miatt a fajlagos beruházási költségek kedvezőek, ugyanakkor a magyar hálózat viszonyai között hátrányt jelent a nagy egységteljesítmény. Ha azonban regionális együttműködést feltételezünk a tartalékkapacitások kiépítésére, akkor az EPR blokk versenyképességét nem rontják számottevően a szükséges kiegészítő beruházások. A megelőző karbantartással összekötött zónaátrakás időtartama 16 nap, a tízévenként esedékes nagyjavítás kb. 40 napig tart.

Az aktív zónában 241 db, egyenként 17×17 pálca-pozíciót tartalmazó üzemanyag kazetta található. A reaktivitás szabályzása 89 db szabályozó rúddal történik.

A primer kör négy hurokból áll, hurkonként egy-egy főkeringtető szivattyúval és gőzfejlesztővel. A szekunder kör a német Konvoi blokkok jól bevált és kiváló rendelkezésre állási mutatókkal üzemelő szekunder körének továbbfejlesztésével jött létre. Optimalizálták a gőz-kondenzátum-tápvíz rendszert, a nagy- és kisnyomású turbina fokozatokat, ami a hatásfok jelentős növelését eredményezte.

A normál üzemi állapotokban a szabályozásokat, védelmeket megvalósító rendszereket kétszeres redundanciával építették ki, ezek egyszeres meghibásodás ellen védettek. A várható üzemi tranziensek levezetése 2–2 redundáns, diverz rendszerrel történik, míg a posztulált üzemzavarok kezeléséhez négy redundáns rendszert használnak. A vészbetáplálást négy dízelgenerátor biztosítja, melyek külön épületben helyezkednek el. A karbantartás szempontjából kiemelt fontosságú, hogy a négyszeres redundanciával kiépített rendszerek közül az egyik rendszer üzem közben bármikor kivehető karbantartásra vagy javításra.

Biztonsági jellemzők

A blokk fontos biztonsági mutatói (zónaolvadási gyakoriság, nagy radioaktív kibocsátások valószínűsége stb.) kiválóak. A biztonsági rendszerek négyszeres redundanciával rendelkeznek, az alrendszerek egyenként 100% kapacitással lettek kiépítve.

Nagynyomású befecskendezés nincs, csak közepes- és kisnyomású befecskendező rendszerek. Az In-containment Refueling Water Storage Tank (IRWST) a reaktorépület alján helyezkedik el, ötvözi a hűtőközeg tárolási és a zsomp funkciókat. A zónaolvadással járó súlyos balesetek kezelését a zónaolvadék csapda segíti. Az IRWST tartályban tárolt víz passzív (gravitációs) úton árasztja el az olvadékot.

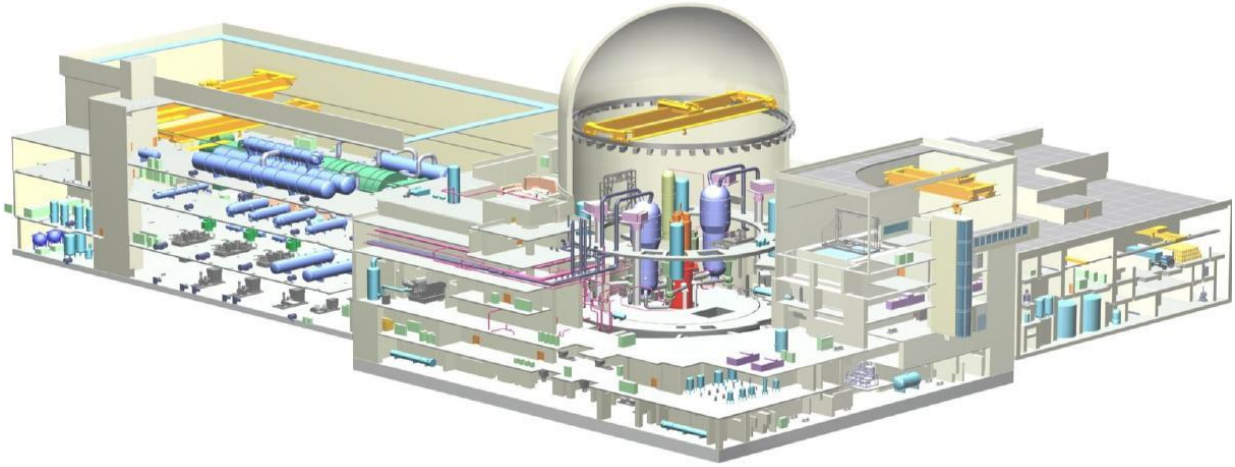
A duplafalú konténment belső fala előfeszített vasbetonból készült, 6 mm vastag acélborítással rendelkezik. A normál vasbeton külső fal a külső események elleni védelmet szolgálja és méretezve van egy nagy utasszállító gép becsapódásából eredő következmények elviselésére is.

Súlyos baleseteknél passzív hidrogénkezelést (katalitikus rekombinátorokat) alkalmaznak. A súlyos balesetek következményeinek csökkentésére szolgál a passzív hidrogéneltávolító rendszer katalitikus rekombinátorok alkalmazásával, valamint a konténment nyomásának csökkentésére szolgáló hűtőrendszer.

2.4.1.5. APR1400 – Advanced Pressurized Reactor

Műszaki jellemzők

Az APR1400 blokkot (*2.4.1.5-1. ábra*) a dél-koreai KEPCO (Korea Electric Power Corporation) vállalat fejlesztette ki az 1000 MW villamos teljesítményű OPR1000 (Optimum Power Reactor) típus alapján. Mindkét reaktortípus alapját a Combustion Engineering cég System 80+ nevű blokkja jelenti, melyet az USA-ban dolgoztak ki az 1990-es évek elején. A blokk terveit a dél-koreai nukleáris hatóság engedélyezte, jelenleg folyik az NRC típusengedély megszerzéséhez szükséges beadvány előkészítése. A típus EUR minősítéssel még nem rendelkezik.



2.4.1.5-1. ábra: Az APR1400 blokk látványterve [18]

A blokk biztonsági mutatói jók, a súlyos balesetek megelőzésére és következményeik csökkentésére az összes nemzetközileg elfogadott megoldást alkalmazzák. A magyar hálózat viszonyai között a blokk hátránya a nagy egységteljesítmény, de regionális együttműködést feltételezve az EPR blokknál elmondottak itt is érvényesek.

A reaktor aktív zónájában 241 db üzemanyag kazetta van, ezek a 16×16 pozíciót tartalmazó szabványos PWR kazettának felelnek meg. Az üzemanyagot a KNF (KEPCO Nuclear Fuel) cég készíti. A blokk képes olyan töltettel is üzemelni, melynek maximum 1/3 része MOX fűtőelem.

Az APR1400 primer köre két hurokból áll, egy hurokban egy meleg- és két hidegág található, mindkét hidegágban van főkeringtető szivattyú (a konstrukció hasonló a Westinghouse gyártmányú AP1000 blokkéhoz). A melegágak egy-egy igen nagyméretű, függőleges gőzfejlesztőhöz csatlakoznak, melyek egyenként 2000 MW termikus teljesítményt képesek elvinni. A vízmennyiség a szekunder oldalon akkora, hogy teljes tápvízvesztés esetén legalább 20 perc áll rendelkezésre a gőzfejlesztő teljes kiszáradásáig.

Az APR1400 blokkhoz egyetlen nagyteljesítményű turbina tartozik, melynek egy nagynyomású és három kisnyomású fokozata van, fordulatszáma pedig 1800/perc (60 Hz-es hálózathoz). A rendszert úgy alakították ki, hogy 100%-ról történő generátorterhelés-ledobás esetén is képes a gőzt elvezetni anélkül, hogy turbina vagy reaktor vészleállás lépne fel. 50 Hz-es hálózatban működő 1500/perc

fordulatszámú turbinával először az Egyesült Arab Emírségekben épülő APR1400 blokkokat fogják felszerelni.

Biztonsági jellemzők

A reaktor védelmi rendszerét négyszeres redundanciával alakították ki, aktív és passzív biztonsági rendszereket egyaránt alkalmazva a biztonsági célok elérésének érdekében.

A tartály négy, közvetlen befecskendezést biztosító csőcsonkon át képes vízutánpótlást kapni a konténmenten belül lévő nagyméretű (csaknem 2500 m^3) átrakási víztartályból (IRWST – In-containment Refueling Water Storage Tank). Minden egyes ág kapacitása 50%, ami 4×50%-os redundanciát jelent. A szivattyúkkal hajtott nagynyomású befecskendezés mellett minden ág tartalmaz egy nagyméretű, nyomás alatt lévő tartályt (akkumulátort) is, amely passzív működtetésű.

Az APR1400 blokk elsődleges konténmentje előfeszített vasbetonból készül, melynek belső falára hermetikusan záró acélborítás illeszkedik. Az elsődleges konténmentet kívülről borító másodlagos konténment biztosítja a külső veszélyek (pl. repülőgép becsapódása) elleni megfelelő védelmet. A konténment hőmérsékletének és nyomásának csökkentésére alkalmazott spray rendszer két független ágból áll, szivattyúi az IRWST tartályhoz kapcsolódnak. A konténment légtere olyan nagy, hogy egy hipotetikus súlyos baleset bekövetkezése után 24 óráig a nyomás a korlátok alatt marad és a hidrogén koncentrációja sehol sem éri el a veszélyes értéket.

Súlyos balesetek esetén a megolvadt zónát a tartályon belül igyekeznek tartani a tartály külső hűtésével, de az európai létesítésekhez kidolgozott EU-APR1400 verzió zónaolvadék-csapdát is tartalmaz. A keletkezett hidrogént rekombinátorokkal kötik meg, de kiegészítésként hidrogéngyújtókat is alkalmaznak [20].

2.4.1-1. táblázat: A számításba vett blokktípusok fontosabb műszaki jellemzői

Blokk típusa	AP1000	MIR.1200	ATMEA1	EPR	APR1400
Kiadható nettó teljesítmény	1117 MW	1150 MW	1000 MW	1600 MW	1400 MW
Üzemidő	60 év	50 (60) év	60 év	60 év	60 év
Tervezett teljesítmény kihasználási tényező	93%	92%	92%	92%	legalább 92%
Tervezett főjavítás miatti éves kiesés	17 nap	20 nap	16 nap	14 nap	17 nap
Önfogyasztás	6,9%	7,0%	5,8%	7,0%	3,8%
Felhasználható üzemanyag típusa	UO_2, MOX	UO_2	UO_2, MOX	UO_2, MOX	UO_2, MOX
Felhasználható üzemanyag forrása	Westinghouse	TVEL	Areva és MHI	Areva	KEPCO Nuclear Fuel
Üzemanyagciklus	18 hónap	18–24 hónap	12–18–24 hónap	12–18–24 hónap	18 hónap
Üzemanyag szükséglet	43,2 t UO_2 / 18 hónap	43,0 t UO_2 / 24 hónap	42,7 t UO_2 / 24 hónap	64 t UO_2 / 24 hónap	44,7 t UO_2 / 18 hónap
Friss kazetták száma átrakáskor	68 db (18 havonta)	82 db (24 havonta)	60 db (18 havonta)	120 db (24 havonta)	92 db (18 havonta)
Friss kazetták átlagdúsítása	4,8%	4,0%	4,95%	4,4%	4,09%
Manőverező képesség	25%–100% között, napi 100%–50%–100%	30%–100% között, évi max. 250 db Δ70%	30%–100% között	20%–100% között, napi 100%–25%–100%	20%–100% között, napi 100%–25%–100%
Primerköri nyomás	155,2 bar	157 bar	155 bar	155 bar	155 bar
Reaktor belépő hőmérséklet	280,6 °C	291,0 °C	290,9 °C	295,5 °C	290,6 °C
Reaktor kilépő hőmérséklet	321,1 °C	320,0 °C	326,3 °C	328,0 °C	323,9 °C
Gőzfejlesztő kilépő nyomás	57,6 bar	62,7 bar	>70 bar	78,0 bar	69,0 bar
Felhasznált hűtővíz mennyisége	136 000 m^3/h	140 000 m^3/h	122 000 m^3/h	190 000 m^3/h	173 000 m^3/h

2.4.1-2. táblázat: A cél eléréséhez alkalmazott tervezési megoldások vagy következménycsökkentő eljárások

Elérni kívánt biztonsági cél	A cél eléréséhez alkalmazott tervezési megoldás vagy következménycsökkentő eljárás				
	AP1000	**MIR.1200**	**ATMEA1**	**EPR**	**APR1400**
A tervezési alap kiterjesztéséhez tartozó üzemzavarok kezelése	– Passzív biztonsági rendszerek – Reaktortartályban való visszatartás – Reaktorakna elárasztása és a tartály külső hűtése – Hidrogén rekombinátorok és gyújtók	– Kettősfalú konténment – Passzív lehűtőrendszer – Konténment passzív hűtőrendszer – Hidrogén rekombinátorok – Zónafogó csapda	– Nagy térfogatú előfeszített beton konténment – Hosszú idejű konténment hűtés – Hidrogén rekombinátorok – Zónaolvadék csapda	– Kettősfalú konténment – Konténment hűtőrendszer – Hidrogén rekombinátorok – Zónaolvadék csapda (olvadék szétterítése, hűtése)	– Nagy térfogatú, előfeszített beton konténment – Hosszú idejű konténment hűtés – Hidrogén rekombinátorok – Reaktortartályban való visszatartás (opcionálisan zónaolvadék csapda)
Korai konténment meghibásodáshoz vezető nagynyomású folyamatok megelőzése	Automatikus primer köri nyomásredukáló szelepek	– Nyomáscsökkentő szelepek – Passzív hűtőrendszer	– Gyors, redundáns nyomásredukáló szelepek	– Kézi működtetésű primer köri nyomáscsökkentő szelepek	– Kézi működtetésű nyomáscsökkentő szelepek – Konténment spray
A keletkezett hidrogén kezelése	– Passzív rekombinátorok (csőtöréses üzemzavarokra) – Hidrogén gyújtók (súlyos balesetekre)	– Passzív rekombinátorok	– Passzív rekombinátorok	– Passzív rekombinátorok	– Passzív rekombinátorok + hidrogéngyújtók
Zónaolvadék stabilizálása és hűtése	– Reaktortartályon belüli visszatartás – Reaktorakna elárasztása és a tartály külső hűtése	– Zónafogó csapda	– Tartályon kívüli zónaolvadék stabilizálás	– Tartályon kívüli zónaolvadék stabilizálás	– Reaktortartályon belüli visszatartás – Reaktorakna elárasztása és a tartály külső hűtése (az európai verziónál zónaolvadék csapda is lesz)
Konténment nyomáscsökkentés	Passzív konténment hűtőrendszer	– Passzív, nagyfelületű hűtők (0–24 óra között) – Mobil berendezések (24–72 óra között)	– Konténment spray	A konténment légterének hűtésével: – Olvadék passzív elárasztása felülről, hűtése alulról – Kézi indítású konténment spray hűtés	Konténment spray + leállás alatti hőeltávolító rendszer

2.4.2. A tervezett hűtőrendszer ismertetése

A paksi telephelyen tervezett új atomerőművi blokkoknál alkalmazható hűtési lehetőségek elemzésére külön vizsgálatok keretében került sor [21], [95]. A vizsgálatok célja az volt, hogy az adott körülmények, környezeti feltételek között a lehető legjobb műszaki megoldással és hatásfokkal gazdaságosan megvalósítható és üzemeltethető, a környezetvédelmi előírásoknak a tervezett üzemidő során megfelelő hűtési mód kerüljön kiválasztásra. Az elvégzett elemzések eredményei alapján – a meglévő négy blokknál jelenleg alkalmazotthoz hasonlóan – frissvízhűtéses hűtőrendszer került kiválasztásra.

A frissvízhűtéses hűtőrendszer üzemelése során a blokkok működéséhez szükséges ipari és kondenzátor hűtővízellátás a Dunából vételezett vízzel történik. A frissvízhűtéses hűtőrendszer alkalmazását a felmelegedett hűtővíz visszavezetése okozta hőterhelésre vonatkozó környezetvédelmi követelmények korlátozzák. Ahhoz, hogy az új blokkok üzembe lépését követően az érvényes határértékek szélsőséges körülmények között (magas Duna vízhőmérséklet, alacsony vízhozam) is betarthatók legyenek, műszaki intézkedésként a blokkokból kilépő felmelegedett hűtővízhez friss hidegvíz hozzákeverése, rendkívüli esetben a blokkok szükségszerű visszaterhelése áll rendelkezése.

A Dunából kiemelt nyersvíz felhasználásával üzemelő, átfolyó rendszerű frissvíz hűtés alkalmazásakor a víz nyers, vegyileg kezeletlen állapotban, az úszó- és lebegő hordaléktól való mechanikai tisztítást (szűrést) követően kerül felhasználásra. A blokkok kondenzátorainak hűtővíz igényét, azaz a Dunából kiemelni szükséges nyersvíz mennyiségét a vizsgált blokkteljesítmények esetén a *2.4.2-1. táblázat* mutatja. A felhasználást követően a felmelegedett hűtővíz teljes mennyisége a Dunába visszavezetésre kerül. A frissvízhűtéses hűtőrendszer helyszínrajzát a *2.4.2-1. ábra* mutatja.

2.4.2-1. táblázat: A frissvízhűtéses hűtőrendszer vizsgálatánál figyelembe vett alapadatok

	2×1200 MW teljesítmény esetén	**2×1600 MW teljesítmény esetén**
A hűtővíz felmelegedése a kondenzátorban [°C]	8	8
A kondenzátorok névleges vízigénye [m^3/s]		
Blokkonként	66	86
Összesen	132	172

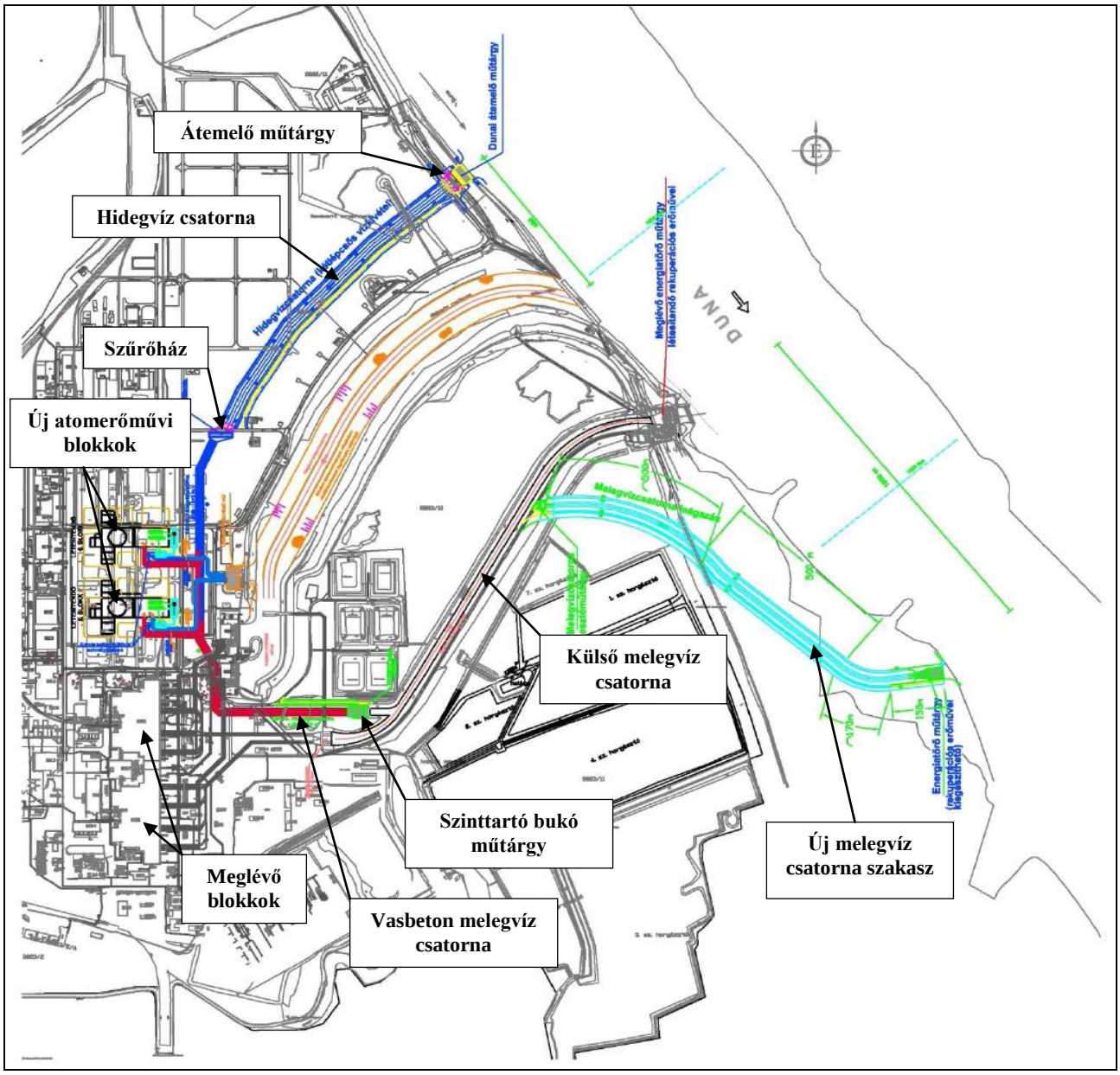
A dunai átemelő szivattyútelep az erőmű meglévő hidegvíz csatornájának torkolata fölött kerül elhelyezésre. A vízszállítási vonal kétlépcsős lesz, első lépésként az átemelő szivattyútelep a Dunából az új hidegvíz csatornába emeli a nyersvizet, második lépésként a kondenzátor szivattyúüzem innen juttatja a hűtővizet a kondenzátorokhoz. Az új hidegvíz csatorna kb. 4 m mélységű, – blokkváltozattól függően – 12–20 m fenékszélességű, kb. 1000 m hosszúságú.

A szűrőháztól a kondenzátor hűtővíz szivattyú házig zárt vasbetoncsatornán keresztül érkezik a víz. A szivattyúüzem feladata, a szükséges hűtővízmennyiség áthajtása a kondenzátorokon az érkező hidegvíz csatornából a távozó melegvíz csatornába. A főépületből a melegvíz elvezetés vasbeton csatornákon keresztül történik, melyek szinttartó bukó műtárgyon keresztül csatlakoznak az erőmű meglévő melegvíz csatornájához. Az előzetesen elvégzett hidraulikai számítások szerint [21] a meglévő melegvíz csatorna nem csak a jelenlegi blokkok üzemének 100–110 m^3/s (max. 120 m^3/s) vízmennyiségét, de a 2×1600 MW teljesítményű új blokkokhoz tartozó 172 m^3/s vízmennyiséget is képes elvezetni.

A hűtővíz Dunába vezetésnél egy új melegvíz csatorna ággal kialakított másik bevezetési pont létesül, mely déli irányban, a jelenlegi dunai bevezetéstől közel 1000 m távolságra tervezett. Az új csatornaszakasz a meglévő, Duna felé forduló íves szakasz előtt, a meglévő csatorna alvíz felé eső

oldalán, egy új osztóműtárgyon ágazik le a meglévő csatornáról (*2.4.2-1. ábra*). (A jövőben rekuperációs vízerőmű létesítését tervezik a melegvíz csatornákra.)

Az új melegvíz csatorna szakasz déli partja – a meglévő melegvíz csatorna déli partjának az új csatorna leágazástól a torkolatig tartó szakasza helyett – állandó árvízvédelmi műként is fog funkcionálni.



2.4.2-1. ábra: A kétlépcsős frissvízhűtéses hűtőrendszer részei, helyszínrajza

2.4.3. A tevékenység megvalósításához szükséges további létesítmények, kapcsolódó műveletek

A paksi atomerőmű jelenleg üzemelő blokkjai a MAVIR Zrt., mint átviteli hálózati engedélyes tulajdonában lévő 400/120 kV-os alállomás 400 kV-os kapcsolóberendezésén keresztül csatlakoznak a magyar villamosenergia-rendszerhez. A csatlakozás szempontjából a paksi telephely megfelelő adottságokkal rendelkező 400 kV-os csomópont, ugyanakkor az új erőművi blokkok villamosenergia-rendszerbe történő integrálása csak új hálózati kapcsolatok létesítésével oldható

meg. A szállító kiválasztásáig többféle blokktípussal is számolni kell, a különböző nagyságú beépített teljesítményekhez azonban különböző mértékű hálózati fejlesztések szükségesek.

Az új atomerőművi blokkok létesítésének előkészítése során előzetes hálózatszámítások [22] készültek annak vizsgálatára, hogy 1000–1600 MW nettó teljesítményű blokknagyságok mellett normál üzemi és üzemzavari állapotokban milyen feltételekkel szállítható ki a megtermelt teljesítmény. Az eredmények az alábbi fejlesztések szükségességét igazolták a vizsgált teljesítménytartományban:

- A kétrendszerű Paks–Albertirsa távvezeték megépítése az új blokkok üzembe lépésének alapvető és elengedhetetlen feltétele.
- A kétszeres hiányállapotra vonatkozó vizsgálatok eredménye és az új erőmű tartalékellátása miatt indokolt a harmadik 400/120 kV-os transzformátor beépítése a jelenlegi (Paks-I.) alállomásba.
- A létesítendő blokk méretétől és dinamikai jellemzőitől függően a tranziens stabilitás erősítésére van szükség egy második Litér vagy Martonvásár irányú távvezetéki kapcsolat kiépítésével. Ezt a kérdést a blokk pontosabb paramétereinek ismeretében a későbbiekben további vizsgálatoknak kell alávetni.

Az új blokkok hálózati csatlakozásához új 400 kV-os kapcsolóállomás (Paks-II.) létesül, melynek helye még nem került kijelölésre. [23] A lehetséges helyszín az északnyugati irányba haladó távvezeték-nyomvonalak mentén, a Paksról Nagydorog, illetve Kölesd felé vezető utak közötti térségben található, mintegy 6 km-re az új blokkok tervezett helyétől.

A blokkok tartalék háziüzemi ellátásának csatlakoztatásához az új blokkok tervezett helye és Paks-I. alállomás 120 kV-os kapcsolóberendezése között 120 kV-os kábelkapcsolatot kell létesíteni.

Az új blokkok létesítéséhez a telephelyen az infrastruktúra (víz-, csatorna-, úthálózat, hírközlés stb.) alaphelyzetben rendelkezésre áll, várhatóan a későbbiekben ezek bővítése és korszerűsítése szükségessé válik. A paksi telephely rendelkezésre álló infrastrukturális kapcsolatait a *2.1.2. alfejezet* ismerteti részletesen.

A tervezett új blokkok üzemeltetéséből származó kommunális szennyvizek, az egészségügyi és laboratóriumi épület hulladék vizeinek, valamint időnként a mérlegen felüli vizek fogadására és tisztítására várhatóan új szennyvíztisztítót kell majd kiépíteni.

2.4.4. A számításba vett blokktípusok nemzetközi referenciáinak bemutatása

2.4.4.1. AP1000 (Westinghouse)

Jelenleg Kínában már folyik három AP1000 blokk építése (Sanmen 1–2. – *2.4.4.1-1. ábra*, Haiyang 2. – *2.4.4.1-2. ábra*), ezeket 2013 és 2014 között tervezik átadni. Várhatóan az USA-ban is megindul az AP1000 típusú blokkok létesítése, jelenleg már két telephelyen folynak építési előkészületek (Georgia, Vogtle Erőmű), de az előrejelzések szerint 6 telephelyen összesen 12 db AP1000 blokk létesítésére fognak kérelmet benyújtani. A kínai blokkokat 5–6 év alatt tervezik felépíteni, a referencia AP1000 a tervezők szerint 5 év alatt építhető meg.

2.4.4.1-1. ábra: A harmadik konténment gyűrű beemelése Sanmen 1. telephelyen

2.4.4.1-2. ábra: Haiyang 2. építése

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

Két AES-2006 (MIR.1200) típusú blokk építése van folyamatban Oroszországban a Leningrádi Atomerőműben (Szosznovij Bor – *2.4.4.2-1. ábra*), valamint szintén két AES-2006 blokk épül a Novovoronyezsi Atomerőműben. Oroszországban az AES-2006 blokktípussal tervezik a nukleáris kapacitás jelentős bővítését: a tervek szerint 2020-ig 20 000 MW_e kapacitást (17 db blokkot) építenek.

2.4.4.2-1. ábra: Az épülő erőművi blokk Szosznovij Borban

2.4.4.3. ATMEA1 (Areva-Mitsubishi)

Az ATMEA1 blokk műszaki tervei 2009 végére készültek el, ezután az engedélyezéshez szükséges előmunkálatok indultak el. A blokk engedélyezésével és EUR megfelelőségének igazolásával valószínűleg nem lesznek nehézségek, mivel a terveket eleve az EUR szerint készítették, az NRC előírások messzemenő figyelembevételével.

Az Areva-MHI közös vállalat résztvevői nagy létesítési tapasztalattal rendelkeznek, együttesen idáig 123 atomerőmű blokkot építettek, gyártási kapacitásuk is jelentős, világszerte 12 helyszínen képesek nukleáris berendezések előállítására.

2.4.4.4. EPR (Areva)

Jelenleg Európában két EPR blokk létesítése folyik: az elsőt a finn Olkiluoto [24], a másodikat a francia Flamanville telephelyen építik [25]. Az OL-3 blokkot 2005-ben kezdték el építeni, a normandiai Flamanville-3 blokk építése (*2.4.4.4-1. ábra*) 2006 nyarán kezdődött. A blokkok átadása az eredeti ütemtervekhez képest késik. Az Areva szerződéssel rendelkezik két kínai EPR blokk létesítésére is (Taishan 1., Taishan 2.), ezek már szintén épülnek (*2.4.4.4-2. ábra*) és a tervek szerint ezek a blokkok 2013-ban és 2014-ben kapcsolódnak a hálózatra.

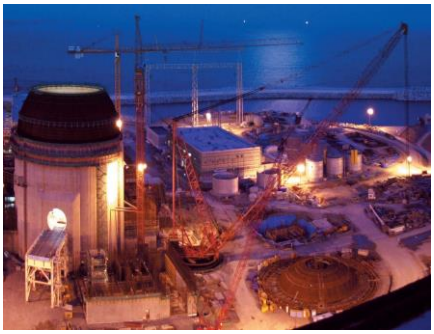
2.4.4.4-1. ábra: Flamanville-3 építése

2.4.4.4-2. ábra: Taishan 1–2. építési munkái

2.4.4.5. APR1400 (Korean Hydro and Nuclear Power)

Jelenleg Dél-Koreában két telephelyen (Shin-Kori – *2.4.4.5-1.* és *2.4.4.5-2. ábra* és Shin-Ulchin) összesen négy APR1400 blokk épül, az Egyesült Arab Emírségek szintén négy blokk létesítésére kötött szerződést 2009 végén a dél-koreai KEPCO cég által vezetett konzorciummal.

2.4.4.5-1. ábra: Munka a konténment épületben a Shin-Kori 3. blokkon



2.4.4.5-2. ábra: A Shin-Kori erőmű építési munkái

2.5. Az építési fázis bemutatása, az építéstechnológiai és egyéb jellemzők leírása

2.5.1. Az építés jellemző adatainak ismertetése

Az építendő létesítmények területfoglalása

Az új atomerőművi blokkok tervezett telephelyének területe mintegy 106 ha, mely a tervek szerint 29,5 hektárnyi részt foglal el a paksi atomerőmű jelenlegi üzemi területéből és 76,3 hektárnyit az ún. felvonulási területből. A paksi telephely elhelyezkedése az új blokkok telepítési helyének megjelölésével a *Melléklet M-2. ábráján* látható. Az egyes vizsgált blokktípusok épületeinek, építményeinek, illetve egyéb létesítményeinek a szállítói adatszolgáltatásokban megadott területigényét a *2.5.1-1. táblázat* foglalja össze.

2.5.1-1. táblázat: Az egyes blokktípusok területfoglalása

Blokktípus	Jellemző területigény	Két blokk területigénye
AP1000	Egy blokk által lefedett üzemi terület befoglaló méretei: 250×233 m, ami 5,825 ha-t jelent. A felvonulási területre a teljes, kb. 100 ha-os terület igénybevételével számolunk. [26]	≈ 12 ha
MIR.1200	Egy blokk épületének területfoglalása 2,6 ha, a kapcsolódó létesítményekkel, illetve burkolt felületekkel együtt ennek kétszeresét tekintjük a helyigénynek. Felvonulási terület igényként itt is a teljes rendelkezésre álló területtel számolunk. [27]	≈ 10 ha
ATMEA1	A rendelkezésre álló vázlatrajz szerint egy blokkhoz kb. 12 ha terület szükséges. A felvonuláshoz itt is a teljes terület igénybe veendő. [28]	≈ 24 ha
EPR	Egy blokk által elfoglalt üzemi terület befoglaló méretei: 384×283 m, 10,867 ha blokkonként. A felvonulási területre a teljes, 100 ha-os terület igénybevételével számolunk. [29]	≈ 22 ha
APR1400	Két blokk elhelyezése 36 ha területet igényel. Felvonulási igényként itt is a teljes területtel számolunk. [30]	≈ 36 ha

Az építés alatt a létesítési területen és feltételezhetően a felvonulási terület egészén is jelenlegi növényzet, zöldterület sérülésével, eltűnésével kell számolni. Ennek környezetvédelmi jelentősége korlátozott, hiszen mind a létesítési, mind a felvonulási terület a jelenlegi telephelyen belül, ipari övezetben van. Az építés befejezését követően a felvonulási és az üzemi területen a beépített részek közötti területek „rehabilitációját” el kell végezni.

Az építési munkák időtartama

Az építési tevékenység szállítók által megadott várható időtartamát blokktípusonként a *2.5.1-2. táblázat* tartalmazza.

2.5.1-2. táblázat: Az építési munkák időtartama az egyes blokktípusokra vonatkozóan

Blokktípus	A megadott építési fázisok
AP1000	A telephely előkészítésének időszükséglete 18 hónap. A kivitelezés az üzembe helyezési próbák befejezéséig 4–5 év. [26]
MIR.1200	Az első beton öntéstől az üzembevételig 60 hónap. [27]
ATMEA1	Egy blokk építése az első beton öntéstől a fűtőelem berakásáig kevesebb, mint 40 hónap. A próbaüzem 8,5–10,5 hónapig tart. [28]
EPR	Az első beton öntéstől az üzembevételig 62 hónap. [29]
APR1400	Két APR1400 blokk létesítésének teljes építési időtartama az első beton öntéstől a párhuzamos kapcsolásig 58 hónap. Az időtartam magába foglalja az építést, szerelést, üzembe helyezést a kereskedelmi átadásig. [30]

Az építés munkaerőigénye, a szükséges építési létszám

Az építési folyamat átlagos, illetve csúcs időszakaiban szükséges építői létszámot foglalja össze blokktípusonként, a szállítóktól kapott adatszolgáltatás [26 – 31] alapján a *2.5.1-3. táblázat*. Az építési időszakban három műszakos munkarendet kell figyelembe venni. [32]

2.5.1-3. táblázat: Az építési létszám blokktípusonként az átlagos és csúcs időszakokban

	AP1000		MIR.1200	EPR		ATMEA1		APR1400
	Átlag	Csúcs	Max.	Átlag	Csúcs	Megadott alacso-nyabb érték (csúcs)	Megadott maga-sabb érték (csúcs)	Max. (havi létszám)
Építő létszám [fő]	3 000	4 300	5 600	800	2 400	6 000	7 000	1 200

Az új blokkok építésének tényleges munkaerő-szükséglete (az építés csúcsidőszakában kb. 5000–7000 fő) nagyban függ a kiválasztásra kerülő beruházótól, mert az öt elképzelhető műszaki megoldás között alapvető különbségek vannak az építést megelőző, és ahhoz kapcsolódó munkaerő-szükségletet illetően.

Az építésben résztvevők elhelyezésére több megoldás lehetséges Pakson, illetve a környező településeken. Amennyiben az építési létszám elhelyezésére új lakóházak épülnek, azok az építési időszak befejezését követően értékesíthetők a helyi lakosság részére, vagy felhasználhatók az erőmű üzemeltetői számára. Lehetőség van meglévő lakások, házak vásárlására vagy bérlésére, illetve ideiglenes munkásszállások is kialakíthatók a munkaterület közelében, vagy a közeli településeken. Ennek előnye, hogy az ideiglenesen foglalkoztatott munkaerő felszabadulása után az ideiglenes lakókonténerek újrahasznosíthatók, új munkaterületre elszállíthatók. [32] [33]

Eszközök és munkagépek

Az építési időszakban egyszerre több és különböző típusú munkagép, valamint számos a telephelyen belüli szállítás végző tehergépjármű mozgásával kell számolni. Az APR1400 blokktípus szállítójának adatszolgáltatása [30] szerint az építés során az alábbi gépi berendezések és járművek alkalmazása szükséges:

1. Nagy teherbírású emelődaru (fő építési munkagép)
   Az erőmű nagy méretű és tömegű főberendezéseinek (reaktor tartály ≈ 530 t, gőzfejlesztő ≈ 775 t) beépítéséhez nagy teherbírású emelődaru alkalmazása alapvető fontosságú. Az APR1400 blokktípus referenciájának tekintendő Shin-Kori erőmű 3–4. blokkjának építésénél egy 1350 t teherbírású darut használtak a főberendezések mozgatásához.
2. Egyéb munkagépek, berendezések
   - Az előkészítő munkák (tereprendezés, alapozás stb.) alatt vontatóhajók, uszályok, trélerek (100 t), markolók (0,2; 1 és 8 m^3), útgyaluk, gumikerekes tömörítő gépek, vibrációs úthenger, talajfúró gépek, toronydaru (50 t), hidraulikus daru, lánctalpas daru (200 t), homlokrakodók, dömperek (15 és 25 t), dózerek (32 t), betonkeverő autók, teherszállító autók, kompresszorok működnek.
   - A felépítményi munkák során toronydaruk (5, 10–12 és 20 t), autódaruk (90, 200 és 300 t), betondaruk (35 és 50 t), hidraulikus daruk (35 és 50 t), lánctalpas daruk (100 és 150 t), szivattyús teherautók (80 m^3/óra), betonszivattyúk, úttisztítók, trélerek (25 t), vízszállító teherautók (6000 l), platós teherautók (25 t), légkompresszorok (100 és 210 m^3/perc), traktorok (10 t), emelővillás targoncák (5–10 t) üzemelése várható.
   - A gépészeti berendezések beépítése és egyéb építési/szerelési munkák (pl. csővezetékek, villamos berendezések beépítése) alatt a fő építési daru (1350 t), hidraulikus daruk (30, 50, 100, 150, 300 és 400 t), emelővillás targoncák (7,5 és 10 t), autódaruk (140 és 300 t), trélerek, elektromos emelők (2 t), dízelgenerátorok üzemelnek.

Tekintettel az építési tevékenység, illetve az egyes munkafázisok, munkafolyamatok hasonlóságára a fentiekhez hasonló fajtájú eszközök és munkagépek (alapvetően földmunkagépek, emelő- és rakodógépek, szállítójárművek, daruk stb.) vehetők figyelembe a többi blokktípus létesítése esetén

is. A munkagépek száma, paraméterei és típusa azonban eltérő lehet az egyes változatok esetében, ezek pontosabb meghatározására a tervezés későbbi fázisában, a telephely-specifikus jellemzők figyelembevételével kerülhet sor.

Az építési helyszínen egyidejűleg több munka- és szállítógép üzemel, a hatások becslésénél 50 gépet vettünk figyelembe, később, a munkák előrehaladása során ez a szám jóval alacsonyabbra várható.

Speciális munkafázisok (alapozás, víztelenítés)

A jelenleg működő reaktorblokkokat síkalapozással, összefüggő monolit alaplemezen 6,5 m-es mélységben alapozták. A gépházak monolit sávalapokon nyugszanak, az alapozási sík mélysége 7,0 m. A turbinagép-csoportok alapozását vagy monolit alaplemezzel (síkalapozás) vagy mélyalapozással (6–7 m hosszúságú Franki cölöpök) oldották meg, az alapozási mélység 7,5 m. A kisebb terhelésű épületek, létesítmények (dízelgenerátor állomások, segédépületek, hűtőgépház, kompresszorház, közlekedő és technológiai hidak) síkalapozással, monolit alaplemezzel készültek, az alapozás mélysége 3–7 méter között változott. A maximális talaj-igénybevétel a főépületek alatt 700 kN/m^2 (= 0,7 MPa) nagyságrendű, míg a kisebb terhelésű létesítmények alatt 250–450 kN/m^2 (0,25–0,45 MPa).

A tervezett beruházás létesítményeinek alapozásakor a hasonló geotechnikai viszonyok miatt, hasonló alapozási módok jöhetnek majd számításba. A reaktorblokkok alapozási munkálatai – a blokkok típusától függetlenül – blokkonként több százezer m^3 talaj kitermelését és mozgatását jelentik.

Az alapozási munkagödrök pontos helyei, méretei még nem ismertek. A létesítendő turbinagépházak terhelése várhatóan nagyobb lesz, mint a jelenleg működőké, ezért ezek alapozását mélyalapozással oldják meg.

Ha a talajvízszint magasabb az alap alsó síkjánál a munkagödör víztelenítése szükséges. A munkagödör mélyítése feltehetően kb. –7 m-ig talajvízszint süllyesztés nélkül elvégezhető, a munkagödrök további mélyítésénél azonban már szükséges a talajvízszint süllyesztése. A talajvízszint süllyesztés leghatékonyabb módszere lehet a vákuum kutas megoldás. Ezt a megoldást használták a meglévő négy reaktorblokk és a kapcsolódó létesítmények építésénél is, mely során a munkagödrök vízmentesítéséhez két kútsort telepítettek a munkagödrök köré a –6,8 m és –9,0 m mélységek elérésekor. A munkagödör maximális mélysége az építési terület Ny-i oldalán elérte a 12,1 m-t.

A víztelenítési munkálatokat olyan időszakban célszerű és gazdaságos végezni, amelyben az alacsonyabb talajvízállások dominálnak. Az elvezetésre kerülő víz mennyisége az építéskor fennálló talajvízállástól, és a Duna vízállásától is függ. A víztelenítésnél keletkező víz minősége folyamatos ellenőrzést igényel, a szikkasztás lehetősége mellett ülepítés, olajleválasztás után a kiemelt víz a Dunába vezethető.

2.5.2. Az építéshez kapcsolódó be- és kiszállítások módja, volumene

Az építési anyagok beszállítására, illetve a kitermelt föld és hulladék kiszállítására a közút, a vasút és a vízi út jöhet számításba. Közúti szállításra a 6. sz. főút és az M6-os autópálya alkalmas. Az autópályáról az építési területre jelenleg csak Paks települést érintve lehet eljutni. A Megbízó adatszolgáltatása [32] szerint elképzelhető, hogy az M6-os Paks-Dél lehajtójától közvetlen – Paks várost nem érintő – megközelítési útvonalat jelölnek ki az építési terület felé.

Az építkezésen dolgozók szállítása közúton, elsősorban autóbuszokkal oldható meg Paksról, illetve a környező településekről. Az építési létszám blokktípustól és az adott építési fázistól függően 800 és 7000 fő között változhat. Az autóbusszal, illetve személygépkocsival érkezők arányát 80% / 20%-nak feltételezve naponta 16–140 autóbusz járat és 80–700 darab személygépkocsi érkezése becsülhető.

Az építési tevékenység várható időtartama – az egyéb beruházásoknál megszokottól jóval hosszabb (5–6 év) – lesz. Ebben az időszakban jelentős be-, és kiszállítással (föld, beton, technológiai berendezések stb.) kell számolni.

A megmozgatandó föld mennyisége a MIR.1200 blokktípus szállítójának adatszolgáltatása [27] szerint két blokk létesítése esetén 4–6 millió m^3, az APR1400 szállítójának adatai [30] alapján közel 3 millió m^3, szintén két blokk építésére vonatkozóan. Az EPR blokk szállítója a telephelyi feltételektől függően több százezer m^3 megmozgatott földmennyiséget adott meg egy blokk építése esetén [29]. Az egyes blokkváltozatok épületeinek mérete, kialakítása, illetve területfoglalása eltérő, így az AP1000 és az ATMEA1 blokkok építése esetén kitermelésre kerülő föld mennyisége is – a többi szállító által megadott adatok figyelembevételével – a több százezertől a 4–6 millió m^3-ig terjedő tartományban becsülhető két blokk építése esetén.

A szállítással érintett lehet Paks város déli széle, illetve a 6. sz. főút menti területei, esetlegesen Dunaszentgyörgy nyugati szegélye, illetve Csámpa település. A zavarás minimálisra csökkentése érdekében a lehető legtöbb építési anyagot vízi úton célszerű szállítani. A közúti szállításnál kedvezőbb a vasúti megoldás is, a vasúti összeköttetés adott, azonban minden bizonnyal a Dunaföldvár–Paks szárnyvonal rekonstrukcióra szorul. Megfontolandó a beszállítások nagy részének vízi útra terelése, különösen, ha az épületszerkezeti modulok szállítása – méretük miatt – már eleve csak úgy lehetséges.

Amennyiben az anyagszállítás teljes egészében közúton történik a szükséges anyagmennyiségekből kiindulva az anyagbeszállításhoz tartozó forgalom becsült nagysága átlagban kb. 80 nehézgépjármű, illetve az építési csúcsidőszakban mintegy 130 nehézgépjármű naponta. Az anyagbeszállítás napi 12 órában történik.

2.6. A tervezett környezetvédelmi létesítmények, berendezések, intézkedések

Az új atomerőművi blokkok létesítése előkészítésének jelenlegi fázisában konkrét, már megtervezett, környezetvédelmi célokat is szolgáló létesítményekről, intézkedésekről még nem beszélhetünk. Az üzemelő atomerőmű működési tapasztalatai alapján azonban számos olyan létesítmény, intézkedés megnevezhető, mely az új blokkok megvalósításának is alapfeltétele lesz. Az ilyen típusú intézkedéseknek mind az építési, mind az üzemelési, mind a felhagyási időszakokat fel kell ölelnie.

Az atomerőműnek hagyományos (nem radioaktív) levegőminőség terhelő kibocsátása normál üzemben nincs. Levegőszennyezésre csak a teher- és személyszállításból eredően, valamint várhatóan továbbra is a dízelgenerátorok próbaüzeme, illetve esetleges vészhelyzeti üzeme esetén kell számolni. A terhelések csökkentése érdekében javasolható a járművek és a berendezések közül a legkorszerűbbek alkalmazása mind az építési, mind az üzemelési időszakban. Az új telephelyre történő személyszállításnál előnyben kell részesíteni mind az építési munkák, mind a működés kapcsán a közösségi közlekedést, megfelelő járatsűrűségű és vonalvezetésű buszközlekedés kialakításával.

Az erőmű építése és üzemeltetése jelentős többlet ivóvízkivételt igényel. A meglévő vízbázisok mennyiségi szempontból várhatóan biztosítani tudják ezt a többlet vízmennyiséget. Ugyanakkor a vízbázis védőterülete a vízigény növekedésével kiterjed. A hidrogeológiai védőövezet újbóli kijelölése a vízbázis védelme érdekében szükséges.

A technológiai megoldások kiválasztásánál a víztakarékos, újrahasznosításra épülő megoldásokat kell előnyben részesíteni. Az új telephelyen a csapadékvizek összegyűjtését, szükség szerinti kezelését és befogadóba engedését úgy kell megoldani, hogy az ne okozza se a felszíni, se a felszín alatti vizek terhelését.

Az új blokkok létesítése és működtetése kapcsán szennyvizek keletkezésével is számolni kell. A legnagyobb kommunális szennyvíz mennyiséggel az építési időszakban kell számolni. Ezen időszak kommunális szennyvíztisztításához a meglévő erőművi szennyvíztisztító nem lesz elegendő, ezért

várhatóan új, korszerű tisztítómű építésére lesz szükség. Az új létesítmény befogadója a Duna lehet. A folyó Víz Keretirányelv (VKI) szerinti jó vízminőségének megőrzése érdekében a legkorszerűbb létesítményt javasolt telepíteni.

A tervezett létesítményben a kommunális szennyvizek mellett ipari szennyvizek keletkezésével is kell számolni. Ezeknél meg kell oldani az előkezelést és csak a jogszabályoknak megfelelően előkezelt vizek kerülhetnek a befogadóba bevezetésre.

A blokkok építéséhez várhatóan jelentős földkitermelésre lesz szükség. A tervezett helyszínen várhatóan ennek egy része nem földanyag, hanem feltöltés, azaz sitt, inert hulladék. Ezek jogszabályoknak megfelelő kezeléséről, ártalmatlanításáról gondoskodni kell. E mellett a speciális, építés idején jelentkező nagytömegű hulladék mellett mind az építés, mind a működés időszakában keletkeznek kommunális, nem veszélyes ipari és veszélyes ipari hulladékok. Ezek kezelését, tárolását, ártalmatlanítását a jogszabályoknak megfelelően kell végezni. Ez azt jelenti, hogy az új telephelyen is szükség lesz tároló- és kezelőterületek, üzemi gyűjtőhelyek kialakítására. A gyűjtést szelektíven kell végezni.

Kiemelt figyelmet kell fordítani a keletkező hulladékok újrahasznosítására, a hulladékmennyiség csökkentésére, hogy csak minimális mennyiségű hulladék kerüljön lerakásra. Ezért már a technológiák, majd később a felhasznált anyagok kiválasztásánál is a hulladékszegény technológiák, és újrahasznosításra alkalmas anyagok felhasználására kell törekedni.

Az új telephely parkosítása elengedhetetlen, nemcsak a jobb környezetbe illesztés, hanem az ott dolgozók közérzetének javítása érdekében is. E mellett javasolt az új telephely határán is a véderdő telepítése.

A tervezett létesítmények méretük miatt teljes mértékben nem lesznek tájbaillesztethetők. Az épületek építészeti megoldásokkal (vonalvezetés, színezés, stb.) azonban harmonikusabbá, kevésbé kirívóvá tehetők.

Az új létesítmény – mind radiológiai, mind hagyományos – környezeti hatásait az üzemelés időszakában kibocsátás- és környezetellenőrző monitoring rendszer kiépítésével és működtetésével kell nyomon követni. A környezetellenőrző rendszer folyamatosan adatot kell, hogy szolgáltasson a tervezett erőműblokkok működéséhez kötődő környezeti állapotváltozásokra vonatkozóan. Ez módot nyújt arra, hogy ellenőrizhető legyen a felépített környezeti modellek, illetve előrejelzések megbízhatósága, másrészt – az esetleges kedvezőtlen hatások, kedvezőtlen állapotváltozások esetén – lehetőséget biztosít a gyors beavatkozásra, a kedvezőtlen folyamatok elhárítására, sőt megelőzésére is.

2.7. A bemutatott adatok bizonytalansága

Az új atomerőművi blokkok létesítésének jelenlegi előkészítő fázisában kivitelezési, építési tervek még nem állnak rendelkezésre és a telepítendő blokkok konkrét típusának, illetve szállítójának – a *2.4.1. alfejezetben* bemutatott öt lehetséges blokktípus közül való – kiválasztására sem került még sor. Jelen előzetes konzultációs dokumentációban bemutatott műszaki megoldások és adatok alapvetően az erőművi berendezéseket gyártók/szállítók előzetes adatszolgáltatására, illetve publikált adataikra, valamint már megvalósult, vagy építés alatt álló hasonló blokkok referenciaadataira épülnek.

A tervezési folyamat előrehaladásával, a beszállítói versenyeztetés eredményeként a környezetvédelmi engedélyezési eljárás következő fázisában az itt bemutatott adatok pontosításra kerülnek, a technológiára vonatkozó főbb adatok, illetve előzetesen becsült környezeti terhelési adatok csak csekély mértékben módosulhatnak.

3. A környezeti hatások ismertetése

A környezeti hatások vizsgálatának alapvető célja a tervezett tevékenység következtében a környezet egyes elemeiben/rendszereiben beálló változások előrebecslése és minősítése a végső hatásviselőkben beálló változások alapján. A hatásvizsgálatoknál a legfontosabb a hatótényező → közvetlen hatások → közvetett hatások, azaz a hatásfolyamatok → közvetlenül és közvetetten érintettek, azaz hatásviselők → végső hatásviselők logikai lánc végigkövetése. A hatások becsléseinek elvégzéséhez elsőként meg kell határozni a tervezett tevékenység hatótényezőit és az ezekből elinduló potenciális hatásfolyamatokat. Azért nevezik ezeket potenciális hatásfolyamatoknak, mert e fázisban még minden, a tevékenység végzése során elképzelhető hatásfolyamatot számításba veszünk. A későbbi fázisokban, már a helyszíni adottságok ismeretében lehet a valóban megjelenő folyamatokra koncentrálni a vizsgálatokat.

A potenciális hatásfolyamatok meghatározásának a beruházási hatásvizsgálatoknál jól alkalmazható módja a hatásfolyamat-ábra készítése. A hatásfolyamat-ábrák elvi jellegűek, ami azt jelenti, hogy a tervek ismeretében ezen környezeti folyamatok kialakulására lehet számítani. Az új blokkok létesítési fázisára vonatkozó hatásfolyamat-ábra (*Melléklet M-5. ábra*) felépítése a hatásvizsgálatoknál megszokott, tehát az első oszlop az érintett környezeti elemet, vagy rendszert jelzi. A második oszlop sorszámozás, a tervezett tevékenység várható hatótényezői a harmadik oszlopban szerepelnek. Az adott hatótényező mindig annál a környezeti elemnél jelenik meg, amelyre közvetlenül, áttétel nélkül hat. Egy hatótényező egyszerre több környezeti elemre is hathat közvetlenül, de más-más módon, ezért az összes érintett környezeti elemnél szerepeltetni kell. A várható közvetlen hatások a negyedik, a közvetett hatások az ötödik oszlopban szerepelnek. A nyilak a hatások tovagyűrűzését jelzik a végső hatásviselők irányába. A tovagyűrűzés számtalan fázison keresztül történhet, többnyire egyre csökkenő, ritkán erősödő hatásfokkal. Általában a tovagyűrűzés alatt a hatások intenzitása lecsengő tendenciájú. A végső hatásviselő általában az ökoszisztéma és/vagy az ember. Az utóbbi az ábrán külön, kiemelten, az utolsó oszlopban jelenik meg, mivel a környezetet érő hatások, azaz a környezeti elemek/rendszerek állapotában beállt változások alapvetően az ember szempontjából értelmezhetők és értékelhetők.

Az új erőműblokkok létesítése, az építési munkák legfontosabb, környezeti szempontból meghatározó hatótényezői a következők:

- építési munkák (por, szállító- és építőgépek kipufogógázai, zaj és rezgésterhelés, zavarás, a megjelenő építési létszám),
- dolgozók és építőanyagok szállítása az építkezéshez (por, szállító- és építőgépek kipufogógázai, zaj és rezgésterhelés, zavarás, utak állagromlása),
- tartós és ideiglenes területfoglalás, viszonylag nagy kiterjedésű beépítés (urbánhatás, talajszerkezet változás, felszín alatti víz mennyiségi változás),
- nyersanyag-lelőhelyek kialakítása, kiaknázása,
- hulladékkeletkezés az építés munkák során (kommunális, veszélyes- és nem veszélyes ipari hulladékok),
- szennyvíz, hulladékvíz keletkezés,
- új építmények megjelenése az erőmű telephelyén és környezetében.

A tervezett új blokkok üzemeléséhez köthető hatásfolyamatok meghatározásának módja megegyezik a létesítési fázisra vonatkozóan leírtakkal. Először meghatározásra kerültek a hatótényezők és ezekből kiindulva a potenciális hatásfolyamatok, hatásfolyamat-ábra készítésével. Az üzemelés meghatározó hatótényezőiként a következők jelölhetők meg:

- radioaktív kibocsátások a működés során (levegő, víz),
- hőkibocsátás a Dunába (mikroklíma módosulás),
- személy és tehergépjármű forgalom (levegőszennyezés, zaj- és rezgésterhelés, zavarás),
- radioaktív és hagyományos hulladékok keletkezése,

- vízkivétel (szociális vízigény),
- szennyvíz keletkezés, haváriás vízszennyezés (befogadó minőségváltozása),
- beépített és burkolt felületek léte (talaj és felszín alatti vizek mennyiségi és minőségi változása),
- az erőmű léte (tájkép, tájszerkezet, urbánhatás).

Az atomerőmű működésének környezeti hatásfolyamatait összefoglaló folyamatábra (*Melléklet M-6. ábra*) az erőmű létéhez és működéséhez, esetleges havária eseményeihez köthető legfontosabb hatótényezőket, ezek közvetlen és közvetett hatásait vázolja fel, valamint azt, hogy ezek becsülhetően hogyan juthatnak el a végső hatásviselőig, az emberig.

Az új atomerőművi blokkok létesítése előtti állapot, mint bázisadat szolgál a várható környezeti hatások előrejelzésénél. A hatásvizsgálati folyamatban az állapotváltozások előrejelzésénél a teljes élettartamot kell vizsgálni, mely a tendenciák bemutatásával realizálható. Az új blokkok működésének viszonyítási alapjánál a jelenleg üzemelő erőmű hatásaiból származó többletterheléseket, mint jelenlegi állapotot is figyelembe kell venni. Lehetőség szerint el kell különíteni, hogy a működő nukleáris létesítmények az alapállapot alakulását mennyiben befolyásolják.

A földrajzi környezet általános ismertetésével indul a fejezet, amely a tájföldrajzi lehatárolást, a befogadó környezet legfrissebb rendelkezésre álló jellemzőit ismerteti. Ezt követően – környezeti elemek/rendszerek szerinti bontásban – ismertetjük az új blokkok építésének, üzemeltetésének, a meglévő és új blokkok együttes üzemelésének (hatásfolyamatok a *Melléklet M-7. ábráján láthatók*), valamint a lehetséges üzemzavarok, balesetek várható környezeti hatásait, elkülönítve a radiológiai és a hagyományos hatásokat.

3.1. A földrajzi környezet általános ismertetése

A meglévő atomerőművet és az új atomerőművi blokkokat is befogadó telephely mintegy 30 km-es körzete az Alföld nagytáj (makrorégió), azon belül pedig elsősorban a Dunamenti síkság és a Mezőföld középtáj (mezorégió) része. A Dunamenti síkságon belül beletartozik a Solti-sík, a Kalocsai-Sárköz és a Tolnai-Sárköz, a Mezőföldön belül pedig a Közép- és Dél-Mezőföld, valamint a Sárvíz-völgy kistájakba (mikrorégió). Paks város maga a Dél-Mezőföld kistáj északi részén helyezkedik el. A legnagyobb területtel érintett kistájak tehát a következők [34]:

- Kalocsai-Sárköz (Bács-Kiskun- és Tolna megye területén helyezkedik el, területe 992 km^2, ártéri szintű síkság 89,4–125,6 mBf között magasságokkal. Északi része magasártér, déli része alacsonyártér. A magasártér főként északkeleten szikes laposokkal, középső része morotvákkal, alacsonyártéri laposokkal tagolt. A Vörös-mocsár mentén, a Kecel-Bajai-magaspart közvetlen közelében hosszan elnyúló tőzegterület a kistáj legalacsonyabb része. A Duna jobb partján a részben futóhomokkal fedett magasártér (madocsai terasz) széles, ovális földnyelvként emelkedik a környezete fölé.)
- Tolnai-Sárköz (Tolna és Bács-Kiskun megyében helyezkedik el, területe 680 km^2, ártéri szintű síkság, 88,1–162 mBf közötti magasságokkal. A terület belvízveszélyes, a folyószabályozásig jelentős mocsaras területeket foglaltak el az időszakosan vízzel borított mocsaras felületek, ezek maradványa a Gemenci-erdő. Északi része összefüggő alacsonyártér, déli része magasártér, amelyen teraszszigetek, illetve a nyugati peremen a Tolnai-Baranyai-dombvidék felől érkező patakok által felhalmozott hordalékkúpok találhatók.)
- Dél-Mezőföld (Fejér és Tolna megye területén helyezkedik el, területe 503 km^2, futóhomokkal, illetve lösszel fedett hordalékkúpsíkság, 90–213 mBf közötti magasságokkal. Nyugat és kelet felé éles orográfiai[8] határral különül el a környékétől. A

[8] Orográfia: hegyrajz, a földrajznak a Föld felszíni formáit leíró ága.

kistáj területén két orográfiai szint különíthető el, egy 180–200 m átlagmagasságú tagolt síkság, ezt a típust gyűrűszerűen öleli körül a 150–160 m átlagmagasságú, enyhén tagolt síkság futóhomokfelszíne. A felszínt félig a kötött futóhomokformák borítják.)

- Sárvíz-völgy (Fejér és Tolna megye területén helyezkedik el, területe 344 km^2, 89–161 mBf közötti magasságú, teraszos folyóvölgy. A felszínen három jellemző magassági szint különíthető el. A Sárvíz völgye eróziós-akkumulációs úton képződött, így a felszíni formák kialakulása is ezekhez kötődik. A domborzati képet a magasárterek futóhomokformái és a teraszt borító löszök eróziós-deráziós formakincse színezi.)

3.2. A környezet radioaktivitásának jellemzése

3.2.1. Az alapállapot ismertetése

Egy atomerőmű üzemeltetésének elengedhetetlen feltétele a környezet állapotának folyamatos ellenőrzése. A tervezett új blokkok környezeti hatásainak előrejelzésénél bázisadatnak az új atomerőművi blokkok létesítése előtti állapot tekinthető, ennek meghatározásához rendelkezésre álltak az elmúlt tíz év (2001–2010) mérési eredményei és az azokat összefoglaló „Sugárvédelmi tevékenység a Paksi Atomerőműben” címmel kiadott éves jelentések [35]. A környezeti sugárzás dózisteljesítménye mellett különböző környezeti közegek aktivitását vizsgáltuk.

A környezeti állapot jellemzésekor igyekeztünk azt is meghatározni, hogy a tervezett új létesítmény környezetében működő nukleáris létesítmények az alapállapot alakulását mennyiben befolyásolják. Ennek értékeléséhez felhasználtuk, hogy a paksi atomerőmű első blokkjának üzembelépését megelőzően széleskörű vizsgálatokat folytattak a környezeti sugárzás dózisteljesítményének, valamint a különböző közegek radioaktív izotóp koncentrációjának – az ún. alapszintnek – a felmérése céljából. Az eredményeket a könnyebb értékelhetőség érdekében az Országos Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (OKSER) országos adataival is összevetettük [36].

A mérések során alkalmazott nagy érzékenységű eszközök és módszerek ellenére számos esetben csak kimutatási határ (kh) alatti eredmények adódtak. A kimutatási határ alatti értékeknél a kimutatási határ került feljegyzésre, és a feldolgozás is ezen értékkel történt.

Az egyes mérések szórása általában 10% alatti, azonban ennél lényegesen nagyobb bizonytalanságot okoz a mintavétel olyan minták esetében, ahol a mintázandó közegben jelentős mértékű inhomogenitás fordul elő. Az átlagok képzésében a szórás kiszámítását általában mellőztük, mivel az átlagolandó értékek nem minden esetben tekinthetők normális eloszlásúnak [35], megadtuk ugyanakkor a minimum és maximum értékeket.

3.2.1.1. A környezeti sugárzás dózisteljesítménye

A környezeti sugárzás[9] dózisteljesítményének alapszintjét a távmérő állomásokon 2001 és 2010 között mért adatsorok alapján határoztuk meg. A mérések passzív (ALNOR, illetve PorTL termolumineszcens dózismérő rendszerek) és aktív (BITT RS03/232 típusú mérőszonda) dózismérőkkel történtek.

A passzív dózismérőkkel végzett mérések alapján az átlagos környezeti dózisegyenérték teljesítmény 76 nSv/h. A vizsgált 10 éves időszak során az egy hónap alatt mért legalacsonyabb érték 46 nSv/h, a legmagasabb érték 118 nSv/h volt [35]. A BITT szondával végzett mérések eredménye jó egyezést mutat a TL dózismérők adatsoraival: az átlagos környezeti dózisegyenérték teljesítmény 77 nSv/h, az egy hónapban mért minimum értéke 58 nSv/h, a maximum értéke 109 nSv/h. Az eredmények összhangban vannak az országos értékekkel, valamint a telephely

[9] Környezeti sugárzásmérésnél a jelzés a környezeti gamma-sugárzás és a kozmikus sugárzás összege. A tanulmányban átvettük a forrásmunkákban használt gamma-sugárzás kifejezést, de hangsúlyozzuk, hogy ez tartalmazza a kozmikus sugárzás jelzését is. Mivel ez utóbbi lényegében állandó érték, ezért az összehasonlításoknál nem játszik szerepet.

30 km-es körzetben 1980–1982 között 23 állomáson mért 67±8 nGy/h értékkel [37] is. Az értékek ingadozása a talajtípussal, a talajban található természetes radioaktív izotópok mennyiségével, valamint az időjárás változásával magyarázható.

3.2.1.2. Az in-situ gamma-spektrometriai mérések eredménye

A helyszíni (in-situ) gamma-spektrometriai vizsgálatok hordozható félvezető detektoros mérőberendezéssel történtek a távmérő és mintavevő állomások környezetében. A talaj felső rétegére jellemző mérések alapján kijelenthető, hogy a spektrumokban a természetes radioaktív izotópokon (^{40}K, illetve az urán-sor és a tórium-sor tagjai) kívül jól mérhető a légköri atomrobbantásokból eredő, illetve a csernobili kihullásból származó ^{137}Cs is. Az elmúlt tíz év mérési eredményei (átlagérték, minimum és maximum) a *3.2.1.2-1. táblázatban* láthatók [35].

3.2.1.2-1. táblázat: A talaj felső rétegének radioaktív koncentrációja az „A" típusú állomások környezetében a 2001 és 2010 között végzett in-situ gamma-spektrometriai mérések alapján [35]

Aktivitás-koncentráció az in-situ gamma-spektromeriai mérések alapján	Átlag (min-max) [Bq/kg]
^{40}K	240 (182–348)
^{137}Cs	3,7 (0,49–13,3)
U-sor	17,7 (8,0–31,0)
Th-sor	14,9 (8,4–26,6)

3.2.1.3. A légköri aktivitás-koncentráció

A vizsgált terület légköri radioaktivitásának jellemzésére évente körülbelül 500 minta elemzése történik meg, a módszer kimutatási határa az egyes izotópokra 10^{-5}– 10^{-6} Bq/m^3 közötti.

A nagytérfogatú aeroszol és a fall-out minták eredményei alapján kijelenthető, hogy az egyes izotópok aktivitás-koncentrációja csak a minták kevesebb mint 1%-ában érte el a kimutatási határt, az eredmények az országos adatokhoz hasonlóak [36], [38], a mért izotópok feltehetően a globális kihullásból származnak.

A levegő ^{14}C aktivitás-koncentrációját havi rendszerességgel határozták meg, az átlagérték 43 mBq/m^3.

3.2.1.4. A talaj- és a fűminták aktivitása

A 2001 és 2010 közötti időszakban rendszeresen történt talajminta, illetve fűminta gyűjtése, a minták ^{7}Be, ^{40}K, ^{60}Co, ^{110m}Ag, ^{134}Cs, ^{137}Cs tartalmát, valamint a tórium- és uránsor aktivitását gamma-spektrometriai vizsgálattal határozták meg, emellett a minták ^{90}Sr tartalmát is meghatározták. Az adatok a homokos talajokra általában jellemző kis aktivitás-koncentrációkat mutatják, és jól egyeznek az országos átlaggal [36] és a nyolcvanas években mért alapszint értékeivel [39].

3.2.1.5. A felszíni vizek radioaktív izotóp koncentrációja

A paksi atomerőmű üzemelő blokkjainak környezetében rendszeresen történik vízmintavétel. A vizsgálatok célja elsősorban a blokkok működése következtében a környezetbe kikerülő radioaktív izotópok monitorozása, a terhelésének meghatározása, de a mérési eredmények a környezeti állapot

felmérésére is használhatók. A vízminták jellemző összes-béta aktivitás-koncentrációja 0,06–0,55 Bq/dm^3 között változott. A mért aktivitás-koncentrációk alapvetően természetes eredetűek (a mért aktivitás körülbelül fele a ^{40}K izotópból származik), mesterséges izotópok csak néhány alkalommal és kis aktivitás-koncentrációban voltak kimutathatók (^{137}Cs és ^{60}Co, 10–20 mBq/dm^3). Az eredmények illeszkednek a természetes felszíni vizeknél tapasztalható összes-béta aktivitás-koncentráció tartományba és az 1980-as évek elején mért alapszint értékeihez is. [39]

A telephelyen és környezetében vett évente átlagosan 70 vízminta trícium aktivitás-koncentrációja néhány esetet kivéve 3,5–10 Bq/dm^3 alatt volt az egyes években, az ezt meghaladó értékek a 15–22 Bq/dm^3 tartományba estek. A mért értékek legfeljebb két-háromszorosai a természetes felszíni vizek trícium aktivitás-koncentrációjának [36], és kicsit alatta maradnak a paksi alapszint felmérés során mért értékeknek.

3.2.1.6. A felszíni vízgyűjtők iszapmintáinak aktivitása

A felszíni vizek medréből (Duna, horgász-tó és halnevelő) rendszeresen történt iszapmintavétel. A Dunából vett iszapmintákban a természetes radionuklidokon kívül ^{137}Cs és ^{90}Sr izotóp közel minden mintában kimutatható volt. A halastavak iszapmintáiban csekély mennyiségű, feltehetően csernobili eredetű ^{137}Cs volt mérhető. Az iszapmintákban a ^{90}Sr átlagos aktivitás-koncentrációja 0,3–0,5 Bq/kg, ami beleillik az alapszinti tartományba. Néhány alkalommal a Duna egyik mintapontján kimutatási határ közeli értékben mesterséges eredetű ^{131}I izotópot mértek, ezért további mintavétel és elemzés történt. A részletes vizsgálatokból a Duna szennyezettségére lehetett következtetni. A mért mesterséges radionuklidok nem köthetők az atomerőmű működéséhez, a hosszú felezési idejűek csernobili, a rövid felezési idejű ^{131}I pedig feltehetően orvosi terápiás eredetű.

3.2.1.7. A halminták radioaktív izotóp koncentrációja

Az atomerőmű mellett található halastavakból negyedévente vesznek halmintát. A 2001–2010 időszakban egyik mintában sem volt mérhető mennyiségű mesterséges eredetű radioaktív izotóp (kimutatási határ: 0,5 Bq/kg), ami összhangban volt azzal a ténnyel, hogy sem a halastavak vize, sem az iszapja nem tartalmaz mesterséges radioaktív izotópokat. Az erőmű alatti Duna-szakaszon fogott halakban a mesterséges radionuklidok mért koncentrációi igen kicsik, a minták többségében kimutatási határ alattiak. A 2005–2010 között mért legnagyobb ^{137}Cs aktivitás-koncentráció 1,3 Bq/kg, a legnagyobb ^{90}Sr aktivitás-koncentráció 0,99 Bq/kg volt. Az összes-béta aktivitás 50–60 Bq/kg körüli, melynek jelentős része a ^{40}K izotópból származik. [36]

3.2.1.8. A talajvíz aktivitása

Az atomerőmű területén és környezetében található talajvíz állapotára egyrészt az atomerőmű építését megelőzően vett mintákból, másrészt a kifejezetten a talajvíz megfigyelésére létesített figyelőkutak vizsgálataiból következtethetünk. Ugyan az atomerőmű telephelyén – elsősorban a főépület és a segédépületek alatti és körüli talajvízben – az 1980-as évek közepe óta kimutatható a technológiai eredetű trícium, ennek hatása csak kis területen érezhető, hatása az új telephelyre elhanyagolható ([40] [41]). Az 1998-ig elvégzett javítások eredményeképpen a trícium koncentrációjának jelentős csökkenése figyelhető meg a talajvíz kutakban. Mindezek alapján úgy ítélhető meg, hogy megszűnt a tríciummal szennyezett technológiai eredetű víz bejutása a talajvízbe. Néhány kút esetében a ^{14}C aktivitás-koncentrációja meghaladja a természetes háttér értékét, ami erőművi eredetre utal, ez azonban még a tríciuménál is jelentősen kisebb környezeti terhelést jelent.

3.2.1.9. A tejminták radioaktív koncentrációja

A tejmintákat havonta váltakozva vásárolják az erőműhöz közel, déli irányban levő dunaszentgyörgyi és gerjeni tehenészetektől, és félvezető detektoros gamma-spektrométerrel vizsgálják. A mintákban 0,5 Bq/dm^3 kimutatási határ mellett sem csernobili, sem atomerőművi eredetű radioizotóp nem található. Az ^{110m}Ag és a ^{137}Cs minden esetben a kimutatási határ alatt volt, a ^{40}K koncentrációja 40 Bq/dm^3 és 60 Bq/dm^3 között változik, átlagosan 51,1 Bq/dm^3, ami összhangban van az országos értékekkel.

3.2.1.10. A környezet radiológiai ellenőrzése

Az atomenergia alkalmazása során a levegőbe és vízbe történő radioaktív kibocsátásokról és azok ellenőrzéséről szóló 15/2001. (VI. 6.) KöM rendelet előírása alapján a paksi atomerőműnek ellenőriznie kell a környezeti radioaktivitásnak az erőmű kibocsátásaival összefüggésben álló szintjeit, levegőben és vízben egyaránt. A rendszernek az atomerőmű minden üzemállapotában megfelelő mennyiségű és megbízhatóságú adatot kell szolgáltatnia a környezeti hatások megítéléséhez, adott esetben a szükséges intézkedések meghozatalához. Az ellenőrzés főbb területei a következők:

- a légköri és a vízi kibocsátások mérése a szellőzőkéményekben, illetve a vizeket összegyűjtő tartályparkban, valamint a kifolyó csatornákban,
- a Duna hidrológiai jellemzőinek mérése,
- a levegő, a kihullás, a talaj, a talajvíz és a természetes növénytakaró (fű) radioaktív koncentrációjának mérése a környezetben,
- a felszíni vizek (Duna és halastavak), az esővíz gyűjtő csatornák különböző mintáinak (víz, iszap, hal) aktivitásmérése,
- egyes élelmiszer-minták (tej) aktivitáskoncentrációjának mérése,
- a környezeti gamma-sugárzás dózisának, dózisteljesítményének mérése.

Az ellenőrzés kétszintű, részben távmérőrendszerekkel, részben mintavételes, laboratóriumi vizsgálatokkal történik, melynek során évente kb. 4000 minta elemzését végzik el. A távmérő rendszer on-line adatokat szolgáltat, általában az összes sugárzás mérésével.

A mérőállomások feladata normál üzem esetén annak igazolása, hogy az erőműből nem kerül a légkörbe számottevő mennyiségű radionuklid. Üzemzavari állapotban a legfontosabb feladatuk, hogy olyan esetben is folyamatosan szolgáltassanak adatokat a környezeti sugárzás legfontosabb összetevőiről, ha a kibocsátás nem a kéményen keresztül történik. Ezeknek az információknak alkalmasaknak kell lenniük arra, hogy megalapozzák a környezetben élő lakosság védelmére hozandó intézkedéseket.

- Az erőmű körül 1–1,5 km sugarú körben 9 db „A” típusú mérő- és mintavevő állomást létesítettek az alábbi főbb funkciókkal:
  - a gamma-sugárzás dózisteljesítményének mérése,
  - az aeroszolok összes béta-aktivitáskoncentrációjának mérése,
  - a radiojód elemi vagy elemi és szerves fázisának mérése,
  - aeroszol és jód mintavétel laboratóriumi mérésekhez.
- Az „A” típusú állomásokkal megegyező kontroll állomás (B24) Dunaföldváron működik.
- A jobb területi lefedés érdekében az „A” típusú állomások közé további 11 db gamma-sugárzás dózisteljesítményt mérő „G” típusú állomást telepítettek.

A távmérő detektorok jelzéseit a kibocsátási helyeken, valamint a környezet különböző pontjain – a környezetellenőrző állomásokon és egyéb helyeken – vett minták laboratóriumi vizsgálata egészíti ki. Ezek a vizsgálatok igen érzékenyek, és minden radionuklidra alkalmazhatók.

Az „A” típusú állomásokon aeroszol és jód, fall-out, talaj és fű mintavétel is történik nagy érzékenységű nuklidspecifikus laboratóriumi vizsgálatok céljából. Öt állomáson levegő, trícium (hidrogén-gáz (HT) és vízpára (HTO) formában), CO_2, C_nH_m mintavételezés is történik. Az erőmű körüli felszíni vizekből (Duna, halastavak, övcsatorna) víz-, iszap- és halminták nuklidspecifikus vizsgálatát végzik. A talajvíz radioaktív szennyezettségének ellenőrzésére az üzemi terület kútjai közül 40 kútból ^3H mérést végeznek, 20 kútból automatikus mintavevők segítségével ioncserélő oszlopokon megkötött gamma-sugárzó nuklidokat és ^{14}C izotópot határoznak meg.

Az atomerőmű méréseivel párhuzamosan működik az erőmű környezetének sugárvédelmi ellenőrzését végző hatósági szervek és radiológiai laboratóriumok által működtetett Hatósági Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (HAKSER), ahol évente körülbelül 2–3000 minta elemzését végzik el. A hatósági ellenőrzés keretében a légköri és vízkörnyezeti kibocsátások ellenőrzése mellett mintavételes laboratóriumi vizsgálatok is történnek, ezek során dunai víz- és iszap-, talaj-, növény-, valamint tejmintákat elemeznek.

3.2.2. Az új blokkok üzemelésének radiológiai hatásai

Az atomerőművi blokkok üzemeléséből eredően a lakosság sugárterhelésének három fő forrása lehet:

- a létesítményből származó közvetlen és szórt külső sugárzás,
- a légköri kibocsátások (külső sugárterhelés, belégzésből származó belső sugárterhelés, talajszennyezettség, szárazföldi tápláléklánc hatásai),
- a folyékony kibocsátások (ivóvíz, halfogyasztás, dunai környezet hasznosítása).

A kritikus lakossági csoport (vonatkoztatási csoport)[10] a létesítmény körül, egy létező településen élő olyan csoport, amely elhelyezkedése, korösszetétele, fogyasztása vagy egyéb sajátosságai (pl. életmód) következtében a legnagyobb sugárterhelésnek van kitéve. Meghatározásához a létesítmény környezetére érvényes meteorológiai, hidrológiai, demográfiai, mezőgazdasági termelési, fogyasztási és életmód jellemzőket használták. Egy ilyen csoport hipotetikus is lehet abban az értelemben, hogy különböző csoportok egyedi sajátosságait kapcsoljuk össze a konzervatív feltételezések biztosítása érdekében. A számítások – a jelenlegi blokkokra érvényes elemzésekhez hasonlóan – 1–2 éves gyermekekre és felnőttekre történtek.

A korábbi elemzésekkel [42], [43] összhangban a légköri kibocsátások, valamint a létesítményből származó közvetlen és szórt gamma- és neutronsugárzás esetére a Csámpa településen lakó 1–2 éves gyermekek csoportját tekinthetjük kritikus lakossági csoportként, illetve referencia személyként. A [42] tanulmányban részletesen ismertetett elemzés szerint e csoport tagjait érheti a legnagyobb dóziskövetkezmény a telephelyen működő létesítmények kibocsátásának hatására. A folyékony kibocsátás dóziskövetkezményének leginkább kitett csoportként a Duna melletti Gerjen község felnőtt korú lakosságát tekinthetjük. Az elemzések során a konzervatív becslés érdekében a csámpai és a gerjeni csoportot „egyesítették”, a két referencia személy dózisának összegét vették figyelembe.

3.2.2.1. A közvetlen és szórt sugárzás hatásai

Az EUR [44] alapján a lakosságot érő közvetlen sugárzás célértéke egy atomerőmű esetében 0,1 mSv/év (azaz 100 µSv/év), függetlenül a blokk(ok) teljesítményétől. Ez gyakorlatilag

[10] Az elmúlt években a nemzetközi ajánlásokban a kritikus csoport fogalmat felváltotta a jellemző (reprezentatív) személy fogalma: *„…egy olyan személy, akinek a dózisa a legnagyobb sugárterhelést kapott egyénekre jellemző…”*. Mivel a dózistényezők, a fogyasztásra és az életmódra vonatkozó jellemzők várhatóan nem fognak különbözni az eddig alkalmazott módszer szerint vett kritikus csoportra jellemző értékektől, így a gyakorlati számításokban ez nem jelent majd változást.

megegyezik a hatósági dózismegszorítással[11]. A reaktorblokkok közvetlen sugárzásából származó lakossági dózisra csak kevés, több esetben csak jelentős konzervativizmussal becsült adat áll rendelkezésünkre az egyes blokktípusok esetében.

Az AP1000 blokk esetén a vonatkoztatási csoport közvetlen és szórt sugárzásból származó sugárterhelését 4 µSv/év értékkel közelítették, mint erősen konzervatív felső becslés.

Az EPR blokkoknál az 1000 m-es távolságra megadott dózisteljesítmény (0,2 pSv/h) alapján az éves külső sugárterhelés kisebb, mint 2 nSv.

Az APR1400 blokknál 50 µSv/év felső határt adnak meg 700 m távolságra. Ez nem számított vagy mért adat, így túlzott konzervativizmus lenne ezen érték elfogadása a hazai legközelebbi lakossági csoport (Csámpa, 1300 m) várható sugárterhelésére. Az adatokat az EPR blokkra megadott távolságfüggő adatok alapján korrigálva 1300 m-es távolságban kereken 0,5 µSv/év külső sugárterhelés adódik.

Az AP1000 blokk 100 m-es távolságra megadott értékét – az APR1400 blokktípus figyelembevétele mellett is − burkolónak tekintve kijelenthető, hogy a hazai, legközelebbi lakossági csoport (Csámpa, 1300 m) sugárterhelése bizonyosan 4 µSv/év alatt marad. [42]

3.2.2.2. Az új blokkok várható radionuklid kibocsátásainak becslése

Az EUR dokumentum követelményeket, célértékeket határoz meg atomerőművek kibocsátására normál üzem, várható üzemi esemény és baleset esetére [44]. A követelmények szerint normál üzem esetén a tríciumon kívül a folyékony kibocsátás éves értéke nem haladhatja meg a 10 GBq-t, az éves légköri kibocsátás nemesgázokra összesen 50 TBq, míg halogénekre és aeroszolokra összesen 1 GBq lehet. Ezek az értékek 1500 MW (elektromos) teljesítményű blokkokra vonatkoznak, amennyiben a blokk teljesítménye 1500 MW alatti, a fenti értékek a teljesítménynek megfelelően arányosan alacsonyabbak. Amellett, hogy ezeket a határértékeket a kibocsátások nem léphetik túl, további követelmény, hogy azoknak az ALARA[12] elvnek megfelelően az ésszerűen elérhető legalacsonyabbnak kell lenniük.

A normál üzemi légnemű és folyékony kibocsátási adatokat az egyes blokktípusokra a dózismegszorítás megalapozására készült tanulmány [42] tartalmazza. A megadott folyékony kibocsátások között nem szerepelnek az 1 óra körüli, vagy ennél rövidebb felezési idejű radionuklidok, ezek dózisjáruléka ugyanis a lakosság sugárterhelése szempontjából – figyelembe véve a lehetséges útvonalakat – elhanyagolhatóan kicsi.

A várható üzemi események – amelyek gyakorisága meghaladja a 10^{-2}/év gyakorisági értéket – blokktípusonkénti kibocsátási adatai szintén a [42] tanulmányban találhatók. Normál üzemi szintet meghaladó kibocsátást csak a légköri kibocsátással járó várható üzemi események okozhatnak, a normál üzemi szintet meghaladó folyékony kibocsátással járó várható üzemi esemény nem feltételezhető.

A felszíni víz (ebben az esetben a Duna) szennyeződése elméletileg az alábbi módokon következhet be a várható üzemi események következtében:

a) a felszíni víz közvetlen szennyeződése,
b) a felszíni víz közvetett szennyeződése a talajvízen keresztül,
c) a felszíni víz közvetett szennyeződése a várható üzemi esemény légköri kibocsátásának vízfelszíni kihullása, illetve a talajfelszínről történő bemosódása révén.

Mivel valamennyi figyelembe vett blokktípus kialakítása biztosítja, hogy a folyékony kibocsátások a várható üzemi események során is ellenőrzött módon, a kibocsátási normáknak megfelelően

[11] A dózismegszorítás meghatározott forrásból származó, lehetséges személyi dózis tervszerű és forrás vonatkozású szigorítása, amely a sugárvédelem tervezési szakaszában, optimáláskor használatos. Értékét az ÁNTSZ OTH határozza meg.

[12] „As Low As Reasonably Achievable” azaz olyan alacsony, amennyire ésszerűen elérhető.

valósuljanak meg, az eddigi tapasztalatok szerint gyakorlatilag kizárható, hogy a felszíni víz közvetlen, ellenőrizetlen szennyeződése bekövetkezzen. A blokktípusok várható üzemi eseményeinek leírásaiban nem található a talajvíz szennyeződésére vonatkozó utalás, ezért ezt az útvonalat is kizárhatjuk a tervezés ezen szakaszában. A felszíni víz közvetett szennyeződése „a várható üzemi eseményből eredő légköri kibocsátás vízfelszíni kihullása, illetve a talajfelszínről történő bemosódása” útvonalon keresztül nem képvisel jelentős járulékot a légköri komponenshez képest. A fentiek alapján megállapítható, hogy nem feltételezhető olyan várható üzemi esemény, amelynél a folyékony kibocsátások a normál üzemi korlátozási rendszerben ne lennének kezelhetőek. [42]

3.2.2.3. Lakossági sugárterhelés az új blokkok hatására

Meghatároztuk az öt blokktípus normál üzemi légköri és folyékony kibocsátásaiból származó sugárterhelést. Mivel a nemzetközi és hazai sugárvédelmi előírások szerint követelmény, hogy a várható üzemi események esetében a dóziskövetkezmény nem haladhatja meg a dózismegszorítás értékét, a várható üzemi események kibocsátásait is vizsgáltuk.

A kibocsátás dózisjárulékát nemzetközileg elfogadott modellek segítségével határoztuk meg: normál üzemre a PCCREAM [45], várható üzemi események esetére a PCCOSYMA [46] programmal végeztük a számításokat.

A kibocsátási pontot a tervezett telephely középpontjában tételeztük fel, a vonatkoztatási csoport lakóhelyének meghatározásakor a környező települések legközelebbi lakóházát vettük figyelembe.

A kibocsátási magasságot a típusoknak megfelelően vettük figyelembe: a MIR.1200 és az ATMEA1 esetében 100 m-rel, az EPR, az AP1000 és az APR1400 esetében 60 m-es értékkel számoltunk. A telephelyi meteorológiára 10 éves adatsort vettünk figyelembe a 2000–2009 közötti adatok alapján. A terjedést befolyásoló felületi érdességre a mezőgazdasági területekre jellemző értékkel számoltunk. A számítások során a következő besugárzási útvonalakat vettük figyelembe:

- a felhőből és a talajra kiülepedett radionuklidoktól származó külső sugárzás,
- a belégzésből származó belső sugárterhelés,
- az élelmiszerek fogyasztásából eredő belső sugárterhelés.

A külső sugárterhelésnél 1 évre integrált, a belső sugárterhelésnél 1 éves expozícióból (felvételből) származó lekötött dózist határoztuk meg. A számításokat 1 éves gyermekekre és felnőttekre egyaránt elvégeztük. Feltételeztük, hogy az idő 90%-át az épületen belül töltik, az épület árnyékolási tényezője a felhődózisra 0,2, a talajdózisra 0,1. Konzervatív közelítésként feltettük, hogy a lakosság teljes egészében a helyben – azaz az adott szektorban és az adott távolságban – termelt élelmiszert fogyasztja. Az életkorfüggő élelmiszer-fogyasztás esetében a Bátaapáti térségére vonatkozó felmérés Tolna megyei adatait használtuk, ezek érvényesnek tekinthetők a paksi telephely környezetében is.

A *normál üzemi légköri* kibocsátásokra elvégzett számítások alapján megállapítható, hogy

- a normál üzemi kibocsátásokból származó legnagyobb sugárterhelés értéke 2,0 μSv/év,
- az 1 éves gyermekek sugárterhelése kb. 50%-kal nagyobb, mint a felnőtteké,
- a lakóhelyek közül a maximális dózist a csámpai lakosok kapják,
- a 2003. év meteorológiai jellemzői eredményezik a maximális sugárterhelést.
- a legnagyobb lakossági sugárterhelést az EPR, a legkisebbet pedig az ATMEA1 blokk normál üzemi légköri kibocsátásai eredményezik.

Minden blokktípusnál ugyanaz a három radionuklid eredményezett 1%-nál nagyobb dózisjárulékot, és minden esetben a ^{14}C volt a meghatározó radionuklid, ami leginkább annak köszönhető, hogy a kémiai formára vonatkozó információ hiányában a számításokban konzervatív módon teljes egészében CO_2 formát feltételeztünk [38].

A besugárzási útvonalakat tekintve az élelmiszerek fogyasztása a meghatározó, a belégzésből származó belső sugárterhelés súlya alig haladja meg az 1%-ot, és a külső sugárterhelés járuléka elhanyagolható.

A *várható üzemi események légköri kibocsátásaira* végzett PCCOSYMA számítások során semleges (Pasquill „D”) légköri stabilitási kategóriát feltételeztünk (5 m/s szélsebesség, száraz idő), mivel a térségben ez az egyik legjellemzőbb meteorológiai kategória. Emellett Pasquill „F” kategóriára is végeztünk számításokat. A kibocsátás feltételezett időtartama (0,5 h) alatt a meteorológiai feltételeket állandónak tekintettük, a számításokat a kibocsátáshoz legközelebbi lakóhelyre (Csámpa) végeztük.

A várható üzemi eseményt követő 1 évre határoztuk meg a felhőből, a talajra kiülepedett nuklidoktól és a belégzésből származó sugárterhelést, míg a táplálékfogyasztás esetén egy éves időtartamú felvételt figyelembe véve lekötött effektív dózist számítottunk. A táplálékláncon keresztüli sugárterhelés számításánál konzervatív módon nem számoltunk más helyről behozott termékek fogyasztásával. Azt feltételeztük, hogy az elfogyasztott élelmiszereket az adott távolságra szimmetrikus kiterjedésű, mintegy 5 km^2 területű körgyűrű mentén termelik.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a legnagyobb lakossági sugárterhelést az AP1000 blokktípus várható üzemi események alatti légköri kibocsátásai eredményezik (14 µSv/év), a legkisebbet pedig az ATMEA1 blokk (0,71 nSv/év). A várható üzemi eseményhez tartozó kibocsátások esetén a felnőttek kapják a nagyobb sugárterhelést, a legnagyobb dózisjáruléka a ^{134}Cs és a ^{137}Cs izotópoknak van.

A *folyékony kibocsátásokból* származó sugárterhelés meghatározására a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ) Safety Reports Series 19 kiadványán [47] alapuló modellt használtuk, figyelembe véve, hogy a Dunába történő kibocsátás oldalirányú elkeveredése – a kibocsátási ponttól nagy távolságban is – csak részlegesen valósul meg. A számításokban a szedimentáció aktivitáskoncentráció-csökkentő hatását elhanyagoltuk [47], és az alábbi besugárzási útvonalakkal számoltunk:

- külső sugárterhelés a szennyezett víztömegektől, az elszennyeződött folyóparttól, valamint az öntözött talajtól,
- belső sugárterhelés az ivóvíz, a hal, az öntözött növények, továbbá az itatás, illetve öntözött növényekkel történő takarmányozás miatt elszennyeződött állati eredetű élelmiszerek fogyasztásából.

A sugárterheléseket a külső sugárterhelés esetén 1 évre integráltuk, a belső sugárterhelésnél az 1 éves felvételből származó lekötött dózist számoltuk, a számításokat az első jobb parti település (Gerjen, 10 km) 1 éves és felnőtt lakosaira végeztük. Az elemzések alapján az alábbi megállapítások tehetők:

- Az APR1400 blokknál a ^{106}Ru, a ^{134}Cs és a ^{137}Cs járuléka a domináns, a többi blokk esetében a ^{3}H vagy a ^{14}C izotóp adja a legnagyobb járulékot. Ezeken kívül 1%-hoz közeli, vagy azt valamelyest meghaladó járulékkal csupán a ^{60}Co, ^{63}Ni, ^{131}I izotópok rendelkeznek egyes blokktípusoknál.
- A normál üzemi légköri kibocsátásokból származó sugárterheléshez hasonlóan a belső sugárterhelés a meghatározó.
- A rendelkezésre álló információk hiányosságai alapján a teljes dózisok összehasonlítása nem reális, de a megadott paraméterek mellett az EPR típus folyékony kibocsátásai eredményezik a legnagyobb lakossági sugárterhelést (4,4 µSv/év).

A *várható üzemi események* következtében bekövetkező *folyékony kibocsátások* az eddigi tapasztalatok és a szállítók adatközlése alapján feltételezhetően a normál üzemi korlátozási rendszerben kezelhetők.

Az elvégzett vizsgálatok alapján egy blokk esetében a normál üzemi légköri és folyékony kibocsátások hatása nem haladja meg a 6 µSv/év értékeket, amihez a közvetlen és szórt sugárzásból

származó 4 μSv/év nagyságú járulékot hozzávéve blokkonként 10 μSv/év értéket kapunk. Ha feltételezzük, hogy az éves normál üzemi kibocsátások mellett egy várható üzemi esemény is bekövetkezik, a dózisjárulék értéke a legkedvezőtlenebb meteorológiai feltételek mellett 14 μSv/év értékkel növekszik. A normál üzemi 10 μSv/évhez egy várható üzemi esemény bekövetkezését feltételezve egy blokkra összesen 24 μSv/év dózisjárulékot kapunk. Ennek megfelelően kétblokkos kiépítésnél, a normálüzemi járulékhoz a blokkonként egy-egy várható üzemi esemény bekövetkezését is feltételezve legfeljebb 48 μSv/év adódik.

3.2.2.4. A flóra és a fauna sugárterhelése

Az Európai Unió hatodik kutatástámogatási keretprogramjában helyet kapott az ERICA (Environmental Risks from Ionising Contaminants: Assessment and Management) projekt is. Az ennek eredményeképpen elkészült program [48] segítségével meghatározható egy atomerőmű közelében élő növény- és állatvilág (ökorendszer) sugárterhelése, valamint néhány különösen nagy érzékenységű fajra vonatkozó kockázat. Az ERICA projekt legfontosabb megállapításai:

- Nincs lényeges különbség a szárazföldi, a tengeri és az édesvízi ökorendszerek élővilágának a folyamatos környezeti kibocsátásokra vonatkozó sugárérzékenységében.
- A vizsgált ökorendszerek élővilágára általánosan alkalmazható egy dóziskritérium. Ha a vizsgált létesítménytől származó sugárterhelés ezt nem éri el, akkor a környezeti kockázat elhanyagolható. [49]

A növény- és állatvilágot érő biológiai dózisra (D_b) nem alkalmazható a kizárólag emberi sugárterhelésre vonatkozó egyenértékdózis fogalma. Ehelyett a jelenlegi nemzetközi gyakorlat – az International Commission on Radiological Protection (ICRP)[13] javaslatának megfelelően – az alábbi dózisszámítást alkalmazza:

$$D_b = \sum_R D \times w'_R \qquad (3.2.2.4\text{-}1)$$

A *(3.2.2.4-1)* egyenletben az R index a sugárzásfajtát jelöli, w'_R pedig az R típusú sugárzás veszélyességi tényezője. Utóbbi értéke α-sugárzásra 10, lágy β-sugárzásra 3, közepes- és nagyenergiájú β-sugárzásra és γ-sugárzásra 1.

Az ERICA program keretében elkészült a FREDERICA [50] adatbázis, melyben számos növény és állatfaj, valamint a nekik legnagyobb fajlagos dózist okozó radionuklid szerepel.

A számítások kiindulása az, hogy a flóra és fauna fajaira definiálják a PNEDR („Predicted No-Effect Dose Rate” = várhatóan semmiféle hatással nem járó dózisteljesítmény [μGy/h]) értékét, majd ennek révén meghatározzák az EMCL (Environment Media Concentration Limit = környezeti közeg határkoncentráció) értékeket. Az EMCL értéke különböző lehet a környezetbe kibocsátható radionuklidokra és a négy „környezeti elemre” (víz, üledék, talaj, levegő).

Az ERICA program lépcsőzetes felépítésű, három szintje (Tier 1, 2 és 3) növekvő részletességű és bonyolultságú. A munka jelenlegi szakaszában – tekintettel a rendelkezésünkre álló létesítményadatok mélységére – az első szintű (Tier 1) vizsgálatot végeztük el. Az elemzést a levegőbe kikerülő radioaktivitásnak a telephely kerítése körül élő szárazföldi növény- és állatvilág tagjaira nézve végeztük el.

Az öt vizsgált reaktortípusból vett maximális kibocsátási értékekből képezett burkoló adatokkal az ERICA program első, leginkább konzervatív szintje is 1-nél kisebb kockázati tényezőt eredményezett, az összeg két blokk feltételezése esetén is több nagyságrenddel 1 alatt marad.

[13] Nemzetközi Sugárvédelmi Bizottság.

3.2.3. A telephelyen üzemelő nukleáris létesítmények együttes radiológiai hatásai

Az új blokkok üzembe állítása révén előálló új környezeti radiológiai helyzet értékelésénél konzervatív megközelítést alkalmazva abból kell kiindulnunk, hogy bizonyos ideig együtt fog üzemelni a jelenlegi, meghosszabbított üzemidejű négy VVER-440 blokk, az új, maximálisan kétblokkos kiépítésű erőmű, valamint a kiégett fűtőelemek átmeneti tárolója (KKÁT), így szükséges a telephelyen üzemelő nukleáris létesítmények együttes radiológiai hatásainak vizsgálata.

A paksi telephelyen üzemelő nukleáris létesítmények együttes radiológiai környezeti hatásainak ismertetését az új blokkokra javasolt dózismegszorítások alátámasztására készült tanulmányokra és a korábbi fejezetekben bemutatott elemzésekre, az üzemelő létesítményekre meghatározott dózismegszorításokra és a tényleges légnemű és folyékony kibocsátásokra alapozzuk.

A paksi telephelyen jelenleg üzemelő létesítményekre és a tervezett új blokkokra vonatkozó dózismegszorítás

Az ÁNTSZ OTH az OTH 40-6/1998. számú állásfoglalásában a paksi atomerőmű 1–4. blokkjára 90 μSv/év dózismegszorítást határozott meg. Az azonos földrajzi határokkal rendelkező, de más engedélyes (jelenlegi nevén: Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Korlátolt Felelősségű Társaság, RHK Kft.) által üzemeltetett Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolója (KKÁT) nukleáris létesítményre vonatkozó dózismegszorítás 10 μSv/év lett a teljes kiépítésnél (33 modul) egyszerre tárolható, mintegy 16 200 kiégett kazettára. Ezen értékekből vezették le az egyes létesítményekre és kibocsátási útvonalakra vonatkozó kibocsátási határértékeket.

Mivel a tervezett új blokkok más típusúak lesznek, mint a mostaniak, ezekre nézve külön létesítmény-specifikus dózismegszorítás meghatározása szükséges. A tervezett új blokkok dózismegszorítását megalapozó tanulmány [42] alapján a jelenleg üzemelő blokkokra érvényes dózismegszorítás (90 μSv/év) a velük hasonló elektromos teljesítményt szolgáltató két tervezett blokkra is alkalmazható.

A dózismegszorításból kell majd levezetni a radioaktív anyagokra vonatkozó kibocsátási határértékeket. A kibocsátási határértékeket az engedélyesnek kell meghatároznia, és számításokkal igazolnia, hogy azok betartása esetén a kritikus csoport tagjait (illetve a referencia személyt) nem éri a dózismegszorításnál nagyobb dózis. Az értékeléshez az alábbiak pontos ismerete szükséges:

I. A kibocsátás pontos helye (pl. kémény, csatorna stb.), fizikai és kémiai állapota.
II. A referencia személy tartózkodási helye és a kibocsátási pont közötti távolság.
III. A kibocsátás terjedését meghatározó meteorológiai, földrajzi és geológiai sajátosságok.
IV. A terjedést befolyásoló minden további „antropomorf” tényező (pl. földművelés, vízhasználat stb.).
V. A referencia személyek expozícióját befolyásoló tényezők (belégzési, lenyelési és immerziós dóziskonverziós tényezők, fogyasztási adatok, tartózkodási idők stb.).

A paksi telephelyen megvalósítandó új atomerőművi blokkok és a meglévő létesítmények együttes radiológiai hatása

Az új blokkok járulékát a *3.2.2.3. alfejezetben* ismertetett eredmények alapján vesszük figyelembe, a jelenlegi blokkok kibocsátási adatait a legutóbbi paksi sugárvédelmi jelentésből [35], a KKÁT-ra vonatkozó adatokat a legutóbbi felülvizsgálathoz készült tanulmányból [51] vettünk át. Utóbbiban a létesítmény teljes kiépítését feltételezték a számítások során, és egy speciális, ún. kompozit forrást alkalmaztak, amely a kiégési szint és a radioizotóp-összetétel tekintetében sugárvédelmi szempontból a legkedvezőtlenebb volt.

Az új blokkok légköri kibocsátásából a Csámpa településen élő 1–2 éves gyermekek kaphatják a maximális dózist, a normál üzemi kibocsátásokból származó legnagyobb sugárterhelés értéke 2 μSv/év, a várható üzemi események kibocsátásai legfeljebb 14 μSv/év dózist eredményeznek. A

jelenlegi blokkok légköri kibocsátásainak hatása nem haladja meg az 1 µSv/év értéket, a KKÁT hatása még ennél is kisebb. A telephelyen jelenleg üzemelő és tervezett létesítmények légköri kibocsátásának együttes hatása 33 µSv/év értéknek becsülhető.

A folyékony kibocsátás dóziskövetkezményének leginkább kitett csoport Gerjen község lakossága, ahol az új blokkok kibocsátásából a felnőttek és az 1–2 éves gyermekek esetében egyaránt 4 µSv/év dózis számítható. A jelenlegi blokkok folyékony kibocsátásának becsült dóziskövetkezménye a [35] jelentés szerint kb. 1 µSv. A maximális kiépítésű KKÁT folyékony kibocsátásához a [51] tanulmány 0,4 µSv/év dózist rendelt. A telephely működéséből származó összes folyékony kibocsátás tehát a referencia személynek mintegy 10 µSv dózist okozhat.

Az új blokkok esetében a közvetlen és szórt sugárzástól származó komponenst 4 µSv/év értékkel közelítették, mint erősen konzervatív felső becslés. A jelenleg üzemelő blokkok közvetlen és szórt sugárzásának hatása nem éri el a µSv/év nagyságrendet. A fűtőelemkötegek mozgatása miatt ez a dózisjárulék a KKÁT-t illetően a [51] tanulmány szerint legfeljebb 5 µSv évente. Ezek alapján a telephelyi létesítmények közvetlen és szórt sugárzásának hatása 13 µSv/év.

A fentieket összegezve azt kapjuk, hogy a referencia személyt a telephelyen egyidejűleg üzemelő hat blokk és a KKÁT következtében érő dózis becsült értéke 56 µSv/év (*3.2.3-1. táblázat*). Ebben az új blokkok tekintetében igen konzervatív feltételezésekkel számított felső becslésként szerepel a légköri és folyékony kibocsátás normálüzemi és évi egy várható üzemi esemény miatti hatása. Az eredmények konzervativizmusára utal az is, hogy a jelenlegi paksi kibocsátás a legnagyobb dózisjárulékot jelentő radionuklidok tekintetében jelentősen, akár több nagyságrenddel kisebb, mint az új blokkokra vonatkozó szállítói adatszolgáltatásokban megadott értékek. Ebből is az következik, hogy az új atomerőművek tervezői által megadott értékek nem a várható átlagos kibocsátásokat jelentik, hanem a célérték konzervatív felső becslését. Ugyan az így kapott eredmények is 90 µSv/év érték alatt maradnak, a későbbiekben a részletesebb értékeléshez a szállítóktól kapott adatok pontosítására, esetenként kritikai ellenőrzésére is szükség lesz.

3.2.3-1. táblázat: A telephelyen üzemelő nukleáris létesítmények együttes radiológiai hatásai

Légnemű kibocsátás [µSv/év]			Folyékony kibocsátás [µSv/év]			Közvetlen és szórt sugárzás [µSv/év]			Összesen [µSv/év]
PAE	Új	KKÁT	PAE	Új	KKÁT	PAE	Új	KKÁT	
<1	32	<<1	1	8	<1	<<1	8	5	56

PAE – paksi atomerőmű üzemelő 1–4. blokkja
Új – tervezett új blokkok
KKÁT – Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolója

3.2.4. Üzemzavarok és balesetek hatásai

Új atomerőművi blokk esetén a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről szóló 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet mellékleteit képező Nukleáris Biztonsági Szabályzatok (NBSz) 3. kötete az alábbi módon definiálja az üzemállapotokat (a megnevezés után az NBSz-ben alkalmazott rövidítést, majd a megfelelő EUR-rövidítést közöljük):

a) normál üzemi állapot = TA1 (normál üzem) = DBC1 (Design Basis Condition 1),
b) a tervezési alapba tartozó események:
   ba) várható üzemi események = TA2 = DBC2,
   bb) kis gyakoriságú tervezési üzemzavarok = TA3 = DBC3,
   bc) nagyon kis gyakoriságú tervezési üzemzavarok = TA4 = DBC4,
c) a tervezési alapot meghaladó események = TAK (tervezési alap kiterjesztése),

ca) tervezésen túli üzemzavarok = TAK1 = DEC1 (Design Extension Condition – komplex folyamatok kategória),
cb) súlyos balesetek = TAK2 = DEC2 (súlyos balesetek kategória).

3.2.4.1. Tervezési üzemzavarok

Az NBSz 3.2.4.0100. pontja alapján új atomerőművek esetében a lakosság vonatkoztatási csoportjának dózisa nem haladhatja meg TA3 üzemállapotot eredményező kezdeti eseményből kiinduló folyamatnál az 1 mSv/esemény értéket, és TA4 üzemállapotot eredményező kezdeti eseményből kiinduló folyamatnál az 5 mSv/esemény értéket.

AP1000 blokktípus

Az AP1000 reaktortípus tervezési üzemzavarainak felsorolását az [53] dokumentum tartalmazza. Bár a terminológia némileg eltér az EUR standard elnevezésektől, az üzemzavarok felsorolásából kitűnik, hogy a felsorolt kategóriák lefedik az EUR DBC1–DBC4 kategóriákat.

Az [53] dokumentum szerint az erőmű eleget tesz az EUR feltételeknek, melyek teljesülését becsült értékek segítségével ellenőriztük. Az adatokat úgy nyertük, hogy az új blokkokra alkalmazandó dózismegszorítás megalapozására készült [42] dokumentumban maximális kibocsátási mutatókkal rendelkezőnek tekintett EPR reaktor megfelelő adatait beszoroztuk a két reaktortípus bruttó villamos teljesítményeinek hányadosával. Ez az eljárás konzervatív, tehát biztonságos becslést ad a feltételek teljesülését illetően. Az elvégzett elemzések szerint a feltételek teljesülnek.

MIR.1200 blokktípus

A MIR.1200 típusú atomerőművi blokk tervezése az Oroszországban hatályos tervezési követelmények szerint történt, amelyek bizonyos mértékben eltérnek az EUR kategorizálástól. A DBC1–DBC2 (TA1–TA2) kategóriában teljes egyezés van, a különbség az üzemzavaroknál jelenik meg, mivel az orosz szabályozás nem tesz különbséget a különböző gyakoriságú és súlyosságú üzemzavarok között. A tervezési üzemzavarok esetében az egésztest dózisra 5 mSv korlátot írnak elő a lakosságra az egészségügyi védőzóna határán, ami megfelel az EUR DBC4 (TA4) kategóriára vonatkozó 5 mSv/esemény követelménynek. A megfelelőséget az AP1000-nél ismertetett módon is ellenőriztük, eszerint a MIR.1200 megfelel a kritériumoknak.

EPR blokktípus

Az EPR atomerőmű tervezésénél az EUR által meghatározott DBC1–DBC4 kategóriákba sorolták a különböző üzemállapotokat, tranzienseket, illetve üzemzavarokat [56]. A kritériumoknak való megfelelés összehasonlítását ebben az esetben is elvégeztük, és megállapítottuk, hogy a feltételek teljesülnek.

ATMEA1 blokktípus

A tervezési üzemzavarok esetében az [57] dokumentum Attachment 4-ben levő táblázata tartalmazza az egészségügyi védőzóna határán kialakuló maximális dózisokat.

A blokktípust az amerikai szabályozás (US Regulatory Guide 1.183, 2000. július) szerint tervezték, amely maximálisan 250 mSv dóziskövetkezményt ír elő az üzemzavarokra. Az EUR követelményei ennél szigorúbbak, emiatt a szállítói adatszolgáltatás kiegészítése során igazolni kell az EUR célértékek teljesülését. A megadott kéményszintű kibocsátást feltételezve megállapítható, hogy az EUR követelmények teljesülnek.

APR1400 blokktípus

Az APR1400-ra vonatkozó adatok forrásai az [58] és [59] dokumentumok. Az APR1400 tervezői is a 10 CFR amerikai szabályozásból indultak ki, az EUR kritériumoknak való megfelelés további adatok ismeretében később ellenőrizhető. A kritériumokat ellenőriztük, a szállítói

adatszolgáltatásban megadott kibocsátási adatokkal végzett elemzések alapján a kritériumok teljesülnek.

3.2.4.2. A tervezési alap kiterjesztése

A tervezési alap kiterjesztésébe tartozó események két csoportba sorolhatók: komplex folyamatok és súlyos balesetek. Előbbiek közé soroljuk azon folyamatokat, melyek többszörös hiba folytán igen jelentős radioaktív anyag kikerülésre vezethetnek. Bizonyos csekély valószínűségű eseményláncok zónasérüléshez és jelentős radioaktív anyag kikerüléshez vezethetnek, ezeket súlyos baleseteknek nevezzük. Az eseményláncok kiválasztása a PSA (Probabilistic Safety Assessment – valószínűségi biztonsági elemzés) módszereivel történik.

A primer körből a konténmentbe irányuló kibocsátást kell forrástagnak tekinteni. A PSA által azonosított szekvenciák alapján, a legjobb közelítés módszerével meg kell határozni egy referencia forrástagot (Reference Source Term – RST), és ezt kell alkalmazni a kibocsátási kritériumoknak való megfelelés igazolására. A 2. szintű PSA elemzésben a hasonló kikerülésű szekvenciákat forrástag kategóriákba kell sorolni. Az RST-t meghaladó szekvencia csoportokat külön vizsgálni kell, és be kell mutatni, hogy valószínűségük nem haladja meg a 10^{-7}/év célértéket. Ezen túlmenően az összes, RST-t meghaladó kibocsátást eredményező csoportok összegzett valószínűsége nem lehet több, mint 10^{-6}/év.

Az EUR alapján a cél az, hogy a kibocsátás ne haladja meg azt az értéket,

- amely 800 méteren kívül sürgős óvintézkedés bevezetését (kimenekítést) indokolná,
- amely 3 km-en kívül átmeneti óvintézkedést (áttelepítést) indokolna,
- amely 800 m-en kívül késői óvintézkedést (kitelepítést) tenne szükségessé,
- amely jelentős gazdasági következményeket vonna maga után (táplálkozási és takarmányozási tilalmak legfeljebb térben és időben korlátozottan válnak szükségessé).

AP1000 blokktípus

Az AP1000 blokktípusra vonatkozóan elkészített [53] dokumentációban külön elemzésben mutatták be az EUR súlyos baleseti kibocsátási korlátoknak való megfelelést. Az AP1000 teljesíti a kibocsátási kritériumokat.

MIR.1200 blokktípus

A MIR.1200 súlyos baleseti kibocsátásait a legnagyobb átmérőjű vezeték (850 mm) törésével és teljes feszültségkieséssel járó súlyos, zónaolvadásos baleset esetére vizsgálták, ezt tekintették „referencia súlyos balesetnek” [55]. A MIR.1200 típus esetében teljesülnek a kibocsátási kritériumok.

EPR blokktípus

Az EPR atomerőmű esetében a [62] dokumentum tartalmaz számításokat. A számítások módszertana csak részben felel meg az EUR követelményeknek, azonban ezek alapján is megállapítható, hogy az EPR blokk teljesíti a kritériumokat.

ATMEA1 blokktípus

A súlyos balesetekre vonatkozóan az [57] dokumentum egy teljes feszültségkieséssel járó súlyos baleseti folyamatra közöl kikerülési értékeket a baleset kezdete után 48 órával. Ezek alapján a zónaleltár igen kis hányada kerül ki, azonban az értékeléshez a szállítói adatszolgáltatás kiegészítésére van szükség.

APR1400 blokktípus

Az [59] dokumentációban megadott értékek adatközlés nélkül nem hasonlíthatók össze az EUR kritériumokkal. Az [58] dokumentációban közölt értékek kisebbek, mint a vonatkozó EUR

dóziskritériumok, de a megfelelőség teljes körű igazolásához a szállítói adatszolgáltatás kiegészítése szükséges.

3.2.4.3. Tervezésen túli üzemzavarok és súlyos balesetek valószínűségi jellemzői

A biztonsági elemzések részeként – a determinisztikus elemzések mellett – valószínűségi biztonsági elemzéseket kell végezni. A zónasérülési gyakoriságnak valamennyi kezdeti esemény és valamennyi üzemállapot (teljesítményüzem, leállás üzemállapotai) figyelembevételével kisebbnek kell lennie 10^{-5}/év-nél. Baleseti nagy kikerülés zónaolvadás fellépése és a konténment funkciók sérülése esetén képzelhető el. A súlyos baleset gyakoriságának valamennyi szóba jöhető kezdeti esemény figyelembevételével kisebbnek kell lennie 10^{-6}/év-nél. A konstrukció kiegyenlítettségét azzal kell igazolni, hogy nincsen olyan esemény, amely 10^{-7}/év gyakoriságot meghaladó mértékben járulna hozzá a súlyos baleseti folyamatok összegzett gyakoriságához.

AP1000 blokktípus

A valószínűségi jellemzés a [66] dokumentumban ismertetett elemzési eredményeken alapul. A valamennyi kezdeti esemény és üzemállapot figyelembevételével számított zónasérülési gyakoriság értéke $5{,}1 \cdot 10^{-7}$/év, ami több mint egy nagyságrenddel kisebb az elfogadási határértéknél.

A súlyos balesetek összegzett gyakorisága valamennyi kezdeti esemény és üzemállapot figyelembevételével lényegesen kisebb 10^{-7}/év-nél, így a kritérium jelentős tartalékkal teljesül.

MIR.1200 blokktípus

A valószínűségi jellemzés a [67] dokumentumban ismertetett elemzési eredményeken alapul. A számított zónasérülési gyakoriság valamennyi vizsgált kezdeti esemény és üzemállapot figyelembevételével is lényegesen kisebb, mint 10^{-7}/év. Ez több mint két nagyságrenddel alacsonyabb az elfogadási határértéknél.

A súlyos balesetek összegzett gyakorisága 10^{-8}/év nagyságrendbe esik, így a kritérium jelentős tartalékkal teljesül.

EPR blokktípus

A valószínűségi jellemzés a [68] dokumentumban ismertetett elemzési eredményeken alapul. A valamennyi kezdeti esemény és üzemállapot figyelembevételével számított zónasérülési gyakoriság alacsonyabb 10^{-6}/év-nél. Ez több mint egy nagyságrenddel kisebb az elfogadási határértéknél.

Mivel a zónasérüléses folyamatok gyakorisága 10^{-7}/év nagyságrendbe esik, ezért a súlyos balesetek összegzett gyakoriságára vonatkozó elfogadási kritérium nyilvánvalóan jelentős tartalékkal teljesül.

ATMEA1 blokktípus

E blokktípus esetében a valószínűségi jellemzés a tervezési fázisra (basic design) rendelkezésre álló előzetes valószínűségi biztonsági elemzés alapján végezhető el [69]. A rendelkezésre álló eredmények arról tanúskodnak, hogy a zónasérülési gyakoriság értéke 10^{-7}/év nagyságrendű, azaz az erőmű jelentős tartalékkal teljesíti a zónasérülési kockázatra vonatkozó elfogadási határértéket.

Az első szintű valószínűségi elemzés alapján megállapítható, hogy a súlyos balesetek gyakorisága legfeljebb 10^{-7}/év nagyságrendbe esik, így a súlyos balesetek gyakoriságának elfogadási kritériuma teljesül.

APR1400 blokktípus

A valószínűségi jellemzés a [58] dokumentumokban ismertetett elemzési eredményeken alapul. A valamennyi kezdeti esemény és üzemállapot figyelembevételével számított zónasérülési gyakoriság felső becslése $3 \cdot 10^{-6}$/év. Ez kevesebb, mint harmada az elfogadási határértéknek.

A 2. szintű valószínűségi biztonsági elemzés eredményei szerint a súlyos balesetek összegzett gyakorisága a számszerűen értékelt kockázati összetevők terjedelmében $2{,}84 \cdot 10^{-7}$/év, azaz a kritérium jelentős tartalékkal teljesül.

3.3. Levegőminőség

3.3.1. Az alapállapot ismertetése

Az alapállapot jellemzésénél a jelenleg rendelkezésre álló adatokra hagyatkoztunk. Az új erőmű hagyományos levegőszennyezése ugyan az üzemelés időszakában a személy- és teherszállításon kívül elhanyagolható, az építési időszak várható jelentős terhelései miatt az alapállapot mérésekkel történő jellemzése a hatásvizsgálati munkafázisig javasolható.

3.3.1.1. A légszennyezettség jelenlegi állapota

A jelenlegi állapot mérések hiányában az alábbi jellemzőkkel mutatható be:

- *Zóna-besorolás:* A légszennyezettségi agglomerációk és zónák kijelöléséről szóló 4/2002. (X. 7.) KvVM rendelet az ország területét légszennyezettség szempontjából zónákba sorolja. Paks város és az atomerőmű térsége nem tartozik a szennyezett területek közé, ezért a 10. csoportba, azaz „Az ország többi területe” nevű zónába sorolták. Ez a kategória az ország legkevésbé szennyezett területeit foglalja magában, ahol a szennyezettség (a $PM_{10(BaP)}$[14] kivételével) a legalacsonyabb két kategóriába sorolt.
- *Légszennyezettség mérések:* Az Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat (OLM) 1987-től kezdődően manuálisan méri Pakson az ülepedő por terhelést. A 2011-es adatok alapján a település szennyezettség szempontjából a kiváló kategóriába sorolt. A legközelebbi automata mérőállomás Dunaújvárosban található, ahol 2011-ben a szennyezettség kéndioxid, nitrogénoxidok, szénmonoxid tekintetében kiváló, nitrogéndioxid, benzol tekintetében jó, ülepedő porra vonatkoztatva megfelelő volt. A tendenciák is javulók.
- *Regionális háttérszennyezettség:* Az Országos Meteorológiai Szolgálat által üzemeltetett háttér-szennyezettség mérő hálózat adatai és a vizsgálthoz hasonló területeken végzett mérések alapján a lokális szennyező források által nem befolyásolt levegőminőség (háttér-szennyezettség) a térségben regionális viszonylatban alacsonyak.

3.3.1.2. Környezeti szennyező források

Az erőmű térségében a közút, a lakossági, ipari kibocsátások és az erőmű maga jelentkezik légszennyező forrásként:

- *A közúti forgalomból származó emissziók:* Lokális szennyező forrás a 6. sz. főút és az erőműhöz vezető két bekötőút jelentős személy-, tehergépjármű és busz forgalmuk miatt. Az atomerőmű üzemidő-hosszabbítása környezetvédelmi engedélyezése [37] során számítottuk a 6. sz. főút légszennyező hatását. A 2004. évi összes forgalom az atomerőmű körzetében napi 11 059 jármű volt. A 6. sz. főút csúcsórai forgalma az úttengelytől 50 m-re szén-monoxid esetén 850 $\mu g/m^3$, nitrogén-dioxidnál 26 $\mu g/m^3$ koncentrációt okoz, ami határérték alatti. 2010-ben a 6. sz. főút forgalma az M6-os autópályának köszönhetően napi 7279 járműre változott, azaz 28%-kal csökkent, így a terhelések is csökkenhettek.
- Az északi és déli bekötőutak mentén, valamint az erőmű területén 2003-ban történtek utoljára mérések, melyek szerint a nitrogén-dioxid és a szén-monoxid koncentrációk nem

[14] PM_{10}: szálló por, a levegőben eloszlatott finomszemcsés (10 mikrométer alatti részecskeátmérőjű) anyagok.
$PM_{10\,(Bap)}$: szálló por benz(a)-pirén tartalma.

jelentősek, jóval a megengedett érték alatt voltak. A szálló por PM_{10} koncentrációja esetenként kis mértékben meghaladta az egészségügyi határértéket.

- *Lakossági, szolgáltatási, ipari eredetű légszennyezés:* Fűtésre, hőtermelésre a lakások mintegy kétharmada földgázt, egyharmada az erőműből származó távhőt használja. Ezt a lehetőséget az új blokkok építésénél is érdemes biztosítani. A városban és környékén jelentős emissziót okozó ipari létesítmények nincsenek.
- *A meglévő atomerőmű saját szennyező forrásai:* Az atomerőmű területén hagyományos légszennyezés csak a helyhez kötött szükségáramforrások időszakos működéséből származik. 2006-ban a dízelgenerátorok kibocsátásaira terjedés-modellezés készült [37]. Ez alapján a hatásterület e berendezések köré írt 590 m sugarú kör. Az üzemidő és a kibocsátás érdemben azóta sem változott, így becsülhetően ez megfelel a mai állapotnak is. A hatásterület lakott területet nem érint.

A paksi atomerőmű környezetében korábban végzett mérések és a jelenlegi állapotra vonatkozó becslések szerint a „hagyományos" (nem radioaktív) légszennyező anyagok koncentrációja egészségkárosodást nem okozhat. A települések, lakott területek az erőműtől olyan távolságban helyezkednek el, hogy azokon az atomerőmű hagyományos (nem radioaktív) légszennyező hatása nem érvényesülhet.

3.3.2. Az építés hatásai

A tervezett atomerőművi blokkok hagyományos levegőterhelése az erőmű létesítése és felhagyása, illetve leszerelése során várhatóan nagyságrendekkel nagyobb lesz, mint az üzemelés idején. Az építési időszak vizsgálatánál az alábbi kiinduló adatokat vettük figyelembe:

- A legközelebbi lakóterületek távolsága az építési terület szélétől 1100–1300 m.
- Az építés időtartama a megszokottnál hosszabb, 5–6 év lesz, jelentős a be- és kiszállítás. Az átlagos nehézgépjármű forgalom a Megrendelő adatszolgáltatása [32] szerint napi 80, csúcsidőszakban 130 tehergépkocsi.
- Az építési helyszínen az előkészítő (csúcs)időszakban 50, később 15 munkagép és szállítójármű egyidejű munkavégzése becsülhető.
- Az építési helyszínen csúcsidőszakban a megvalósuló blokktipustól függően 1200–7000 fő dolgozik [26 – 31]. Építési helyszínre szállításuk jelentős forgalmat generál. A munkások 80%-a közösségi közlekedéssel, 20%-a személygépkocsival érkezik.

A környezeti levegőbe történő kibocsátások az alábbiak:

- Az *építési területen folyó tevékenységek* terhelései kevésbé az épített blokk típusától, inkább az építési területen egyidejűleg mozgó gépek számától, típusától függ. Számításunk szerint az építési helyszínen a munka- és szállítógépek működéséből jelentős többletterhelések adódnak. Ezek azonban a védendő területeken, azok távolságát figyelembe véve számottevő többletterhelést nem okoznak. E hatást a későbbi fázisban pontosítani szükséges.
- A *technológiai műveletekből* (pl. hegesztés, forrasztás, ragasztás, szigetelés) származó kibocsátások várhatóan már az építési terület környezetében sem okoznak kimutatható hatást. Nagyságuk jelen fázisban azonban még nem becsülhető.
- Az építés legjelentősebb légszennyezése várhatóan a porképződés. (Toxikus porok nem kerülnek a környezetbe.) Ennek mértékét az időjárási viszonyok, a talaj tulajdonságai, pillanatnyi nedvességtartalma jelentősen befolyásolja. Az erőmű építéséhez jelentős földmozgatás szükséges. Tapasztalataink szerint ilyen esetben az építési munkák 500 m-es körzetében számottevő porterhelés is előfordulhat. A lakóterületeken figyelembe véve azok nagy távolságát (1100–1300 m) annak ellenére sem várható az építési munkákból jelentős többletterhelés, hogy a porterhelés alapállapotban is határérték közeli.

- Az építési anyagok beszállítására, a föld és hulladék kiszállítására a közút, a vasút és a vízi út is rendelkezésre áll. Légszennyezés szempontjából a közúti közlekedés a kritikus, hiszen a vasút és a hajó egy fordulóval jóval nagyobb tömegű áru szállítására alkalmas. Közúti szállításra a 6. sz. főút és az M6-os autópálya alkalmas. A szállítás terhelései az alap- és a többletterhelést is figyelembe véve a szállítási útvonalak közvetlen környezetében jelentősek lehetnek. A megnövekedett népesség (építői létszám) miatt a város belső területein is forgalomnövekedés és többletterhelések várhatók. Ezért a közlekedés lakóterületekre vonatkozó immisszióit a későbbiekben az igénybe vett útvonalak, és azok alapterhelését figyelembe véve pontosítani kell.

Becsléseink részletesebb adatok hiányában jelenleg feltételezéseken alapultak. Az építési munkák terheléseit, a kialakuló koncentrációkat, a porterhelés hatásterületét a hatásvizsgálati fázisban konkrétabb alapadatok ismeretében, szabványos eljárásokkal pontosabban lehet számítani.

3.3.3. Az új blokkok üzemelésének hatásai

Az üzemeltetés alatti hagyományos légszennyező anyag kibocsátások az atomerőművek esetében más energiahordozót alkalmazó erőművekhez viszonyítva csekélyek. A terhelések minimális mértékben a technológiából, jelentősebb mértékben a szállításokból adódnak:

- *Technológiai emissziók* az új blokkok esetén is csak a szükségáramforrások és szivattyúk működéséből adódnak. Az adatszolgáltatások [26 – 31] szerint 2–4 db 4–7,5 MW hőteljesítményű dízelgenerátor szükséges blokkonként. E berendezések üzemideje várhatóan egyik blokktípus esetében sem éri el a vonatkozó 4/2011. (I. 14.) VM rendelet 7. mellékletének 2.8.3 pontjában meghatározott 50 üzemórát évente. Így ezekre nem kell határértéket meghatározni, az alapbejelentés elkészítése azonban kötelező. A kibocsátások a telepítendő korszerű berendezéseknél várhatóan nem lesznek nagyobbak a jelenlegi dízelmotorokénál. Így a hatásterület a korábbi számításoknak megfelelően a kibocsátási hely köré írt 500–600 m-es körrel jellemezhető. (Amennyiben az üzemidő meghaladja az 50 üzemórát úgy a határértékeket betartani képes berendezéseket kell üzembeállítani.)
- A dízelgenerátorok kén-dioxid kibocsátása az előírt kis kéntartalmú gázolajat használva várhatóan jelentéktelen mértékű lesz. A viszonylag magasabb nitrogén-oxid emissziók szükség esetén katalizátor beépítésével csökkenthetők. A rövid működési idő, a magas kibocsátási pont (kémény) és a védendő lakóterületek távolságát is figyelembe véve a dízelgenerátorok kibocsátásai miatti hatás várhatóan nem lesz jelentős.
- E mellett a *karbantartások/nagyjavítások* miatti leállások utáni újraindításkor kell hagyományos légszennyezésre számítani (pl. formaldehid, CO keletkezhet a szigetelőanyagok hevülése miatt, illetve ammónia kibocsátás újraindításkor a gőzgenerátorokból). A gázokat ventilálják, magas kéményen vezetik ki. Ilyen típusú technológiai kibocsátások fél–kétévenként egyszer fordulnak elő, a többletterhelések néhány (2–4) nap alatt minimális értékre csökkennek. A magas kibocsátási pont miatt a kibocsátott szennyezőanyagok csak kis mértékben befolyásolják a légköri koncentrációt, a hatásterület a telephely szűkebb környezetében marad. Segédüzemekről (pl. festőüzem) jelenleg nincs információnk.
- A működési szakaszban a *dolgozók szállítása* a meghatározó hatótényező. Két blokk működtetői létszáma az adatszolgáltatások [26 – 31] szerint 330–1000 között lesz. Így a csúcsórai buszjáratok szükséges száma 10–30, az érkező személygépjármű szám 70–200 között várható. Előzetes számításunk szerint a csúcsórai kibocsátásokból számottevő terhelés csak az utak közvetlen környezetében, max. 25–50 m széles sávban várható. E távolságon belül viszonylag kis számú védendő épület (pl. Csámpa 6. sz. főút mellett) található.

A tervezett erőmű működése során a légszennyezettség a közvetlen és közvetett hatásterületen kismértékben nőni fog. A hatásterület kiterjedése a konkrét emissziók ismeretében terjedésszámítással határozható meg.

3.3.4. A telephelyen üzemelő nukleáris létesítmények együttes hatásai

Az új atomerőmű levegőminőségre gyakorolt hatásának hatásterületén belül található a működő atomerőmű és a Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolója. Az új erőmű megépülte után a jelenleg működő blokkok 2032–2037 közötti leállásáig a három ipari létesítmény azonos hatásterületen, egyszerre működik. Ez az időszak a környezeti hatások szempontjából kritikus, azaz ekkor várhatók a legnagyobb terhelések:

- *Technológiából származó* kibocsátások összeadódásával nem számolunk, hiszen az alkalmazott dízelgenerátorok kibocsátásai havi néhány órára, a karbantartások fél-két évente néhány napra terjednek ki. Az erőművek megfelelő együttműködése esetén e tevékenységet lehet úgy ütemezni, hogy egyszerre csak egy blokk dízelgenerátorainak próbáját, illetve blokkjának karbantartás utáni beüzemelését végezzék.
- A *szállítások* esetén a terhelések összegződése szinte elkerülhetetlen. (A terhelés a régi és az új blokkok műszakkezdésének időbeni eltolásával csökkenthető.) A csúcsórai összegződő forgalom a blokktípustól függően 75–95 buszjárat, és 550–700 személygépkocsi. Az összegzett terhelések kimutathatók, várhatóan számottevők, jelentősebb terhelés azonban így is csak az utak közvetlen környezetét érik, ahol időnként határértéket meghaladó immissziók is előfordulhatnak. A hatásterület az út melletti 50–100 m széles sávban becsülhető, e területen belül a védendő objektumok száma azonban alacsony.

3.3.5. Üzemzavarok és balesetek hatásai

A levegőminőség romlással járó üzemzavarok és balesetek tűz keletkezése, illetve robbanás miatt következhetnek be. Az ilyen üzemzavarok becsült hatásterülete 1–3 km. Tűz keletkezésével az alábbi esetekben lehet számolni:

- olajtűz a turbina olajrendszer, a transzformátor, a segédüzemi olajrendszer, a megszakítók meghibásodása esetén,
- gázpalack tároló, gázpalack meghibásodása,
- veszélyes anyag belső szállítása,
- tűz az üzemi veszélyes és ipari hulladék tárolóban.

Robbanás a hidrogénüzemben található tartályoknál, illetve a nitrogéntartályoknál következhet be. Ezek a hatások egyszeriek, számottevő kibocsátásokkal is járhatnak, de megfelelő intézkedés esetén lakóterületet érő jelentős többletterhelés nem valószínűsíthető.

3.4. Regionális és lokális klíma jellemzői

3.4.1. Az alapállapot ismertetése

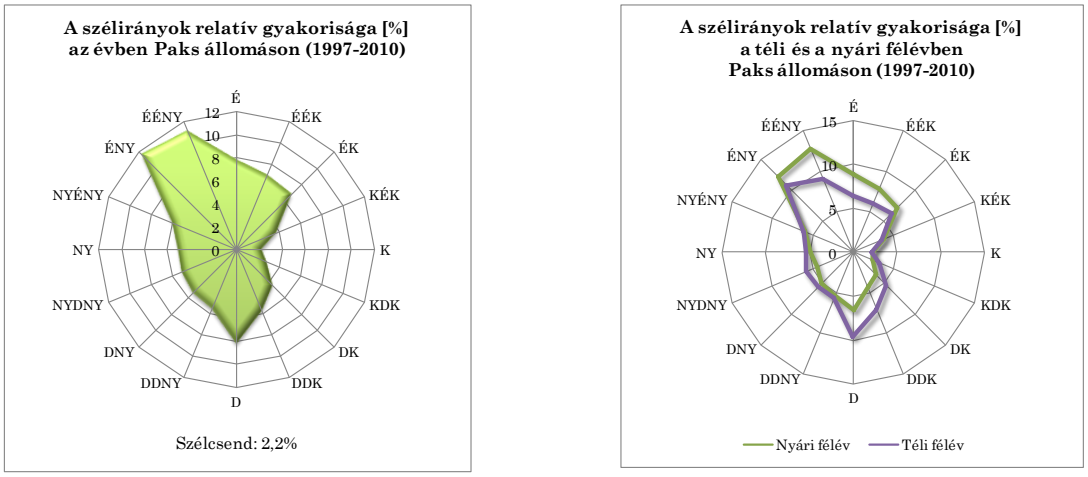
A paksi telephely környezetének regionális és lokális klíma-meteorológiai jellemzőit az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSz) által elvégzett, az 1981–2010 közötti 30 éves periódusra vonatkozó adatfeldolgozás [70] alapján foglaljuk össze:

- Az *átlagos évi középhőmérséklet* (1981–2010) a paksi állomáson az országos átlagot meghaladja, 10,7 °C. A térség legmelegebb hónapja a július, a leghidegebb a január. Az átlagos évi hőingás (legmelegebb és leghidegebb hónap középhőmérséklete közti különbség) 21,7°C.

- 1951 óta a legszárazabb év az 1961-es volt (285,9 mm), a legcsapadékosabb a 2010-es év (990,9 mm). A legcsapadékosabb hónap a június (72,3 mm), utána következik a két másik nyári hónap és a május. Egy másodmaximum novemberben van (54 mm). A legszárazabb hónap a március (31,7 mm), de általában január-februárban is kevés a *csapadék*.
- Évente átlagosan 30 napon hullik csapadék *hó* formájában, és 29 napon van összefüggő hótakaró. A legtöbb havas napot 1986-ban és 1996-ban észlelték, a legtöbb hótakarós napot 1996-ban. Legtöbbször januárban havazik, de a február és a december szorosan követik ebben. Az első havazásra általában november közepétől lehet számítani, az utolsó havazás átlagos időpontja március vége. A maximális hótakaró átlagos vastagsága 20 cm körüli, a legvastagabb hóréteget, 53 cm-t, 1999. novemberben mérték.
- Paks térségében évente átlagosan 27 *zivatar* fordul elő, ami meghaladja az országos átlagot (20–25 zivatar). A vizsgált időszakban (1997–2010) maximálisan 36 zivatart figyeltek meg egy év alatt (1998-ban és 1999-ben). A zivatar-idény áprilistól októberig tart, a főidény pedig a május-augusztusi időszak, ekkor átlagosan 5–6 zivatarra lehet számítani havonta, de az elmúlt években 9–10 is előfordult.
- Napfényben legszegényebb hónap a december átlagos havi 53 óra *napfénytartammal*. Május–szeptember hónapokban átlagosan 250 óra feletti havi értékek jellemzők, július a legderültebb közel 300 órával.
- Paks térségében az évi átlagos tengerszinti *légnyomás* 1017,5 hPa. Az éven belüli menet az országoshoz hasonló: a legmagasabb értékek általában januárban (1021,9 hPa), a legalacsonyabbak áprilisban fordulnak elő (1014,1 hPa). A nyári félév átlagos légnyomása alacsonyabb, mint a téli félév esetében.
- A tényleges *párolgás* (a földfelszínről valóban elpárolgó vízmennyiség) november–februárban a legkisebb, május–augusztusban a legnagyobb. Legkisebb a lehetséges párolgás télen, tavasztól őszig a lehetséges párolgás jóval meghaladja a ténylegest, mivel ekkor nem áll rendelkezésre megfelelő mennyiségű elpárologtatható víz.
- A *szélirányok* közül éves viszonylatban az északnyugati (11,6%) és az észak-északnyugati áramlás (11%) a leggyakoribb, másodmaximum a déli irány (8,1%) (*3.4.1-1. ábra*). A nyári félévben az észak-északnyugati dominál (12,7%), utána következik az északnyugati irány (12,2%), majd az északi (8,9%), s a déli irány így visszaszorul a negyedik helyre (6,7%). A téli félévben az uralkodó szélirány az északnyugati (10,8%), a második helyre itt viszont előrelép a déli irány (9,6%), s a harmadik az észak-északnyugati (9,1%).
- Az évi átlagos szélsebesség a vizsgált 1997–2010-es időszak elején 1,9–2 m/s között, az elmúlt években 1,6–1,7 m/s között volt (csökkenő trend). A szélsebesség legmagasabb értékei március–áprilisban, a legalacsonyabbak augusztus–október között figyelhetők meg. Szélcsend átlagosan az év 2,2%-ában fordul elő, de az évek közötti ingadozás igen nagy. (1997-ben, 2002-ben 0,3%, 2007-ben 4,5% volt.) Szélcsendes időre legnagyobb valószínűséggel augusztus-októberi, legritkábban pedig március-áprilisi időszakban lehet számítani. Leggyakrabban 1,1–2 m/s közötti szelek fújnak, utána következik a 0,1–1 m/s-os tartomány, majd pedig a 2,1–3 m/s-os. 5,1–6 m/s közötti szélsebességek már kisebb százalékban fordulnak elő, 6 m/s felettiek pedig igen ritkán.

Az atomerőmű Paks várostól délkeletre fekszik, így a városból származó terhelések a gyakori északnyugati szélirányok mellett az erőmű környezetébe jutnak. Az erőmű felől az ugyancsak gyakori délkeleti szelek a város felé szállítják a szennyezettséget. Az erőműből származó emisszió a leggyakoribb szélirányok mellett a Duna túlpartján lévő települések (Dunaszentbenedek, Uszód) felé terjed. A Duna, mint átszellőzési folyosó hígítja, elszállítja a lokális emissziókat.

A hagyományos légszennyező anyagok esetében az atomerőmű környezetében a város hatása a domináns. Az erőmű ilyen típusú kibocsátásai minimálisak. A 6. sz. főútvonal felől a nyugatias komponensű szelek szállítják az erőmű felé a közlekedési emissziókat. A turbulens tulajdonságú északi és nyugati szelek a szennyezettség hígulását elősegítik, míg a lamináris délies szelek, valamint a szélcsendes időszakok a szennyezettség halmozódásának kedveznek.



3.4.1-1. ábra: Szélirányok relatív gyakorisága [%] Paks állomáson 1997–2010 között

A légszennyezettség alakulása szempontjából fontos tényező a terület domborzata és növény-takarója. Az erőmű és a város közötti térség sík, a szennyezettség hígulását, illetve terjedését a domborzat nem akadályozza. Az atomerőmű létesítése során jelentős kiterjedésű védőerdőt telepítettek, melynek tisztító-szűrő hatása hozzájárul a közlekedési eredetű szennyeződések csökkenéséhez. A 6. sz. főútvonal szennyező hatását az erdő gyakorlatilag elszigeteli az erőműtől.

3.4.2. Az építés hatásai

Az új atomerőművi blokkok építéséből adódó klimatikus hatás csak az ún. urbánus hatásból[15] származik. Ezt a beépített területek növekedése miatt bekövetkező hőmérséklet, páratartalom, stb. változások okozzák. A jelenleg működő erőmű és a hozzá kapcsolódó létesítmények elkészültük idején jelentősen módosították a felszín jellegét. A korábbi mezőgazdasági kultúrákat, a biológiailag aktív felületeket beépítették, ez jelentősen befolyásolta pl. a terület albedóját[16], a párolgási viszonyokat, a biológiai aktivitást.

A városi és a természetes felszín energiaháztartásának eltérése miatt az átlaghőmérséklet a beépített területeken magasabb, mint a szomszédos területeken. E különbség mértéke viszonylag alacsony (csak néhány tized °C) lehet. Konkrét mérések szerint Budapesten a Belváros és a külterületnek minősíthető Pestlőrinc évi középhőmérsékletének eltérése 1,2 °C (Szász-Tőkei, 1997.).

Az új erőmű már nem mezőgazdasági hasznosítású, vagy más nagy biológiai aktivitású területre, hanem egy bolygatott, gyepfelületre kerül. Az állandó, vagy ideiglenes beépítéssel érintett terület kiterjedése valamivel 100 ha feletti. Ezen belül a biológiailag aktív felületek helyett egyrészt beépített, másrész burkolt, harmadrészt ipari zöldfelületet alakítanak ki, így a kedvezőtlen városi hatás részben kompenzálható. Hasonlóan kiegyenlítő hatású lehet a telephely véderdővel történő körbetelepítése is, mely más környezeti terhelések (levegőszennyezés, zaj) csökkentésében is közrejátszik és a látványhatások részben történő kitakarására is alkalmas.

A két új blokk és a hozzátartozó létesítmények kialakítása következtében számottevő mikroklimatikus hatással nem kell számolni.

3.4.3. Az új blokkok üzemelésének hatásai

Az atomerőmű létéből és működéséből adódóan a frissvízhűtésből eredő hőterheléshez kötődő és az előzőekben már említett – a beépített terület környezetében kialakuló – urbánus hatást szükséges

[15] Azért nevezik e jelenséget urbánus (városi) hatásnak, mert legjobban a nagyvárosokban mutatható ki.

[16] Az albedó egy felületre érkező elektromágneses sugarak visszaverődési képességének mérőszáma. (A Föld átlagos albedója: 39%, a friss hófelszín: 80–90%, füves terület: 20–30%, erdő: 5–10%.)

vizsgálni. Az első hatás általában a hőerőműveknél jellemző, a második pedig bármely kiterjedt beépítési területtel járó létesítmény sajátossága.

3.4.3.1. A hőterhelés hatásai

A jelenlegi hőterhelés mezoklimatikus hatásának kimutatására a meglévő blokkok üzemidő-hosszabbítása környezetvédelmi engedélyezésének előkészítése során 2002 és 2004 között méréseket végeztek a hőterheléshez köthető meteorológiai paraméterekre vonatkozóan. Az atomerőmű hőterhelése csak közvetlenül a melegvíz csatorna mellett volt kimutatható. A mérések többségében a melegvíz csatorna felett és alatt mért hőmérséklet értékek különbsége 1 °C alatt maradt. A melegvíz csatorna alatt 200 m-re már nem volt kimutatható egyértelműen a hőterhelés hatása. A havi légnedvességi átlagértékek a referencia mérőponthoz viszonyított magasabb értékei (1–3%) valószínűleg jórészt a Duna közelségével magyarázhatók. Az átlagnál hűvösebb, derültebb, vertikálisan stabilabb, illetve nyugodt, anticiklonális helyzet esetén a különbségek valamivel jelentősebbek voltak, de nem haladták meg az 1,5 °C-ot (legtöbbször 1 °C alatt volt), illetve az 5%-os (legtöbbször 3% alatt volt) légnedvesség eltérést.

Az új blokkok hűtése is frissvízhűtésessel történne, a Dunába viszont az eddigi egy pont helyett két ponton történne a vízbevezetés. Ez esetben a hőterhelés befogadója részben közvetlenül a Duna, részben a légtér. A hőátadás a befogadóba történik, de csak a Dunára vonatkozó, korábban megállapított hőmérsékleti korlátok betarthatóságának szintjéig. A frissvízhűtéshez felhasznált víz mennyisége a jelenleg felhasznált mennyiség (100–110 m^3/s) helyett két 1600 MW-os új blokk és Δt = 8 °C esetén az új blokkok üzemelésének időszakában (a meglévő blokkok leállítását követően) 172 m^3/s lesz. Lineáris összefüggést feltételezve a hőmennyiség és a meteorológiai jellemzők változása között a melegvíz csatorna környezetében mért 1 °C hőmérsékletkülönbség 1,7 °C-ra, a relatív légnedvesség pedig 1–3%-ról, 1,7–5,1%-ra nő. A hőmérsékleti változás a melegvíz csatornák környezetében tehát még mindig nem számottevő, de a légnedvesség változása véleményünk szerint már kimutatható lehet.

3.4.3.2. Az urbánhatás

Az építési fázisban kialakuló jelentős beépítés miatti urbánus hatás a létesítmény működése (gépkocsi mozgás, légszennyezés, hőkibocsátás stb.) következtében tovább fokozódhat. A hőtöbblet erősítheti a záporok kialakulási feltételeit, a felszíni tagoltság és a környéktől eltérő hőháztartás a helyi légáramlási viszonyokat módosíthatja, így a párolgási, légnedvességi viszonyok is változnak. Létezik ezzel ellentétes, a városi hatást csökkentő vissza-csatolási mechanizmus is, pl. a felhőzet növekedése, a nagyobb szélsebesség. A kompenzációban a véderdő és a nagy biológiai aktivitású ipari zöldfelület is közrejátszhat.

Az új erőmű üzemelése, a néhány tizedfok esetleges hőtöbblet miatt számottevő mikroklimatikus hatással nem számolunk. A melegvíz csatornák környékén a relatív páratartalom növekedés minimális mértékben kimutatható lehet.

3.4.4. A telephelyen üzemelő nukleáris létesítmények együttes hatásai

A két telephely együttes frissvízhűtéses üzemelése esetén a jelenlegi 100–110 m^3/s helyett összesen max. 272 m^3/s víz szükséges. Itt is lineáris változást feltételezve a melegvíz csatorna környezetében most kimutatható 1 °C-os hőmérsékletkülönbség [37] 2,7°C-ra, a relatív légnedvesség pedig 1–3%-ról [37] 2,7–8,1%-ra nő. Ez már mindkét tényező tekintetében számottevő, jól kimutatható változás.

Az urbánus hatás jelentős változásával a jelenlegi állapothoz képest az összes létesítmény együttes működése során sem kell számolni, hiszen a beépített és burkolt felületek többségét nem az új, hanem a már meglévő létesítmények adják.

3.5. Felszíni vizek

3.5.1. Az alapállapot ismertetése

A paksi atomerőmű közvetlen környezetének és a tágabb térségnek is meghatározó vízfolyása a Duna (*Melléklet M-8. ábra*). A Dunából az 1526,6 fkm-nél kiágazó hidegvíz csatornán keresztül biztosítják az erőmű hűtővízellátását. A víz a melegvíz csatornán keresztül tér vissza a főmederbe, jelentős közvetlen környezeti hatást – elsősorban hőterhelést – okozva.

A Duna jobb parti vízgyűjtőjén a telephelytől 2 km-re Ny-ra található a Csámpai-patak, amely a Paks–Faddi-főcsatornába torkollik. Az utóbbi években a Csámpai-patak az év nagy részében kiszáradt. Ezért a Paks-Faddi-főcsatornába egy 1996-ban megvalósult átvezetésen keresztül rendszeresen vizet juttatnak az erőmű irodaházi klímaberendezéseiből a főcsatorna és – rajta keresztül – a Fadd-Tolna-Bogyiszlói-holtágrendszer vízpótlása céljából. A Duna bal partjának felszíni vizei már nem tartoznak az erőmű közvetlen hatásterületéhez.

A Dunamenti-síkság egykor kiterjedt holtágrendszerének maradványa az erőműtől közvetlenül DK-re lévő Kondor-tó is. Az erőműtől 1 km-re K-DK-re, a Kondor-tó, a melegvíz csatorna és a Duna meder által közrezárt területen az erőmű építkezéséhez használt anyagnyerő gödrökből horgásztavakat alakítottak ki, melyek együttes területe 75 ha. A Kondor-tó és a horgásztavak vízpótlása az atomerőmű használt technológiai vizének időszakos bevezetésével történik. A horgásztavak mélysége néhány méter, vizük a helyi üledékes összleten keresztül a Dunával áll összeköttetésben. Az erőműtől ÉNy-ra 5 km-re, a Csámpai-patak visszaduzzasztásával alakították ki korábban a Biritói-halastavakat. A patak egyre gyakoribbá váló kiszáradásával azonban a tórendszer mára gyakorlatilag megszűnt.

A felszíni vizek vízminőség-védelmi területi kategóriáit meghatározó 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet 2. melléklete szerint a telephely környezetének felszíni vizei – mind az érintett Duna-szakasz, mind az egyéb folyó- és állóvizek – az általánosan védett kategóriába tartoznak.

A 2000/60/EK európai parlamenti és tanácsi irányelvvel (Víz Keretirányelv – VKI) összhangban, az 1042/2012. (II. 23.) Korm. határozat mellékleteként jelent meg Magyarország vízgyűjtő-gazdálkodási terve (VGT), amely 42 tervezési alegységet különít el. A paksi atomerőmű környezete az 1-11 Sió vízgyűjtő-tervezési alegységhez tartozik, annak K-i peremén helyezkedik el.

A VKI a környezeti célállapot elérését alapesetben 2015-re írja elő, az aránytalanul magas gazdasági terhek és finanszírozási problémák miatt a jó állapotot 2021-re kell elérni.

Az érintett Duna-szakasz általános jellemzése

A Dunaföldvár és a déli országhatár közötti, 127 km hosszúságú folyószakaszon 32 változó görbületű kanyarulat található. A középvízi meder átlagos szélessége 400–600 m. A folyó esése Fajszig 6–8 cm/km, az alatt pedig 4–5 cm/km. A folyót mindkét oldalon – a Dunaföldvár–Bölcske, Paks és a Dunaszekcső–Bár közötti jobb oldali magaspartok kivételével – árvédelmi töltések kísérik. Az atomerőműnél (1527 fkm) a középvízi meder szélessége 430 m, az árvízié 1,1–1,2 km.

Az 1970-es évek végén kidolgozott szabályozási tervek alapján a Dunaföldvár–déli országhatár közötti folyószakasz részben szabályozottnak tekinthető. Ennek eredményeként a középvízi szabályozás stabilizálta a főmedret. Azonban mind a szűkítés okozta sebességnövekedés, mind a rövidülés miatti esésnövekedés a folyó hordalék-szállító képességének növekedésével jár, így medermélyülési folyamat indult el. A vízszintsüllyedési folyamat megállítása érdekében az utóbbi 20 évben alacsonyabb szinttel és módosított helyszínrajzi elrendezéssel épülnek a szabályozási művek.

Az atomerőművi vízkivétel helyétől É-ra, közvetlenül Paks város fölött a Duna nagy kanyarral Ny-i irányból D-i irányba fordul. Emiatt a sodorvonal a jobb part felé kilendül, így a város mellett végighúzódó partvonal mentén és az alatt is, e homorú partot kőburkolattal védik az oldalazó erózió ellen. A folyó középvízi medrének stabilizálása keretében a domború parton 1530–1533 fkm között

600–750 m-enként sarkantyúkat létesítettek. A bal part mentén a szegélyzátonyok képződése jelenleg is folyik, egészen az 1525,5 fkm-ig.

Az 1526 fkm-nél a sodorvonal a bal part közelébe helyeződik át. Az atomerőmű melegvíz csatornájának visszavezetése alatt, ahol a jobb parti hullámtér fokozatosan kiszélesedik, a jobb part közelében egy kb. 2 km hosszú zátonysziget húzódik. Ezt a hajózás szempontjából kedvezőtlen zátonyosodást már több évtizeddel ezelőtt sarkantyúkkal úgy szabályozták, hogy lehetővé tegyék a beöblösödés folyamatos természetes feltöltődését. A jobb parti biztosítással egyidejűleg, a szemben lévő parton, Uszódnál kb. 400 m-enként rövid sarkantyúkat építettek. Ezekkel a bal part vonalát is teljes mértékben stabilizálták.

A Duna vízjárása

A Duna mindenkori vízhozamát elsősorban az Alpok hóolvadása és csapadékjárása határozza meg. Áradásai jellemzően a kora tavaszi hóolvadáshoz, valamint a nyár eleji csapadékmaximumhoz és gleccserolvadáshoz kapcsolódnak. Tartós kisvízi időszakok leginkább november és február között fordulnak elő.

Jelentősebb mellékvízfolyás híján a Duna vízhozama Dunaújvárostól Mohácsig alig változik. 1960 és 1989 között mért legkisebb napi vízhozam 780 m^3/s; sokéves átlagos napi vízhozam 2350 m^3/s; a legnagyobb napi vízhozam 8870 m^3/s.

Az erőmű 1527,0 fkm-nél lévő szelvényében a vízszintváltozás a paksi mérőállomás (1531,3 fkm) alapján jellemezhető, mely 1868. január 1-je óta üzemel. A mérce „0” pontjának magassága 85,38 mBf. Az észlelések kezdete óta mért legalacsonyabb vízszint (LKV) –58 cm (84,80 mBf, 2011. december 3). A legnagyobb jégmentes vízszint (LNV) +872 cm (94,10 mBf), és 1965. június 19-én észlelték. A legnagyobb jeges vízszint (LNV) 1876. február 27-én alakult ki +1006 cm-es vízállással (95,44 mBf). Az éves abszolút vízszintváltozás elsősorban az árvizek tetőzési szintjétől függ: többnyire 6–7 m, de egyes szélsőséges vízjárású években megközelíti a 9 m-t.

Az utóbbi tíz évben mind a szélsőséges kisvizek, mind a nagyvizek gyakorisága nőtt. 2003–2009 között minden évben előfordult –17 cm-es (85,21 mBf) vagy annál alacsonyabb vízállás. Ugyanakkor 2002-ben, 2006-ban és 2010-ben is előfordult a korábbi LNV-t megközelítő, +836 és +861 cm közötti (93,74 mBf-et elérő vagy meghaladó) szinten tetőző árhullám.

A paksi mérőállomás egyúttal mértékadó árvízi mérce is. Az árvíz- és a belvízvédekezésről szóló 10/1997. (VII. 17.) KHVM rendelet 2010. évi módosítása szerint a Duna jobb partján, a Siótorok–Paks árvízvédelmi szakaszra vonatkozó védekezési fokozatot a paksi vízmérce adatai alapján kell elrendelni. A jelenleg érvényes III. fokú készültség riasztási szintje a jobb parton meghaladja az eddig észlelt legnagyobb jégmentes vízszintet. Ugyanakkor az erőművel szemközti, bal parti töltés esetében a rendelet az Uszód–Solt árvízvédelmi szakaszra jóval alacsonyabb készültségi szinteket ír elő. Mindez jól tükrözi a két part eltérő mértékű árvízi veszélyeztetettségét.

A folyók mértékadó árvízszintjeiről szóló 11/2010. (IV. 28.) KvVM rendelet szerint az érintett Duna-szakaszon az árvízvédelmi művek magasságát úgy kell meghatározni, hogy az 1,0 m-rel haladja meg a rendelet mellékletében megadott mértékadó árvízszintet. Az atomerőmű 1527,0 fkm-es szelvényére vonatkozó mértékadó árvízszint jelenleg 94,05 mBf.

Az erőmű szelvényében (1527,0 fkm-nél) a vízszintek – az áradási és apadási időszakok eltérő esésviszonyainak megfelelően – a paksi mérőállomáson leolvasott szintnél 0,3–0,6 m-rel húzódnak alacsonyabban.

Az atomerőmű telephelyén kialakított feltöltés szintje 97,00 mBf. Ez közel 3,0 m-rel magasabb a mértékadó árvízszintnél, és kb. 1,4 m-rel magasabb, mint a 10 000 éves visszatérési idejű (0,01%-os számított előfordulási valószínűségű) jégmentes árvíz szintje, valamint magasabb, mint az erőmű szelvényében a Duna balparti árvédelmi töltésének 96,60 mBf-es koronaszintje. Mindezeket figyelembe véve az atomerőmű telephelye árvízvédelmi szempontból biztonságosnak tekinthető. A

jelenlegi lefolyási viszonyok mellett kizárható olyan árhullám kialakulása, amely az atomerőmű telephelyének elárasztásával a Duna közvetlen szennyeződését okozná.

A paksi atomerőmű biztonságos működéséhez elengedhetetlen a megfelelő frissvízhűtés biztosítása. Az erőmű tervezésekor a paksi mérőállomás addig észlelt legkisebb vízszintet, +27 cm-t (85,65 mBf) vették alapul, és az erőmű szelvényére vonatkozó mértékadó kisvízszintet 85,24 mBf-ben állapították meg. Ennek megfelelően, az erőmű hűtővízszivattyúinak eredeti minimális szívóoldali szintjére 84,74 mBf-et írtak elő. Azonban már az 1. blokk üzembe helyezésének évében, 1983 őszén a korábbi LKV-nál alacsonyabb, –27 cm-es vízállás alakult ki a paksi vízmércénél, ami a hidegvíz csatorna kiágazásánál 84,77 mBf-es vízszintet eredményezett.

Az akkori értékelések egyértelművé tették, hogy a kisvízszintek süllyedését a Duna medrében végzett, a természetes utánpótlódást jóval meghaladó mértékű, építőipari célú kavicskotrások okozzák, amit emiatt megtiltottak.

A kisvízi meder bevágódásának a következménye, hogy a kisvízi hozamok az utóbbi 25 évben egyre alacsonyabb vízszint mellett vonulnak le [71], [72].

A paksi atomerőmű hűtővízigényét a Dunából az 1526,6 fkm-nél kiágazó hidegvíz csatornán keresztül biztosítják. A frissvízkivétel hatóság által engedélyezett mennyisége jelenleg 98 m^3/s (2,5 milliárd m^3/év). A ténylegesen felhasznált frissvíz éves mennyisége 1997–2008 között 2,1–2,4 milliárd m^3 között alakult. A négy blokk normál üzemmódja mellett a turbinakondenzátorok hűtéséhez szükséges vízmennyiség 100–110 m^3/s. A kivehető frissvíz mennyiségét meghaladó hűtővízigényt a víz technológián belüli visszaforgatásával oldják meg.

A kivett frissvíz a Duna középvízi hozamának 4–4,5%-a, a 700 m^3/s-os átlagos legkisebb dunai vízhozamnak pedig mintegy 14%-a. A felhasznált hűtővíz szinte teljes mennyiségét a vízkivételi pont alatt mintegy 450 m-rel, a melegvíz csatorna energiatörő műtárgyán keresztül vezetik vissza a Dunába. Az erőmű vízfelhasználása tehát nem okoz jelentős mennyiségi változást, azonban a használt hűtővíz visszavezetése hatással van az áramlási és mederviszonyokra, a Duna vízminőségére, a víz hőmérsékletére és az ökológiai viszonyokra.

A Duna áramlási és mederviszonyai

A paksi atomerőmű környezetében többször végeztek részletes hidrometriai[17] felmérést. Először 1967-ben [73], majd 1983-ban 2900 m^3/s-os vízhozamnál 55 m^3/s hűtővíz felhasználás mellett. 2003-ban 1600 m^3/s-os vízhozamnál 110 m^3/s névlegesen hűtővíz használatnál. Középvízi tartományban a melegvízcsóva hatása az áramlási térre kisebb volt, a sodorvonal még az 1525,0 fkm-nél is a jobb oldalon húzódott. Alacsonyabb vízhozamnál, a sarkantyúk irányterelő hatására, a sodorvonal az 1525,0 fkm-ben már a meder bal térfelén húzódik.

Az atomerőmű térségében a Duna-meder átlagos mélysége a kisvízszint alatt 4 m, a sodorvonalban 5–6 m. A meder anyagát főleg kavicsos homok és homokos kavics alkotja.

Az atomerőmű szűkebb környezetében a kisvízi meder általános mélyülése megállt, és viszonylag stabilnak mondható. Azonban a görgetett hordalék utánpótlódásának jelentős lecsökkenése miatt az érintett Duna-szakasz hordalékhiányos, így a jelenlegi kényes egyensúlyi helyzet könnyen megbomolhat.

A melegvíz csatorna torkolata alatt a megnövekedő vízsebesség és turbulencia a meder jelentős kimélyülését eredményezte (*Melléklet M-9. ábra*). Ugyanakkor a jobb part menti szegélyzátony (Uszódi-zátony) magassága megnőtt, felszínén állandó növényzet telepedett meg, és a kavicsos homok felett megkezdődött a finomszemű áradmányos fedőüledék lerakódása. Szintén a kisvízi meder mélyülésével magyarázható, hogy az utóbbi 5 évben az 1525,6–1526,1 fkm között a bal part mentén is egy vékony, hosszú szegélyzátony kezdett kialakulni.

[17] Hidrometria: vízméréstan, a folyó- és állóvizek műszaki szempontból fontos jellemzőinek (pl. az áramlási sebességnek) mérésével foglalkozó tudományág.

A Duna vízminősége

A szigorodó környezetvédelmi szabályozásnak köszönhetően, az ipari és kommunális szennyvízterhelés jelentős csökkenésének eredményeként a Duna vízminősége az utóbbi évtizedekben folyamatosan javul. A Dunaföldvár–Hercegszántó közötti Duna-szakasz vízminőségi törzshálózati pontjain mért néhány jellemző vízminőségi paraméter éves 90%-os tartósságú értékének időbeli alakulását mutatja be a *Melléklet M-10. ábrája*. Mint látható, az 1979–2004 közötti időszakban az időbeli változás sokkal jelentősebb, mint a vizsgált paraméterek folyásirány szerinti koncentráció-változása.

A Duna vízminősége jelenleg Paks térségében az oxigénforgalom mutatói és a szervesanyag-tartalom alapján az MSZ 12749:1994 szabvány szerinti I–II. (kiváló–jó), a növényitápanyag-tartalma alapján pedig II–III. (jó–tűrhető) vízminőségi osztályba tartozik. A szerves és szervetlen mikroszennyezők közül az anionaktív detergensek és a toxikus fémek koncentrációja alapján a vízminőség jelenleg az I–II. osztálynak felel meg, a fenolok alapján a vízminőség II–III., a kőolaj és termékei alapján pedig – a jelentős javulás ellenére – a IV. (szennyezett) osztályba tartozik.

Az atomerőmű alatti mintavételi helyeken (Fajsz, Baja, Mohács, Hercegszántó) általában nem rosszabb a víz minősége, mint a felette lévőnél (Dunaföldvár). Az atomerőmű használtvíz-kibocsátása következtében tehát a Duna vízminősége nem változik számottevően.

A paksi atomerőmű vízrendszereinek vízgazdálkodási és vízminőségi vizsgálatát 1983 óta végzik [74]. A helyszíni monitoring keretében a Duna vízminőségét a hidegvíz csatorna kiágazása felett, az 1527,0 fkm-nél, valamint a melegvíz csatorna torkolata alatt, az 1526,0 fkm-nél vizsgálják.

Ezek a mintavételek megerősítették a törzshálózati állomások vízvizsgálata alapján levont következtetéseket: az atomerőmű használt vizeinek hatása a Duna hossz-szelvénye mentén elsősorban a vízhőmérséklet, és az oxigénforgalom mutatói, valamint egyes mikroszennyezők, kőolajszármazékok és a háztartási szennyvízre jellemző komponensek tekintetében volt kimutatható. Azonban a szennyezések koncentrációja csak kissé haladta meg a Duna-vízre jellemző átlagos értéket.

Az atomerőműben évente 240–280 ezer m^3 kommunális szennyvíz keletkezik. Az erőmű saját szennyvízkezelő telepe totáloxidációs, eleveniszapos technológiájú, kapacitása 1870 m^3/nap (657 ezer m^3/év). A tisztított szennyvizet csővezetéken keresztül a melegvíz csatornába, az energiatörő műtárgy feletti szakaszra vezetik, ahol a használt hűtővízzel keveredve, több ezerszeres hígulással jut vissza a Dunába.

A Dunából nyert vizet nemcsak hűtővízként, hanem ipari pótvízként is használják. Az atomerőműben évente kb. 1 millió m^3 sótalan vizet állítanak elő ioncserés tisztítással. Az eljárás során évente 140–160 ezer m^3 savas és lúgos szennyezettségű ipari hulladékvíz keletkezik, amelynek semlegesítését és ülepítését 10 000 m^3-es zagymedencékben végzik, a hideg- és melegvíz csatorna közötti területen. A medencék vízminőségét és kibocsátását rendszeres üzemi és hatósági kontroll ellenőrzi. A kibocsátás a tisztított kommunális szennyvizek gyűjtővezetékén keresztül történik, a melegvíz csatorna energiatörő műtárgya feletti bevezetéssel.

A Duna vízhőmérsékletének alakulása

A Duna vizének hőmérsékletét a telephelyhez legközelebb a Paks hajóállomásnál lévő vízmérce-szelvényben, az 1531,3 fkm-nél mérik rendszeresen. Az atomerőmű telepítését megelőző évek legmagasabb vízhőmérséklete 25,2 °C volt (1971. augusztus 8.). Az üzemeltetési időszak alatt 2006-ban mérték a legmagasabb értéket (26,7 °C), ezt megelőzően pedig 1994 és 2003 nyarán 25,9 °C-ot. A Duna vízhőmérsékletének éves alakulását az 1990–2009 közötti időszakban a *Melléklet M-11. ábrája* mutatja be.

Az atomenergia alkalmazása során a levegőbe és vízbe történő radioaktív kibocsátásokról és azok ellenőrzéséről szóló 15/2001. (VI. 6.) KöM rendelet 10. § (1) bekezdése szerint: az atomerőműből kibocsátásra kerülő, és a befogadó víz hőmérséklete közötti különbség (ΔT) nem lehet nagyobb 11 °C-nál, illetve +4 °C alatti befogadó víz hőmérséklet esetén 14 °C-nál, és a kibocsátási ponttól

folyásirányban számított 500 m-en lévő szelvény bármely pontján a befogadó víz hőmérséklete nem haladhatja meg a 30 °C-ot (T_{max}).

A paksi atomerőmű üzemi monitoring rendszerében óránként mérik a hűtővízcsatornák vízhőmérsékletét. A hidegvíz csatornából kiemelt szűrt víz a technológiai rendszereken áthaladva a mindenkori Duna-víz hőmérsékleténél 7–9 °C-kal (a téli hónapokban 11–12 °C-kal) felmelegedve kerül vissza a Dunába.

A vízhőmérsékletek és vízhozamok együttes előfordulási valószínűségének és tartósságának vizsgálata megmutatta, hogy két mértékadó helyzettel kell számolni: a nyári legnagyobb vízhőmérséklettel, és az őszi legkisebb vízhozammal jellemezhető állapottal. Nyáron, amikor a Duna vízhőmérséklete meghaladja a 24 °C-t, elsősorban a maximális hőmérsékletre vonatkozó korlát (T_{max}) betartása a mértékadó. A legkritikusabb a tartósan meleg és száraz, kánikulai időjárás következtében nyáron kialakuló kisvízi időszak. Ezen időszakokban az atomerőmű intézkedéseket tett a vízminőség-védelem érdekében, biztosítva a hőmérsékleti korlátok betartását. Az őszi-téli kisvízi időszakban, amikor a folyó alacsony hozama miatt a relatív hőterhelés jelentős, elsősorban a hőlépcsőre (ΔT) vonatkozó korlát betartására kell ügyelni.

A felmelegedett hűtővíz Dunában történő elkeveredésének vizsgálatára 1983 és 2005 között hat termovíziós mérésre került sor [75] (*Melléklet M-12. ábra*). A felvételek szerint a Duna hozamától és vízhőmérsékletétől függetlenül, a beömlés alatti 1–2 km-es szakaszon a hőcsóva viszonylag homogén, és a beömlési turbulencián kívül elkeveredés alig történik. A hőcsóva a jobb parthoz simulva vonul le, és behatol a zátonyok közötti vízterületekre is. A hőcsóva elkeveredése a beömléstől számított 4–5 km-es szakaszon túlnyomó részben megtörténik, és 10 km távolságban a felszíni vízhőmérséklet alapján már nem mutatható ki.

A vízfelszín alatti elkeveredés, illetve a mélység menti hőmérsékletkülönbségek vizsgálatára az 1527–1499 fkm közötti Duna szakaszon 8 szelvényben vizsgálták a hőmérséklet mélység szerinti eloszlását [76]. A mérések szerint a szekszárdi hídnál, vagyis 27 km-rel a beömlés alatt a víz hőmérséklete a Duna teljes mélységi szelvényében 1,1–1,3 °C-kal melegebb, mint a bal parti víztest. Ez azonban a végső hatásviselőkre (a vízi élővilág egyes fajai) már nem releváns különbség.

A hőcsóva által érintett folyószakaszon a megnövekedett vízhőmérséklet helyileg meggyorsítja a folyóban történő szervesanyag-lebomlást, ami növekvő oxigénfogyasztással, oxigénelvonással jár. A melegvíz bevezetésének hatására a Dunában található összes biomassza magasabb, mint a felsőbb szelvényekben. A beömlés alatti néhány km-es szakasz vízi élővilága az egyik leggazdagabb faji összetételű a térségben. A magasabb hőmérséklet hatására a halállomány egyedsűrűsége – különösen a téli hónapokban – meghaladja az átlagos értéket. Összességében megállapítható, hogy a melegvíz-bevezetés vízkémiai és hidrobiológiai hatásai a hatósági előírásoknak megfelelnek, és a vízminőségi határértékek túllépése egyetlen esetben sem fordult elő.

A felmelegedett hűtővíz elkeveredési folyamatát numerikus modellekkel vizsgálták [77]. A számítási eredmények alapján javaslatokat fogalmaztak meg a monitorozás és az üzemirányítás fejlesztésére. Értékelték az éghajlatváltozás lehetséges hatását, a 2050-re vonatkozó potenciális éghajlati hatások elemzésével. Megállapították, hogy a bevezetés alatt 500 m-rel lévő referenciaszelvényre vonatkozó környezetvédelmi előírás betartása szempontjából kritikus 24–25 °C feletti háttér dunai vízhőmérsékletek jelenleg évente átlagosan legfeljebb 2–5 napig fordulnak elő. Az éghajlatváltozás feltételezett forgatókönyve mellett a kritikus helyzetek tartóssága mintegy háromszorosára, 8–16 napra nőhet, azonban e becslések bizonytalansága jelentős.

3.5.2. Az építés hatásai

A tervezett új blokkok létesítése és építése során – a jelenleg üzemelő blokkok hatásán túl az alábbi közvetlen és közvetett hatások szempontjából vizsgáltuk a felszíni víztesteket érintő többletterhelést: technológiai- és hűtővíz biztosítása, kezelése és elvezetése; kommunális szennyvíz kezelése és elvezetése; alapozási munkák során kiemelt víz kezelése, elvezetése; hulladékvíz és

egyéb szennyvíz kezelése, elvezetése; Duna medret és Duna-partot érintő beavatkozások és kiporzás következtében fellépő felszíni vízszennyezés.

3.5.2.1. Használati és technológiai vízkivétel

Technológiai vízigény

A technológiai vízigényeket dunai vízkivételből biztosítják. Nagy mennyiségű ioncserélt vízre feltételezhetően a próbaüzem fázisában lesz szükség, amelyet az új blokkokhoz létesülő pótvízüzemből biztosítanak. Az egyes építési folyamatok pontos vízigénye a tervezés jelenlegi fázisában még nem ismert. A különböző blokktípusok szállítói által megadott vízmennyiségek 400 m^3/nap és 1300 m^3/nap között változnak, az átlagos vízigény 1000 m^3/nap [27 – 30].

Tűzivíz biztosítása

A tűzivíz biztosítása az új blokkok üzemelése esetén is dunai vízkivételből, parti szűrésű kutakból történik. Maximális vízigény 47 l/s, a havi átlagos igény 1000 m^3/hónapra becsülhető [26], [27].

3.5.2.2. Szennyvíz kibocsátás

A létesítés során tisztítás utáni vízelvezetésből származó hatás a Dunát érinti. A 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet, a szennyvizek befogadóba való közvetlen bevezetésére vonatkozó, vízminőség-védelmi területi kategóriák szerint meghatározott kibocsátási határértékek című 2. számú melléklete szerinti kibocsátási határértékek betartása az új blokkoknál is szükséges.

Mélyépítési víztelenítés

A munkagödör víztelenítésnél keletkező víz minősége, magas üledéktartama, valamint esetleges olajos szennyezettsége miatt folyamatos ellenőrzést igényel. A szikkasztás lehetőségén túl, igény szerint kezelés, ülepítés, olajleválasztás után a Dunába vezetés lehetséges, figyelembe véve a 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet 2. számú melléklete szerinti határértékeket. A fellépő káros hatások az alapozási munkák idejére korlátozhatók és kellő körültekintéssel, valamint a kibocsátási határértékek betartásával csökkenthetők.

Csapadékvíz

A létesítés során, az új atomerőmű felvonulási, illetve üzemi területére hulló csapadék, valamint keletkező hó olvadékból származó vizek elvezetésére csapadékvíz-elvezető és -kezelő rendszert létesítenek. Az összegyűjtött vizek befogadója – olajleválasztást követően – a hidegvíz és melegvíz csatorna lehet. A létesítési munkák megkezdésekor – blokktípustól függetlenül – egy ideiglenes csapadékvíz elvezető rendszer létrehozása szükséges, mely a munkálatok előrehaladtával, azok igényei szerint fejlesztendő. A csapadékvíz, különösen az építés fázisában hordalékot, olajat és levegőből kiülepedett szennyezőanyagot tartalmazhat, a befogadóba történő bevezetés előtt a megfelelő ellenőrzést, kezelést továbbra is biztosítani kell.

Kommunális szennyvíz

Az új blokkok létesítése jelentős munkaerő igénnyel jár, megnövelve a keletkezett kommunális szennyvíz mennyiségét, ezért az építési területen keletkező kommunális szennyvíz kezelésére még a munkálatok megkezdése előtt új szennyvíztisztító műtárgy létesül. A tisztított szennyvíz befogadója a melegvíz csatornán keresztül a Duna. [78]

A dolgozói létszám az építés különböző fázisaiban jelentősen eltérő lehet. A szállítók által közölt adatok alapján 1200–7000 fő között változhat. 140 l/nap/fő értékkel számolva a napi kommunális szennyvíz kibocsátás 168–980 m^3/nap [26 – 30].

A szennyvízkibocsátás a határértékek betartása mellett nem változtatja meg jelentősen a befogadó Duna minőségét, hatása 5 km-en belül marad.

3.5.2.3. Egyéb hatások

Az atomerőmű egy, a hidegvíz csatornán létesített folyami kikötővel rendelkezik. Egy ideiglenes Duna-parti kikötő létesítésével a közúti szállítás okozta hatások csökkenthetők.

A kétlépcsős frissvízhűtéses hűtőrendszer részét képező, az új blokkok hűtővíz ellátását biztosító új, függő medrű hidegvíz csatorna vízellátását Duna parti szivattyútelep létesítésével tervezik biztosítani. Az átemelő műtárgy kivitelezése közvetlen hatással van a Duna vízminőségére, hidrodinamikai állapotára. A létesítés időszakos hatásai a Duna-partot valamint a Duna-medret közvetlenül érintik, a megváltozott áramlási viszonyok morfológiai, vízminőségi változásai részletes vizsgálatot igényelnek.

3.5.2.4. Közvetett szennyezési hatások

Közvetett hatásként vizsgálandó az építési munkák során keletkező por kiülepedése a felszíni vizeken. A porzás minimalizálható, ha száraz időszakban a területet nedvesítik, a fő közlekedési utakat átmeneti (pormentesítő) burkolattal látják el és a szállítójárművek rakományáról származó kiporzás minimalizálásáról gondoskodnak, pl. állandó földnedves állapotban tartják, vagy letakarják. A levegő védelméről szóló 306/2010. (XII. 23.) Korm. rendelet előírásait a tervezés, kivitelezés, üzemeltetés és felhagyás ideje alatt be kell tartani.

A munkagépekből esetlegesen elfolyó szénhidrogén származékok okozta talaj-, talajvíz és felszíni víztestet érintő szennyezés elkerülése érdekében fontos a megfelelő munkagépek kiválasztása, azok folyamatos karbantartása. A munkagépek számára javító/karbantartó műhelyt, töltőállomást, tartályparkot, hordós olajtárolót kell létesíteni. Ezen létesítmények esetében különösen fontos az elcsöpögés és a szivárgás minimalizálása.

3.5.3. Az új blokkok üzemelésének hatásai

3.5.3.1. Hűtővíz biztosítása

A hűtési lehetőségek vizsgálata [21] során frissvízhűtés alkalmazása esetén a *2.4.2. alfejezet 2.4.2-1. táblázatában* szereplő vízigényekkel számoltak. A kétlépcsős vízkivételhez tartozó dunai átemelő műtárgy 132–172 m^3/s vízzel látja el az új hidegvíz csatornát. Lokálisan és hosszú távon vizsgálandó kérdés a szivattyútelepnek a dunai sebességviszonyokra, a hajóforgalomra és a helyi morfológiai viszonyokra gyakorolt hatása, mivel a vízkivétel a jobbpartra szoruló sodorvonal közelében történik. Az új blokkok üzemelése esetén felmerülő vízigény a dunai átlagos legkisebb vízhozam kb. 25%-a, közepes vízhozam kb. 7,5%-a. A hűtővízkivétel hatásterülete a Duna hidegvíz- és melegvíz csatorna közötti területe.

3.5.3.2. Egyéb technológiai vízkivétel

A szállítói információk szerint normál üzem esetén az átlagos napi ioncserélt vízigény 430 m^3/nap, maximum 3000 m^3/nap-ra tehető. A kezeletlen vízigény várható minimális és maximális értékei 315 m^3/nap és 4000 m^3/nap [26], [28], [29], [30].

A tűzivíz biztosítása az új blokkok üzemelése esetén is a parti szűrésű kúttelepből történik. Maximális vízigény 20–47 l/s, az éves átlagos igény 3000 m^3/évre becsülhető [26], [27], [29].

3.5.3.3. Tisztított szennyvíz kibocsátás

Az erőmű üzeme során szennyvíz az alábbi folyamatok során keletkezik: vízkezelés, vízlágyítás; gőzfejlesztő lefúvatása; kondenzátum kezelő rendszer tisztítása, regenerálása; olajjal szennyezett (és előkezelt), egyéb technológiai szennyvíz valamint kommunális szennyvízkibocsátás.

A tisztított szennyvizeken túl, tisztítást nem igénylő használtvizek keletkezésével is számolni kell. A kezelést igénylő szennyvizeket össze kell gyűjteni és már az építés időszakában megépített szennyvíztisztítón keresztül engedhetők a Dunába. A kibocsátott szennyvíz minőségének a vízszennyező anyagok kibocsátásaira vonatkozó határértékekről és alkalmazásuk egyes szabályairól szóló 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet szerinti határértékeknek meg kell felelnie.

Kommunális szennyvíz

A létesítés kiemelkedően magas kommunális szennyvízkibocsátását követően, az üzemeltetési fázisban lényegesen kevesebb szennyvíz keletkezésére kell számítani. A becsült mennyiség 50 m^3/nap és 160 m^3/nap között várható, átlagosan 100 m^3/nap.

Egyéb szennyvíz kibocsátások

A kommunális szennyvíz kibocsátása mellett szennyvizek keletkeznek a vízkezelés (ülepítő medence leiszapolása, ioncserélő regenerálása, illetve filterek visszaöblítése), épületek, csarnokok tisztítása valamint egyéb technológiai eljárások során. Az olajjal esetleg szennyezett szennyvizeket olaj és iszapfogón keresztül lehet a telephely csatornarendszerébe bevezetni.

Csapadékvíz elvezetés

Bár a csapadékvíz különösen az építés fázisában tartalmazhat hordalékot, olajat és a levegőből kiülepedett szennyezőanyagot, az üzemelési fázisban is biztosítani kell a befogadóba történő bevezetés előtt a megfelelő ellenőrzést, kezelést. A csapadékvízelvezető-rendszer kialakításánál gondoskodni kell olajszűrők beépítéséről, valamint csapadékvíztároló-medencékről, hogy intenzív csapadék esetén is visszatartható legyen az összegyűjtött vízmennyiség.

A Kondor-tó és a horgásztavak vízpótlása az atomerőmű használt technológiai vizének időszakos bevezetésével történik. Az új blokkok üzemeltetése során ez továbbra is biztosítható, a szennyvizek befogadóba való közvetlen bevezetésére vonatkozó, vízminőség-védelmi területi kategóriák szerint meghatározott kibocsátási határértékekről szóló 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet 2. számú melléklete szerinti kibocsátási határértékek betartása mellett.

A csapadékvíz és egyéb hulladékvizekből keletkező szennyvízkibocsátás dunai hatásterülete kb. 5 km-en belül marad. Elkeveredési modellel vizsgálandó a továbbiakban, hogy a vízminőségi osztály változása bekövetkezik-e, illetve hogy annak pontos hatásterülete mekkora.

3.5.3.4. Felmelegedett hűtővíz kibocsátás

A frissvízhűtéses hűtőrendszerben a felmelegedett hűtővíz a Dunába visszavezetve a hőtartalmát közvetlenül a folyó vizének adja át. A régi és az új atomerőművi blokkok együttes működésekor felmelegedett hűtővíz intenzív elkeveredését szolgálja a kialakításra kerülő új melegvíz csatorna szakasz, azaz a két helyen tervezett melegvíz bevezetés.

A Duna vizének hűtővíz céljára való használata a jelenleg hatályos előírások szerint a használt hűtővíz visszavezetése és az általa okozott hőterhelés oldaláról mutat korlátot. Irányadó a felszíni vizek minősége védelmének szabályairól szóló 220/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet és a vízszennyező anyagok kibocsátásaira vonatkozó határértékekről és alkalmazásuk egyes szabályairól szóló 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet. A paksi atomerőmű hőterhelését jelenleg az atomenergia alkalmazása során a levegőbe és vízbe történő radioaktív kibocsátásokról és azok ellenőrzéséről szóló 15/2001. (VI. 6.) KöM rendelet szabályozza. Ez előírja (a) a kibocsátásra kerülő és a

befogadó víz hőmérséklete közötti különbséget – amit az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. jelenleg is monitoroz –, és (b) a kibocsátási ponttól folyásirányban számított 500 m-en lévő szelvényben a maximumra vonatkozó 30 °C hőmérsékleti korlátot. [79]

Magas Duna víz hőmérséklet esetén kiegészítő műszaki intézkedések (hidegvíz bekeverés, blokkok visszaterhelése) szükségesek a kibocsátási korlát betartásához.

A befogadó vízfolyásban (Duna, 1526,2–1510 fkm), a melegvíz bevezetés hatására kialakuló – vízmélység mentén integrált, illetve átlagolt – vízhőmérséklet számítást végeztünk az *MI-10-298-85 – Szennyezőanyagok terjedésének meghatározása vízfolyásokban* irányelv alapján. Számításunk csak becslést ad a hőmérséklet eloszlására, feltételezve, hogy a kibocsátásra kerülő víz maximális hőmérséklete 30 °C, víz átlagsebessége 1,1 m/s, átlagos vízmélység 4,5 m:

(1) A 2×1200 MW blokkok esetén a melegvíz csatornától kb. 4,5 km-re, 2×1600 MW esetén kb. 8,5 km-re a bevezetések által okozott hőmérséklet növekmény 1 °C alá csökken.

(2) A hőcsóvák teljes keresztirányú elkeveredése kb. 30 km-rel a bevezetésektől megtörténik.

A jelenleg üzemelő blokkokra végzett hatásvizsgálatok, helyszíni mérések, numerikus modellek és labormérések alapján becsülhető az új blokkok hatása és hatásterülete [37]. Az új blokkok üzemeléséből eredő hőterhelés hatásterülete kb. 4,5–8,5 km.

3.5.3.5. Felszíni vizeket érintő hatások Víz Keretirányelv (VKI) szerinti értékelése

Magyarország Vízgyűjtő-gazdálkodási Terve (VGT) alapján a paksi atomerőmű környezetében az alábbi víztestek különíthetők el: Duna, Csámpa-patak, Paks-Faddi-főcsatorna, Faddi-Holt-Duna, Paksi Horgászegyesületi halastavak, valamint a Kiskunsági Nemzeti Parkhoz tartozó Szelidi-tó természetvédelmi terület.

Az új blokkok üzemeltetése az ipari és kommunális szennyvíz, valamint a hűtővíz bevezetése szempontjából lehet befolyásoló hatással a Duna vizére kikötött környezeti célok elérésére. A jogszabályoknak megfelelő minőségű ipari és kommunális szennyvíz bevezetése esetén vizsgálandó, hogy a minőségi osztály romlását okozza-e a létesítés és a normál üzem melletti kibocsátás.

A VGT műszaki intézkedési programja intézkedéseket tartalmaz a felszíni vizekbe történő pontszerű bevezetésekkel kapcsolatosan. A VGT csak elvárásokat fogalmaz meg, nem rögzíti a kibocsátott meleg víz hőmérsékletmérésének ellenőrző szelvényét. Duna esetében a kifolyó meleg víz hőmérséklet T_{max} = 30 °C, a hőlépcső 4 °C alatti Duna víz hőmérséklet esetén ΔT_{max} = 10–12°C, 4 °C feletti Duna víz hőmérséklet esetén ΔT_{max} = 5–8 °C, valamint a teljes elkeveredés utáni hőmérséklet különbség ΔT = 3 °C, melyek a tervezett fejlesztési paraméterek ismeretében teljesülnek.

A Csámpa-patak, a Paks-Faddi-főcsatorna, a Faddi-Holt-Duna, a Paksi Horgászegyesületi halastavak, valamint a Szelidi-tó esetén az új blokkok létesítése és üzeme a VGT-ben meghatározott intézkedésekre nincs jelentős hatással.

3.5.4. A telephelyen üzemelő nukleáris létesítmények együttes hatásai

A meglévő erőmű négy blokkjának hűtéséhez a Dunából 100–110 m^3/s (max. 120 m^3/s) vizet emelnek ki. Ehhez a vízmennyiséghez adódik az új blokkok teljesítménytől függő hűtővíz igénye. A meglévő és az új blokkok együttes hűtővíz igényének maximuma 292 m^3/s, mely a dunai átlagos legkisebb vízhozam (700 m^3/s) kb. 42%-a, közepes vízhozam kb. 12,5%-a.

A meglévő erőműben évente 240–280 ezer m^3 kommunális szennyvíz keletkezik, mely az erőmű saját, 1870 m^3/nap (657 ezer m^3/év) kapacitású szennyvízkezelő telepén kerül tisztításra. A meglévő és az új erőműből kibocsátott szennyvíz minőségének egyaránt ki kell elégíteni a 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet szerinti határértékeket.

A régi és az új atomerőművi blokkok együttes működésekor összesen legfeljebb 292 m^3/s felmelegedett hűtővizet vezetnek vissza a Dunába a meglévő, illetve az intenzívebb elkeveredését szolgáló új melegvíz csatorna szakaszon. A *3.5.3.4. alfejezet* szerinti, a befogadó vízfolyásban (Duna, 1526,2–1510 fkm) a melegvíz bevezetés hatására kialakuló – vízmélység mentén integrált, illetve átlagolt – vízhőmérséklet eloszlás számítás alapján az alább megállapításokat tehetjük:

(1) Az üzemelő és 2×1200 MW új blokkok esetén a meglévő melegvíz csatornától kb. 20 km-re, 2×1600 MW esetén kb. 25 km-re a bevezetések által okozott hőmérséklet növekmény 1 °C alá csökken.

(2) A hőcsóvák teljes keresztirányú elkeveredése kb. 30 km-rel a bevezetésektől megtörténik.

A Dunából történő hűtővízkivétel a meglévő és az új blokkok együttes vízigényét tekintve jelentős. A meglévő és az új erőmű esetében is frissvízhűtést figyelembe véve az együttes hőterhelés hatásterülete kb. 18–24 km.

3.5.5. Üzemzavarok és balesetek hatásai

A nem radioaktív szennyezéssel járó üzemzavarok és balesetek környezetre gyakorolt hatásvizsgálatnál a tárolt folyékony veszélyes anyag mennyiséget kell figyelembe venni. Az ammónium-klorid, lítium-hidroxid, nátrium-molibdát, nátrium-bromid, polifoszfátok / ortofoszfátok / foszforsav, cink-acetát és etilén / propilén-glikol épületen belül tárolt kis mennyisége miatt nem jelent meghatározó kockázatot a felszíni vizekre egy esetleges baleset esetén sem.

Az anyagok tárolása a gázolaj kivételével a turbinacsarnokban történik, így azok kiömlése felszíni víztestet nem érint. A gázolaj tárolása feltehetően a dízelgenerátorok mellett lesz, ezért részletesen vizsgálni kell egy esetleges felszíni vízbe történő olajkiömlést. Az olajszennyezés hatása nagyban függ a szennyezés lokalizálásának és a kárelhárító beavatkozásnak a gyorsaságától. A kárelhárításra különböző lefölözési és összegyűjtési technikák vannak: merülőfal, úszó merülőfal és lefölöző berendezés.

Az atomerőmű területén tárolt gázolaj felszín alatti környezetbe való bejutása hatással lehet a felszíni víztestekre is. A felszínre kiömlő nagy mennyiségű gázolaj elérve a talajvizet kör alakú lencsét alkot. Az olajlencséből beoldódott szénhidrogén vegyületcsoportok a hidegvíz csatornát és a Dunát is elérhetik. Ennek részletes vizsgálata hidrodinamikai transzportmodellel történhet.

A kommunális szennyvíztisztító rendszer nem megfelelő működése esetén a kezeletlen szennyvíz bejutása dunai szennyezést okozhat. A szennyvíztisztítóból a befogadóba – különösen csapadékos időszakban – kimosódó nagy koncentrációjú lebegőanyag, és hagyományos kommunális eredetű szerves anyag, tápanyagok, különböző toxikus anyagok, coli baktérium kerülhet.

Üzemzavari esetben a hűtőrendszer feladata a blokkok leállítása után felszabaduló maradékhő (ún. remanens hő) elvezetése, ami a leállítást követően fokozatosan csökken. A Dunába visszavezetett felmelegedett hűtővíz okozta hőterhelés a blokkok üzemzavara esetén a normál üzemben lehetséges terhelés alatt marad.

3.6. Felszín alatti vizek

3.6.1. Az alapállapot ismertetése

A beruházási területen a talajvíz átlagos szintje 7–8 m-es mélységben húzódik, áramlási iránya átlagos vízállás esetén Ny-K-i. Az átlagos talajvízszint ingadozás mértéke – a Dunától való távolság függvényében – 3,0–6,5 m.

A talajvíz szintjét és a talajvízjárást a természetes hatások mellett (csapadék mennyisége, a háttér felőli hozzááramlás, Duna vízállása), a mesterséges létesítmények (csatornák, tározók) üzeme, a

csapadékvíz elvezetése (övcsatorna), a terület feltöltöttsége, valamint a közműhálózat (pl. vízvezeték és csatorna meghibásodások) is befolyásolja. A talajvíz kémiai összetétele kalcium-hidrogén karbonátos.

A leendő erőművi blokkok helyét érintő hagyományos környezeti szennyezést csak az építési hulladéklerakón tártak fel [80]. A vizsgálatok csak a talajvízben mutattak ki időszakos jellegű ammónium-, nitrát-, szulfát-, TPH- és cink-szennyeződéseket. Mivel a szennyeződés nem veszélyeztette az élő környezetet, ezért kármentesítési beavatkozásra nem volt szükség. A lerakó rekultivációja 2004-ben fejeződött be.

3.6.2. Az építés hatásai

Az alapozási munkagödrök víztelenítésének hatásai a talajvízre

Az alapozási gödrök víztelenítése a talajvíz szintjét, áramlási irányát és sebességét egyaránt befolyásolja. A víztelenítés hatására bekövetkező nagyobb mértékű talajvízszint csökkenés feltehetően csak a bővítési terület közvetlen környezetében lesz megfigyelhető, időtartama korlátozott. A víztelenítés befejeződése után visszaáll az egyensúlyi állapot. A hatásterület K-felé a Duna vonaláig terjed. A hatásterület pontosításához hidraulikai modellezést célszerű végezni.

A munkagödrök létesítése a víztelenítés szempontjából két fázisban történik. A munkagödör mélyítése kb. –7 m-ig – átlagos és alacsony talajvízállások esetén – talajvízszint süllyesztés nélkül elvégezhető. A munkagödrök további mélyítésekor már a talajvízszint süllyesztése szükséges.

A víztelenítés közvetett hatása a vízadó képződmények tömörödése, kompakciója. A tömörödés következtében létrejött térfogatcsökkenés a felszínen egyenlőtlen süllyedéseket okozhat. A víztelenítés befejezése után a vízadó rétegek térfogat növekedésével kell számolni.

A víztelenítés közvetetten kedvezőtlen hatással lehet a meglévő művi környezetre (építmények) a vízadó rétegek térfogat változásai következtében (talajmozgások).

A beépítettség hatása a talajvízre

A beépítettség korlátozza a csapadékvizek beszivárgását, ez csökkentheti a talajvíznívót. Ugyanakkor a párolgás csökkenése miatt a vízszint emelkedése várható. A két hatás egymást kiegyenlíti.

A beruházási terület alatt a talajvíz utánpótlódása oldalirányból történik (a vízállástól függően a háttér vagy a hidegvíz csatorna felől), tehát a beépítettségnek nincs döntő hatása a talajvízszintek alakulására.

A rétegvizeket érintő hatások becslése

A beruházás közvetlen hatással csak a sekély rétegvizekre lehet, az 500 m-nél mélyebben lévő termálvizeket nem érinti. A fokozott vízkivételek hatása már a létesítéskor jelentkezik, de a hatás a meglévő és a létesítendő új reaktorblokkok együtt üzemeltetése során éri el a maximális mértéket.

Az új blokkok létesítésekor a kommunális vízigény 112–980 m^3/nap között változik az egyes blokktípusoktól függően. A Csámpai Vízmű kapacitása 2500 m^3/nap (kb. 900 000 m^3/év), amely elegendő a meglévő és az új blokkok kommunális vízigényének egyidejű kiszolgálásához. Az új blokkok vízjogi engedélyezési eljárása során el kell végezni a csámpai vízbázis védőidomainak újbóli meghatározását.

A fokozott rétegvíz-termelés kedvezőtlen hatásai az alábbiak lehetnek:

- A rétegvizek nyugalmi vízszintjei tovább csökkennek.
- A vízszint csökkenések következtében a vízkitermelés energiaigénye megnő.
- A rétegvizek áramlási pályáinak és nyomásviszonyainak esetleges megváltozása következtében a jelenlegi pozitív vertikális hidraulikai gradiens negatívba fordulhat, emiatt a felszíni szennyeződések a rétegvízadó rétegekbe is lejuthatnak.

- A vízpotenciál csökkenése következtében megváltozhat a rétegvizek kemizmusa.
- A pórusvíznyomás csökkenése következtében a vízadó rétegekben további kompakció léphet fel, amely szélsőséges esetekben a talajfelszín süllyedésében is megnyilvánulhat [81].

A rétegvizek nyugalmi szintjeinek csökkenése biztosan bekövetkezik. Emiatt a víztermelés energiaigénye is megnövekszik, blokktípustól függetlenül. A víznívó süllyedése várhatóan nem haladja meg a néhány métert.

A különböző blokktípusok kommunális vízigényeit tekintve a vízkitermelés mértéke várhatóan nem lesz károsító hatással a rétegvíz készletre.

3.6.3. Az új blokkok üzemelésének hatásai

A létesítendő erőműblokkok normál üzemű működése során a felszín alatti vizeket nem érheti semmiféle szennyeződés, ezt az alkalmazott technológiák teljességgel kizárják. Ilyen technológiai eredetű szennyeződések csak haváriák esetén merülhetnek fel.

Mélyalapozások hatása a talajvízre

Egyes létesítmények (konténment, turbina) alapsíkja várhatóan a mindenkori talajvízszint alatt lesz, így a mélyalapok a talajvizek természetes áramlási irányát – akadályt képezve – eltéríthetik.

A parti szűrésű kútsorok üzemeltetése okozta mederkolmatáció

Jelenleg a hidegvíz csatorna erőmű felőli partján 10 db parti szűrésű kút található. [82] A parti szűrésű kutakból kiemelt víz várhatóan csak tűzivíz ellátás céljából kerül felhasználásra. Az új blokkok üzemeltetésével kapcsolatos megnövekedett technológiai vízigény akár a parti szűrésű kutak fokozott üzemeltetésével is biztosítható, ami a hidegvíz csatorna medrének fokozottabb eliszapolódásával járhat a csatorna beszűrődési felületén, azaz felléphet a mederkolmatáció jelensége. A kolmatáció káros hatása a meder rendszeres kotrásával csökkenthető.

Az üzemelés hatásai a rétegvizekre

Az üzemelés rétegvizekre gyakorolt hatásai nem térnek el a létesítés során ismertetett hatásoktól. A jelenlegi ismeretek szintjén az üzemelés során a rétegvizek várhatóan minden szempontból kisebb mértékű hatásoknak lesznek kitéve, mint a létesítéskori hatások. A *3.6.2. alfejezetben* leírtak tehát a hatások fajtáját tekintve teljes mértékben megegyeznek az üzemeléskor jelentkező hatásokkal, a hatások mértéke viszont mindenkor kisebb lesz (a létesítés felső burkolóként értelmezhető az üzemeltetési hatások vizsgálatakor).

Az új erőműblokkok üzemeltetése időszakában a napi ivóvízigény 46,2–380 m^3 között változhat, a blokkok típusától függően.

3.6.4. A telephelyen üzemelő nukleáris létesítmények együttes hatásai

Mind a meglévő, mind a létesítendő erőműblokkok normál üzemű működése során a felszín alatti vizeket nem érheti szennyeződés, ezt az alkalmazott technológiák kizárják. Technológiai eredetű szennyeződések csak haváriák esetén fordulhatnak elő.

A meglévő és az új blokkok együttes üzemelésének időszakában a rétegvizeket érintő hatást a csámpai vízműkutakból történő vízkivétel növekedése jelent. A jelenleg üzemelő kutak egyidejű működése esetén kb. 5500 m^3/nap (kb. 2 millió m^3/év) elvi kapacitással rendelkeznek, a ténylegesen kiemelhető vízmennyiséget azonban a vízmű vas- és mangántalanító berendezésének kapacitása határozza meg. Ennek figyelembevételével a vízmű kapacitása 2500 m^3/nap (kb. 900 000 m^3/év), amely elegendő a meglévő és az új blokkok kommunális vízigényének egyidejű kiszolgálásához.

3.6.5. Üzemzavarok és balesetek hatásai

A nem üzemszerű működés következtében, balesetek és haváriák esetén különböző (nem radioaktív) szennyezőanyagok kerülhetnek ki a környezetbe, így a felszín alatti vizekbe is. A felszín alatti nyomás viszonyok miatt csak a talajvíz lehet érintett, a rétegvizeket jelenleg nem érheti felszíni szennyeződés. Az esetleges szennyeződések mértékének megítélése a 6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM rendelet 2. mellékletében leírtak szerint történik.

Az új blokkok tervezett területén a legvalószínűbb potenciális talajvíz szennyező forrásként a gázolajtárolás nevesíthető. Havária állapotnak a dízelolaj talajba történő szivárgása tekinthető, melynek következtében a Duna potenciális szennyeződése állhat fenn a szennyeződő talajvíztesten keresztül. A telephelyen tárolt dízelolaj mennyiségének és a tárolás helyének pontos ismeretében a későbbiekben vizsgálni szükséges a havária esemény bekövetkezésének lehetőségét, illetve a talajba esetlegesen beszivárogható dízelolaj lehetséges hatásait.

3.7. Talaj, földtani közeg

3.7.1. Az alapállapot ismertetése

A paksi atomerőmű környezetének földtani felépítése – a nagyszámú archív adat jóvoltából – jól ismert. Az egykori Magyar Állami Földtani Intézet adatbázisa 1989 db fúrást tartalmaz, amelyek közül 271 db érte el a pannon, 27 db pedig a pre-pannon képződményeket. Különösen fontos információt szolgáltatott a tervezett új blokkok területén folyamatos magvétellel létesült Paks-2 jelű mélyfúrás rétegsora. 2006-ban az erőmű 15×15 km-es környezetére 3D földtani-hidrogeológiai térmodell készült.

Az erőmű térségében az alaphegység felszíne mintegy 1600–1700 m mélységben húzódik. A medencealjzatot a Mórágyi Komplexumhoz tartozó alsó-karbon korú metamorf gránitos képződmények alkotják. A telephelytől ÉNy felé a medencealjzatban a kristályos képződményeket perm homokkövek és alsó-középső triász törmelékes-karbonátos üledékek fedik.

Az erőmű területén a medencekitöltő üledékek lerakódása a miocén elején indult meg. Mintegy 1000 m vastagságban, részben törmelékes üledékek, részben vulkanitok rakódtak le, amelynek egy része szárazföldi, egy része tengeri eredetű. A fő kőzettípusok a riolit, riolittufa, andezit, agyagmárga, mészmárga, homokkő, mészkő.

A 600–700 m vastag pannon összlet képződése 12 millió évvel ezelőtt indult meg. A mintegy 100–150 m vastag alsó-pannon üledékek főként kőzetlisztes agyagmárgából, agyagmárgás kőzetlisztből álló sekélytengeri képződmények. A kb. 500 méter vastagságú felső-pannóniai rétegsor az egész területen homok, agyagmárga és márgás kőzetliszt rétegek váltakozásában áll. Településük nyugodt, közel vízszintes, azonban egyes fúrásokban jelentős szerkezeti hatások nyomai figyelhetők meg. A felső-pannon üledékekre a negyedidőszaki képződmények eróziós diszkordanciával települnek.

Az atomerőmű környezetében a felszínen mindenütt negyedidőszaki képződmények találhatók (*Melléklet M-13. ábra*). A negyedidőszak folyamán az egyik legjellemzőbb üledékképződési mozzanat a pleisztocén löszképződés volt. A mintegy 70 m vastag löszsorozat alján pliocén–alsó-pleisztocén szárazföldi vörösagyag-rétegek települnek (Tengelici Vörösagyag Formáció).

Dunakömlőd–Pakstól és Dunaszentgyörgy Szőlőhegytől ÉNy-ra a lösz É-ÉNy–D-DK-i csapású platókat alkot, 140–180 mBf magasságú dombhátakkal, széles és lapos deráziós völgyekkel. E két löszvonulat között, az erőműtől ÉNy-ra, a Csámpai-patak völgye mentén, egy 4–6 km széles, pleisztocén-holocén lepelhomokkal fedett hordalékkúp-síkság húzódik, jellemzően 100–130 mBf közötti homokbuckás térszínekkel.

A paksi atomerőmű a Duna-völgy Ny-i szélén, felső-pleisztocén folyóvízi teraszon épült. Az atomerőmű területén az eredetileg 93–95 mBf-es térszínt 2–4 m vastag iszapos-homokos feltöltéssel

97 mBf-ig megemelték. A feltöltés alatt 12–18 m vastagságban közép- és finomszemű homok és kőzetliszt rétegek találhatók, a kavicsos homokból és homokos kavicsból álló bázisréteg többnyire a 78–83 mBf szint alatt jelentkezik. A kavicsréteg feküje[18] a 70–72 mBf szinten húzódik, alatta a felső-pannon összlet K-DK-nek dőlő, agyag, agyagmárga, iszapos homok és gyengén kötött homokkő rétegei találhatóak (*Melléklet M-14. ábra*).

A felső-pleisztocén terasz K felé határozott peremmel különül el a Duna holocén korú alacsony árterétől. Az alacsony ártér 89–93 mBf magasságú felszínét az egykori holtágak, valamint a karéjos övzátony-szerkezetek teszik enyhén hullámossá.

Az alacsony árteret a mai Duna holocén korú üledékei építik fel, legfelül szinte mindenütt pár méter vastag áradmányos iszap, kőzetliszt és finomhomok települ. Alatta keresztrétegzett folyóvízi apró- és középszemű homok következik a felszíntől számított 12–16 m mélységig. Legalul 5–25 m vastag kavicsos homok és homokos kavics következik, amely a felső pannon képződményekre települ.

Az alacsony ártér homokja alatti alsó kavicsréteg valószínűleg nem a holocén üledékképződési ciklus része, hanem a felső-pleisztocén terasz báziskavicsával áll közvetlen kapcsolatban.

A telephely szeizmicitását az 1986–1996 közötti időszakban alaposan megvizsgálták. A nemzetközi ajánlások szerint meghatározták a 10 000 éves visszatérési periódusú földrengés vízszintes és függőleges gyorsulás-komponenseit. Megállapították, hogy a 10 000 éves visszatérési periódusú mértékadó földrengés okozta maximális szabadfelszíni vízszintes gyorsulás értéke 0,25 g, míg a függőleges komponensé 0,20 g.

A paksi atomerőmű tágabb környezetében – a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ) ajánlásának megfelelően – 1995-ben mikroszeizmikus megfigyelő hálózat épült ki. Jelenleg 8 db korszerű, digitális mérőállomás üzemel az erőmű kb. 100 km-es sugarú környezetében. 1995–2005 között a hálózat összesen 708 földrengést regisztrált.

A rengések eloszlása meglehetősen diffúz, a hipocentrumok[19] – néhány kivételtől eltekintve – nehezen köthetők ismert törésvonalakhoz.

A vizsgált területre eső földrengés epicentrumok[20] területi eloszlását a *Melléklet M-15. ábrája* mutatja. Látható, hogy a történelmi rengések alapján kijelölhető aktív területek gyakorlatilag egybeesnek a mai epicentrumokkal. A paksi atomerőmű telephelyének környezetében a 15 éves megfigyelés alapján nem látható változás a szeizmicitás szintjében, az továbbra is alacsonynak mondható.

A mértékadó földrengés meghatározásán túl az 1986–1996 között folyó földtani kutatás fontos eredménye volt az utóbbi 100 000 évben aktív, felszínre kifutó vetődés lehetőségének kizárása, továbbá a telephely geotechnikai vizsgálatai alapján a talajfolyósodás lehetőségének és a talaj stabilitásának értékelése. A vizsgálatok szerint talajfolyósodásra csak a 10–20 m mélység közötti rétegek hajlamosak.

3.7.2. Az építés hatásai

A beruházás jelentős mértékben és nagy területeken érinti a földtani képződményeket a tereprendezés és az alapgödrök létesítése kapcsán. A munkagödrök méreteit az építmények méretei mellett, a közlekedési és szállítási útvonalak helyzete és a víztelenítés körülményei is meghatározzák. A tervezés jelen fázisában ezek az adatok még nem ismertek, ezért a munkagödrökből kikerülő talajok mennyiségei csak nehezen becsülhetők. A szállítók által megadott adatok szerint a kitermelendő földanyag a több százezertől a 4–6 millió m^3-ig terjedő tartományban becsülhető két blokk építése esetén. A várható maximális alapozási mélység 14 méter.

[18] A viszonyításul szolgáló réteg alatti részek megnevezése.
[19] A földrengés fészke, az a pont a Föld belsejében ahol a földrengés energiája felszabadul, és ahonnan a földrengés kiindul.
[20] Az epicentrum helye a hipocentrum merőleges vetülete a Föld felszínén.

Terep előkészítés, tereprendezés, közműkiváltások

A beruházási terület az üzemelő erőmű 4. blokkjának É-i szomszédságában, hozzávetőlegesen 400 m × 600 m-es téglalap alakú területet foglal el. A terület feltöltése a 97,15 mBf tervezési szintre már korábban megtörtént.

Ezen a területrészen jelenleg építmények már nincsenek, csak betonalapok maradványai. Az egész terület sík, egy része nagyméretű betonlapokkal fedett, a többi részét fűnemű növényzet borítja (lokálisan facsemeték), a növényzetet rendszeresen kaszálják. A földalatti közművek (csatorna, tűzivíz-hálózat) még megvannak.

A tervezett beruházás felvonulási területe (76,2 ha) közvetlenül É felé csatlakozik az építési területhez. Ezt a területrészt is már feltöltötték a tervezési szintre. Ny-on jelenleg az atomerőművet kiszolgáló cégek földszintes, könnyűszerkezetes csarnokai és iparvágányok találhatók. A leendő felvonulási terület K-i és É-i része beépítetlen, füves, fás ligetes jellegű. A hidegvíz csatorna partján parti szűrésű kútsor húzódik.

A tervezési szakaszban komolyabb, nagyobb volumenű munkálatokra, így az ezekkel járó hatásokra sem kell számítani. Csak fakivágások és a közműhálózat áthelyezésével járó kisebb földmunkák várhatók. A beruházási és a felvonulási területen is több talajvíz-megfigyelő kút található, ezek megszüntetéséről/áthelyezéséről gondoskodni kell.

Az építési helyszín adottságai az egyes blokktípusoktól teljesen függetlenek. Így az építkezéseknek a helyi terepi viszonyokra és a meglévő közműhálózatra vonatkozó, a fentieknél részletesebb hatásbecslése csak pontos kiviteli tervek birtokában lehetséges.

A talajkiporzás

Az alapozási munkagödrök, rézsűk, felvonulási utak létesítésével a talajok kiporzása is előtérbe kerül. Ez a hatás csak a felszíntől számított 20 cm-es mélységig érvényesül. A munkagödrök által feltárt talajok átlagos mértékadó szemcseméret 0,1–0,3 mm között változik, ezért ezek a talajok szemcseösszetételüknél fogva kiporzásra hajlamosak.

A talajok kiporzása különösen a száraz, meleg nyári időszakban jelentkezik. A téli félévben az alacsonyabb hőmérséklet és magas relatív páratartalom miatt a jelenség nem számottevő. A talajok kiporzása, mint hatás a levegő minőségét tekintve kedvezőtlen, különösen a földmunkák szűkebb környezetében, a hatásterület a munkagödrök méreteitől függ. A kiporzás jelensége időszakos, csak a nyitott munkagödrökhöz kapcsolódik.

A kiporzás ellen az egyik szóba jöhető védekezési mód a terület locsolása. A 3–4%-os víztartalom már töredékére csökkenti a kiporzás mértékét. A másik, olcsóbb lehetőség a szállító útvonalak homokos kaviccsal való felszórása.

A munkagödrök rézsűinek eróziója a csapadékvíz hatására (lepelerózió)

Az alapok munkagödreinek állékonyságát – a talajvízszint felett – leginkább az intenzív csapadékhullás veszélyezteti. A homokos talajok igen erózió érzékenyek, ezért a munkagödrök megfelelő állapota csak a csapadékvizek szakszerű elvezetésével biztosítható (árkok, aknák, talajstabilizáció).

Az alapozások hatása az altalajra

A beépítések területén a létesítmények súlyából adódóan, a rétegterhelés növekedése várható. A növekvő rétegterhelés következménye a talajok fokozatos tömörödése, kompakciója.

Az egyenletes szemcseméretű homokos üledékek térfogata már a lerakódás után – a szemcsék egyszerű átrendeződése útján akár 20%-kal csökkenhet. Legnagyobb mértékben a szervesanyag-tartalmú, finomszemű pelites üledékek nyomódnak össze, míg legkevésbé a durvább szemű törmelékes üledékek (homokos kavics) tömörödnek. A beruházási területen ezek a képződmények mind megtalálhatók, de a létesítmények terhelő hatása elsősorban a homoküledékeket érintheti [83].

A jelenleg működő reaktorblokkok vonatkozásában az volt a tapasztalat, hogy az alapok alatt a kompakció (így a térfogat csökkenésből adódó süllyedések) nagyobb része viszonylag hamar, néhány év alatt lezajlott. A süllyedés mértéke az 1980-as évek végéig az 1. és a 2. blokkok alatt 55,5 mm, a 3. blokk alatt 58,1 mm, a 4. blokk alatt pedig 72,6 mm volt. A süllyedések sebessége a kezdeti időszak (néhány év) után már nagyon lecsökken, a teljes konszolidáció csak évtizedek múltán következett be. A létesítmények súlyából eredő, a süllyedéseket okozó feszültségek határmélysége az atomerőmű területén – a számítások szerint – 47 m-ben adható meg. [83]

Az új reaktorblokkok terhelési adatai, illetve az épületek, építmények pontos elhelyezkedése jelenleg nem ismertek, nem beszélve a számításokhoz szükséges részletes geotechnikai adatokról.

3.7.3. Az új blokkok üzemelésének hatásai

Az új reaktorblokkok üzemelése folyamán a mai helyzethez képest számottevő újabb hatásokkal valószínűleg nem kell számolnunk. Az új reaktorblokkok működése során, a technológiai előírások maradéktalan betartása mellett talajszennyeződéssel nem kell számolnunk. Talajszennyeződést csak haváriák okozhatnak.

A létesítmények terhelő hatása az altalajra

Az építkezések befejezése után, már az üzemeltetés időszakában, az alapok alatt a teherviselő talaj konszolidációja egyre lassuló mértékben, de tovább folytatódik. A talaj tömörödése terhelés hatására irreverzibilis folyamat. A konszolidációs folyamatok hatása hasonló a létesítési szakaszban fellépő hatásokéhoz, csak a hatás időtartama hosszabb.

Turbinaalapok (gépalapok) vibrációs hatásai a talajokra

Az alapok alatt a talajok tovább tömörödnek, sőt szélsőséges esetben a likvefakció (talajfolyósodás) jelensége is felléphet. Ezért az alapozások előtt igen alapos geotechnikai vizsgálatokra van szükség. Kedvezőtlen esetben talajszilárdítást vagy talajstabilizációt kell végezni. A vibrációs hatások az altalaj egyes tulajdonságait javíthatják ugyan, de az esetlegesen fellépő egyenlőtlen talajsüllyedések a létesítményekre károsak lehetnek.

3.7.4. A telephelyen üzemelő nukleáris létesítmények együttes hatásai

A régi és az új erőművi blokkok egyidejű üzemeltetése alatt a földtani közeget érintő újabb hatásokkal nem kell számolnunk. A régi és az új blokkok egyidejű működése idején hasonló hatások (a létesítmények terhelő hatása az altalajra, turbinaalapok vibrációs hatásai) érik a földtani közeget, de ezek a hatások térben és időben egymástól teljesen elkülönülnek. Talajszennyeződések csak haváriák esetén fordulhatnak elő.

3.7.5. Üzemzavarok és balesetek hatásai

A nem üzemszerű működés következtében, balesetek és haváriák esetén különböző (nem radioaktív) szennyezőanyagok kerülhetnek ki a környezetbe, így a földtani közegbe is. A szennyezőanyag káros hatása függ az adott szennyeződés mértékétől, a kiömlött szennyezőanyag tulajdonságaitól és a környezeti feltételektől (talajadottságok, domborzati viszonyok, talajvíz helyzete, időjárási viszonyok stb.). Legveszélyesebbek a vízben oldódó, mobilis vegyületek, mert ezek elérhetik a talajvizet is. Az új blokkok tervezett területén potenciális szennyezőforrásként a gázolajtárolás nevesíthető. Havária állapotnak az olajtárolás során 30 m^3 dízelolaj talajba történő szivárgását tekintettük. A valóságban ennek bekövetkezési valószínűsége rendkívül csekély, a kötelező megelőző védelemi előírások miatt (dupla falú, föld alatti, szivárgásérzékelővel ellátott tartályok). A havária események kapcsán a talajokba szivárgó olaj egy része a talajszemcséken

megkötődik (adszorpció), egy része elpárolog (gőzfázis), egyes összetevők a vízben feloldódnak. 30 m^3 dízelolaj talajba történő beszivárgása kárenyhítés nélkül rövid idő alatt elérné a talajvizet, ezáltal 150–500 m^3 talaj elszennyeződését is okozva. Az esetleges talajszennyeződések mértékének megítélése a 6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM rendelet 1. mellékletében leírtak szerint történik.

3.8. Élővilág, életközösségek

3.8.1. Az alapállapot ismertetése

3.8.1.1. A Paks környéki élővilág természetvédelmi jelentősége

Egy térség élővilágának természetvédelmi jelentősége elsősorban a védett területek kiterjedésében és jellemzőiben mérhető. Az új erőmű közvetlen környezetében a természetszerű vegetáció kisebb-nagyobb foltokban van jelen, elsősorban a vízfolyásokhoz közel és a Pakstól északnyugatra elhelyezkedő dombokon. A természetes, természetszerű foltok többsége természetvédelmi oltalom alatt áll. A telephely 30 km-es körzetében 2 nemzeti parki, 1 Tájvédelmi Körzethez tartozó területrész, 7 Természetvédelmi Terület, néhány helyi védelem alatt álló terület, valamint számos Natura 2000 és a Nemzeti Ökológiai hálózatba tartozó terület található. A Natura 2000 hálózatba tartozó területek közül 4 különleges madárvédelmi terület (Special Protection Area – SPA), 16 kiemelt jelentőségű természetmegőrzési terület (Site of Community Importance – SCI) helyezkedik el a vizsgált térségben. Ezek közül a telephely 8–10 km-es körzetében a Paksi ürgemező, a Dunaszentgyörgyi láperdő, a Paksi tarka sáfrányos, a Tengelici rétek és a Tolnai Duna SCI területek találhatók. Utóbbi gyakorlatilag határos a meglévő és új erőmű területekkel a Duna partján. A különböző típusú védett területeket a *Melléklet M-16. ábrája* mutatja.

A térségben az Országos Ökológiai Hálózat magterületei három nagy tömbben helyezkednek el. Magukba foglalják a Pakstól északnyugatra lévő dombok erdeit, a Kiskunsági Nemzeti Park egyik tájegységét és a Duna-Dráva Nemzeti Park gemenci részét. E mellett a vízfolyások és a vízpartok folytonos ökológiai folyosóként működnek.

3.8.1.2. A telephely környezetének élővilága, életközösségei

A vízi ökoszisztémák állapota

A dunai élővilág állapotának minősítése a VKI-szerinti élőlénycsoportokra (bakterio-, fito,- és zooplankton[21], makroszkópos gerinctelenek, halfauna) nézve a Duna Paks és Mohács közötti szakaszán 8 szelvényben 1999–2003 között végzett mérések eredményei alapján történt. Ez alapján megállapítható, hogy a működő erőmű okozta hőterhelés hatása alig mutatható ki. A hőhatással érintett és nem érintett mintavételi helyek között említésre méltó eltérés csak a makroszkópikus gerinctelen fajcsoportban volt, a nagyobb hőmérsékletre e fajcsoport faj- és egyedszám növekedéssel válaszolt.

A halállományt a hűtővíz kifolyó felvízi és alvízi szakaszán, valamint az erőmű területén a hidegvíz és a melegvíz csatornában mérték fel. A hűtővíz kifolyó közvetlen környékén a hőmérséklet emelkedés hatására erőteljes produkciónövekedés következett be, ami a bevezetési ponttól 2 km-es távolságig csökkenő mértékben, de kimutatható volt. A halközösség finomabb struktúrája is csak

[21] Plankton: minden olyan vízi élőlény, melynek helyváltoztatásában elsősorban a víz áramlása és nem a saját izomműködése a meghatározó, csoportjai:
Bakterioplankton: baktériumok és archeák/ősbaktériumok alkotják, fontos szerepet játszanak a vízben évő szerves anyagok lebontásában, elsősorban a vízoszlop alsó részében.
Fitoplankton: növényi plankton, mely a vízfelszín közelében él, így a fény segíti fotoszintézisüket. Fontosabb csoportjaik a kovamoszatok, a cianobaktériumok és a zöld algák.
Zooplankton: egy- és többsejtű állati szervezetek összessége, pl. különféle tengeri állatok, halak, meszeshéjú állatok, alsóbbrendű rákok és gyűrűsférgek petéi és lárvái.

ezen a szakaszon változott. A halfaunisztikai vizsgálatok összesen 34 halfaj előfordulását mutatták ki az erőmű melletti Dunaszakaszon, ebből 1 fokozottan védett, 6 védett faj.

A legfrissebb, 2009–2010-ben végzett hidrobiológiai vizsgálatok eredményei alapján végzett VKI (CN TC 230 EU szabványtervezet) szerinti minősítés az egyes fajcsoportok a következő kategóriába sorolja: a fitoplankton ökológiai állapota jó-közepes, a fitobenton[22] 3%-a kiváló, 48%-a jó, 49%-a gyenge, a makrozoobentoné jó, a halközösségé közepes. A vizsgált folyószakasz állapota összességében a „jó" ökológiai kategóriába sorolható.

A vizsgált terület növényvilága

Az erőmű hozzávetőleg 10 km-es környezetében 2002-ben teljes vegetációs periódusra kiterjedő, a legértékesebb vegetációfoltokra koncentráló felmérés készült. Részletesen vizsgált területek az erőműtől északra a 6. sz. főútig terjedő rész, a Kis- és Nagybrinyó, a Dunaszentgyörgyi égerláp és az Uszódi sziget területe voltak. Az erőmű környezetében található élőhelyek, védett és nem védett, de értékes, jellemző fajok bemutatását táblázatos formában (*3.8.1.2-1.* és *3.8.1.2-2. táblázat*) végezzük el.

Az erőmű közvetlen és tágabb környezetének jellemző vegetáció típusait a *Melléklet M-17. ábráján* térképi formában is bemutatjuk. A tervezett új atomerőmű közvetlen környékén a következő vegetációtípusok jelennek meg:

- homoki gyep (az ábrán a degradált – *sárga* színnel, természetközeli – *rózsaszínnel*),
- láprét (az ábrán *világos zöld narancs csíkokkal*) és mocsárrét,
- természetszerű ártéri ligeterdők, illetve láperdők,
- iszapnövényzet,
- telepített erdő (az ábrán az akác – *lila*, fenyves – *zöld* és nyáras – *barna* színnel).

A Duna és mindkét partja a Tolnai Duna (HUDD20023) elnevezésű Natura 2000 kiemelt jelentőségű természetmegőrzési terület része, melynek jellemző élőhelyei a magaskórósok (6430), a mocsárrétek (6440), a ligeterdők (91E0, 91F0) és az iszappartok (3270). Az új telephely közelében a Dél-Mezőföld Tájvédelmi Körzet egyes mozaikjai is megtalálhatók. Legnagyobb tömbje Pakstól ÉNy-ra fekszik. Nagy részük Natura 2000 kiemelt jelentőségű természetmegőrzési terület is. Ilyen az erőműhöz közel fekvő Paksi ürgemező (HUDD20069), távolabb a Paksi tarka sáfrányos (HUDD20071), a Tengelici rétek (HUDD20070), a Szenesi legelő (HUDD20050) és a Közép-mezőföldi löszvölgyek (HUDD20020). A mozaikos felépítésű tájvédelmi körzetben az értékes foltok (homok- és löszpusztagyepek) művelt területek közé szorultan, ökológiai menedékként maradtak fenn.

[22] Bentosz: a vízfenéken található élőlények és élőlénytársulások összessége, csoportjai:
Fitobenton: a vizekben, az ajzaton (víz-szilárd fázis határán) rögzült növényi élőlények együttese.
Makrozoobenton: a vizekben, az aljzaton élő, szabad szemmel látható gerinctelen állatok, állati együttesek összessége. (Ezen élőlények szerves szennyezésssel és hidromorfológiai változásokkal szembeni érzékenysége a biológiai vízminősítés egyik módszere.)

3.8.1.2-1. táblázat: Élőhelyek, növényvilág

Értékes faj		Védettség	Megjegyzés
Magyar név	Latin név		
Pannon homoki gyep (élőhely kód 6260) a telephely közvetlen környezetében és az ökopark területén			
– Kései szegfű	*Dianthus serotinus*	védett	Az ökopark megnyitása előtt a területen regisztrált fajok voltak. A legeltetés miatt valószínűleg eltűntek. Másutt selyemkóró (invazív faj) szorítja ki ezeket.
– Homoki árvalányhaj	*Stipa borysthenica*	védett	
– Selymes boglárka	*Ranunculus illyricus*	védett	
– Fényes poloskamag	*Corispermum nitidum*	védett	
Kései szegfű	**Árvalányhajas gyep Felső-Csámpán 2002-ben**		**Homoki árvalányhaj**
– Csilláros sárma	*Ornithogalum refractum*	védett	A 6. sz. főút mindkét oldalán, az erőmű környékén és területén is előfordul.
– Fekete fodorka	*Asplenium adiantum-nigrum*	védett	Az M6-os autópálya nyomvonalának tervezése során Paks határában történt botanikai felmérések során talált védett fajok.
– Agárkosbor	*Orchis morio*	védett	
– Homoki báránypirosító	*Alkanna tinctoria*	védett	
– Mocsári nőszőfű	*Epipactis palustris*	védett	
Fekete fodorka	**Agárkosbor**		**Mocsári nőszőfű**
Láprét (élőhely kód 6410) – unikális, kiemelten értékes élőhely, foltokban az erőműtől északnyugatra			
– Gyíkpohár	*Blackstonia acuminata*	védett	A területet a cserjésedés, a szárazodás, és az özönfajok – szárazabb részein a selyemkóró *(Asclepias syriaca)*, üdébb részein a magas aranyvessző *(Solidago gigantea)* – veszélyeztetik.
– Hússzínű ujjaskosbor	*Dactilorhiza incarnata*	védett	
– Tarka zsurló	*Equisetum variegatum*	védett	
Mocsár- és láprétek (élőhely kód 6440 és 6410) a Régi- és Új-Brinyó egykori árterületein, szántók közti mélyedésekben			
– Gyíkpohár	*Blackstonia acuminata*	védett	A terület szárazodik és gyomosodik, elsődleges inváziós gyom itt a magas aranyvessző *(Solidago gigantea)*.
– Fehér madársisak	*Cephalanthera damasonium*	védett	
– Kisfészkű aszat	*Cirsium brachycephalum*	védett	
– Nyári tőzike	*Leucojum aestivum*	védett	
– Kornistárnics	*Gentiana pneumonathe*	védett	
– Mocsári békaliliom	*Hottonia palustris*	védett	
– Pompás kosbor	*Orchis laxiflora* subsp. *elegans*	védett	
– Békakonty	*Listera ovata*	védett	
– Mocsári aggófű	*Senecio paludosus*	védett	
– Hosszúlevelű fürtösveronika	*Pseudolysimachion longifolium*	védett	
– Mocsári csorbóka	*Sonchus palustris*	védett	

Értékes faj		Védettség	Megjegyzés
Magyar név	**Latin név**		
– Mocsári lednek	*Lathyrus palustris*	védett	
– Mocsári kocsord	*Peucedanum palustre*	védett	

Régi-Brinyó: elegyes nyáras-égeres

Kornistárnics

Új-Brinyó: turjánosodó rét és puhafás erdőfolt

Ártéri ligeterdők, láperdők (91E0) idős égerekkel a Régi- és Új-Brinyó területén és a Dunaszentgyörgyi láperdő (HUDD20072 jelű) Natura 2000 területen a Paks-Faddi főcsatorna és a Paks-Kölesdi-vízfolyás között

– Nyári tőzike	*Leucojum aestivum*	védett	Jobbára teljesen kiszáradt. A szárazodással azonban előretör a hamvas szeder *(Rubus caesius)* és nagy csalán *(Urtica dioica)*, mely veszélyezteti a védett fajok megmaradását.
– Tőzegpáfrány (mocsári tőzegpáfrány)	*Thelypteris palustris*	védett	
– Szálkás pajzsika	*Dryopteris carthusiana*	védett	
– Erdei pajzsika	*Dryopteris filix-mas*	nem védett	
– Kisfészkű aszat	*Cirsium brachycephalum*	védett	Natura 2000 jelölő faj

Dunaszentgyörgyi legelő és láperdő háttérben az erőmű

Nyári tőzike

Kisfészkű aszat, a terület Natura 2000 jelölőfaja

Ártéri ligeterdők, iszapnövényzet (élőhely kód 3270) az Uszódi sziget kiszélesedő árterén (Tolnai Duna, HUDD20023 jelű Natura 2000 terület)

– Heverő iszapfű	*Lindernia procumbens*	védett	Natura 2000 jelölő faj
– Palkasás	*Carex bohemica*	védett	Telepített erdők, de a víz közelében szép bokorfüzesek és fűzligetek, alacsony vízállásnál pionír fajokból álló iszapnövényzettel. Itt is jelentős a tájidegen növényfajok száma és aránya: a különféle ősziróza fajok *(Aster* sp.*)*, magas aranyvesszőt *(Solidago gigantea)*, feketetermésű farkasfog *(Bidens frondosus)*. Sok a fás szárú „gyom” is: zöld juhar *(Acer negundo)*, gyalogakác *(Amorpha fruticosa)*.
– Sűrű csetkáka	*Eleocharis carniolica*	védett	
– Iszaprojt	*Limosella aquatica*	nem védett	
– Iszappalka	*Dichostylis micheliana*	nem védett	
– Csomós palka	*Chlorocyperus glomeratus*	nem védett	
– Üstökös veronika	*Veronica catenata*	nem védett	

Értékes faj		Védettség	Megjegyzés
Magyar név	Latin név		
A dunaszentbenedeki Duna-ártér		**Öreg kocsányos tölgy az ártéren**	
Keményfa ligetek maradványai az erőműtől északra a Duna keleti oldalán és az Uszódi-sziget közepén (Tolnai Duna, HUDD20023 jelű Natura 2000 terület)			
– Ligeti csillagvirág	*Scilla vindobonensis*	védett	Magasabb térszinek tölgy, kőris, szíl ligeteinek maradványai.
– Hóvirág	*Galanthus nivalis*	védett	Natura 2000 jelölőfaj
Nyílt homokpuszta buckaközi láprét foltokkal a Paksi Ürge-mezőn (HUDD20069 jelű Natura 2000 terület). Védett terület mocsárrétjein eddig 486 növényfajt regisztráltak, melyekből 28 védett.			
– Kúszó zeller	*Apium repens*	védett	Natura 2000 jelölőfaj

A vizsgált terület állatvilága

Az állatvilág felmérését a Magyar Természettudományi Múzeum végezte 1998–2002 között. A vizsgált erőmű közeli terület jelentős hányadát erős antropogén hatás alatt álló, közepesen rontott homokpuszta-gyepek és a magas ártér elbozótosodott, selyemkóróval és aranyvesszővel elözönlött gyepterületek, művelt vagy nemrég felhagyott mezőgazdasági területek teszik ki. Ezek az élőhelyek természetvédelmi szempontból kevéssé értékesek, kivételt képeznek az atomerőműtől délre fekvő Brinyói-erdő, a Dunát kísérő puhafaligetes erdők, a szigetek, a homokpartok, valamint a halastavak. A rontott területeken azonban még előfordulnak az egykori alföldi sztyepfaunára jellemző – főként nagyobb tűrőképességű – homokpusztai és löszpuszta-gyepi állatfajok.

3.8.1.2-2. táblázat: Állatvilág

Értékes vagy jellemző faj		Védettség	Megjegyzés
Magyar név	Latin név		
Puha- és keményfaligetek az Uszodi szigeten és a Brinyói erdőn			
– Diófacincér	*Aegosoma scabricorne*	védett	Idős fáikkal igazi rovarparadicsomok.
– Pézsmacincér	*Aromia moschata*	védett	
– Mezei futrinka	*Carabus granulatus*	védett	
– Kék övesbagoly	*Catocala fraxini*	védett	
– Fűzfa-övesbagoly	*Catocala electa*	nem védett	
– Skarlátbogár	*Cucujus cinnabarinus*	védett	
– Kis színjátszólepke	*Apatura ilia*	védett ►	
– Magyar színjátszólepke	*Apatura metis*	védett	
– Fecskefarkú lepke	*Papilio machaon*	védett	
– Kabóca faj	*Edwardsiana tersa*	nem védett	Hazánkban innen került elő első ízben.

Értékes vagy jellemző faj		Védettség	Megjegyzés
Magyar név	**Latin név**		
Kabóca	**Diófacincér**	**Skarlátbogár**	**Függőcinege**	**Nyaktekercs**
– Zöld küllő	*Picus viridis*	védett	Idős fűzfák jellegzetes lakói.
– Fekete harkály	*Dryocopus martius*	védett	
– Nagy fakopáncs	*Dendrocopos major*	védett	
– Nyaktekercs	*Jynx torquilla*	védett	
– Fekete gólya	*Ciconia nigra*	védett	
– Függőcinege	*Remiz pendulinus*	védett	
Láp- és mocsárerdők a Brinyói erdőn			
– Bagolylepke fajok		védett	
– Barkós cinege	*Panurus biarmicus*	védett	
– Nádirigó	*Acrocephalus arundinaceus*	védett	
– Nádi sármány	*Emberiza schoeniclus*	védett	
– Guvat	*Rallus aquaticus*	védett	
– Barna rétihéja	*Circus aeruginosus*	védett ►	
Telepített nyárfaerdők és fenyvesek			
– Fenyőbagoly	*Panolis flammea*	nem védett	Fajaik általánosan elterjedt és gyakori, sok esetben erdészeti kártevők. Kevés képvisel jelentősebb faunisztikai értéket, ilyenek bizonyos övesbagoly-fajok. Telepített fenyvesek tájidegenek, állatvilága eltér a honos faunától.
– Fenyőpohók	*Dendrolimus pini*	nem védett	
– Fenyőaraszoló	*Bupalus piniarius*	nem védett	
– Fenyves-tövisescincér	*Rhagium inquisitor*	nem védett	
Díszes levélbogár	**Fenyves-tövises cincér**	**Díszes darázscincér**	**Nagy finánc bogár**	**Akácmoly**
Telepített akácosok			
– Díszes levélbogár	*Chrysolina fastuosa*	nem védett	Általában nagy elterjedésű, sokszor polifág[23], faunisztikai szempontból kevéssé érdekes állatfajok.
– Díszes darázscincér	*Chlorophorus varius*	nem védett	
– Csapó cserebogár	*Polyphylla full*	nem védett	
– Finánc bogár	*Anomala vitis*	nem védett	
– Sárga cserebogár	*Amphimallon solstitiale*	nem védett	
– Akácmoly	*Etiella zinckenella*	nem védett	
Nedves rétek, láprétek, láp- és mocsárerdők			
– Nagy tűzlepke	*Lycaena dispar*	védett	Számos posztglaciális reliktum[24] fajnak adnak otthont.
– Galajszender	*Hyles gallii*	védett	
– Bagolylepkék	*Lamprotes c-aureum, Diachrysia zosimi*	védett	

[23] Többféle szerves eredetű táplálékot fogyasztó élőlények.
[24] Jégkorszak utáni, melegkori maradványfajok.

Értékes vagy jellemző faj		Védettség	Megjegyzés
Magyar név	**Latin név**		
– Bagolylepkék	*Lygephila pastinum, Calyptra thalictri*	nem védett	
Nagy tűzlepke	**Galajszender**	**Törpe nappalibagoly**	**Rozsdás csuk**
– Fürge gyík	*Lacerta agilis* var. *rubra*	védett	(Vöröshátú változta.)
– Sárga billegető	*Motacilla flava*	védett ►	
– Rozsdás csuk	*Saxicola rubetra*	védett	
– Sárszalonka	*Gallinago gallinago*	védett	
– Fakó gyöngyházlepke	*Clossiana selene*	nem védett	
– Törpe nappalibagoly	*Panemeria tenebrata*	nem védett	
– Törpeszender	*Proserpinus proserpina*	védett	
Vizek, vízpartok, nádasok, magassásosok			
– Mocsári teknős	*Emys orbiculari*	védett	
– Közönséges tarajosgőte	*Triturus cristatus*	védett	
– Vöröshasú unka	*Bombina bombina*	védett ►	
– Barna ásóbéka	*Pelobates fuscus*	védett	
– Erdei béka	*Rana dalmatina*	védett	
– Komlólepke	*Hepialus humuli*	nem védett	
– Egykarmú ormányos	*Mononychus punctumalbum*	nem védett	
– Zöld levelibéka	*Hyla arborea*	védett	
– Vízisikló	*Natrix natrix*	védett	
Duna, Dunapart (Tolnai Duna Natura 2000 terület)			
– Nyugati piszedenevér	*Barbastella barbastellus*	fokozottan	Kiemelt természeti értéket képviselnek.
– Közönséges denevér	*Myotis myotis*	védett	
– Tavi denevér	*Myotis dasycneme*	fokozottan	
– Vidra	*Lutra lutra*	védett	Natura 2000 jelölő faj.
– Ragadozó őn	*Aspius aspius*	nem védett	
– Selymes és széles durbincs	*Gymnocephalus schraetzer, G . baloni*	védett	
– Leánykoncér	*Rutilus pigus*	védett	
– Magyar és németbucó	*Zingel zingel, Z. streber*	fokozottan	
– Dunai ingola	*Eudontomyzon mariae*	fokozottan ►	
– Tompa folyamkagyló	*Unio crassus*	védett	Mérsékelten fenyegetett.
Sztyeppmozaikok			
– Sisakos sáska	*Acrida ungarica*	védett	A rovarfauna őrzi a Kárpát-medence belső területeire jellemző zonális erdőssztyep-fauna emlékét.
– Dolomit-kéneslepke	*Colias chrysotheme*	védett	
– Díszes medvelepke	*Arctia festiva*	védett	
– Csonkaszárnyú medvelepke	*Ocnogyna parasita*	védett	
– Pöszörszender	*Hemaris tityus*	védett	
– Szarkalábbagoly	*Periphanes delphinii*	védett	
– Keserűgyökér-nappalibagoly	*Schinia cardui*	védett	
– Bikapók	*Eresus cinnabarinus*	védett ►	

Értékes vagy jellemző faj		Védettség	Megjegyzés
Magyar név	**Latin név**		
– Szongáriai cselőpók	*Lycosa singoriensis*	védett	
– Zöld gyík	*Lacerta viridis*	védett	
– Ürge	*Spermophilus citellus*	fokozottan	Natura 2000 jelölő faj – Ürgemező.
Nyílt gyepek			
– Vörösvércse	*Falco tinnunculus*	védett	
– Kerecsensólyom	*Falco cherrug*	fokozottan	
– Egerészölyv	*Buteo buteo*	védett	
– Ugartyúk	*Burhinus oedicnemus*	fokozottan ►	
– Parlagi pityer	*Anthus campestris*	védett	
– Mezei pacsirta	*Alauda arvensis*	védett	
– Tövisszúró és kisőr-gébics	*Lanius collurio, L. minor*	védett	
– Búbosbanka	*Upupa epops*	védett	
– Kabasólyom	*Falco subbuteo*	védett	
Gyepes-bokros mozaikok			
– Imádkozó sáska	*Mantis religiosa*	védett	
– Kis ökörszemlepke	*Pyronia tithonus*	védett	
– Nagyfoltú hangyaboglárka	*Maculinea arion*	védett ►	
– Kis tűzlepke	*Lycaena thersamon*	védett	
– Szilfa-csücsköslepke	*Satyrium w-album*	védett	
– Halálfejes lepke	*Acherontia atropos*	nem védett	
– Gyurgyalag	*Merops apiaster*	fokozottan	
– Jégmadár	*Alcedo atthis*	védett	
– Partifecske	*Riparia riparia*	védett	
– Haragos sikló	*Coluber caspius*	fokozottan	Paks fölötti löszfalon.
– Fekete, kétsávos gyalogcincér	*Dorcadion aethiops, D. pedestre*	nem védett	
– Kis hegyisáska	*Pezotettix giornae*	nem védett	

Hangyaleső

Sisakos sáska

Kétsávos gyalogcincér

Kis hegyisáska

Gyurgyalag

Mezőgazdasági kultúrák			
– Egerészölyv	*Buteo buteo*	védett	Általános fajokon kívül jó táplálkozóhelyek.
– Vörös vércse	*Falco tinnunculus*	védett	
– Mezei és búbos pacsirta	*Alauda arvensis, Galerida cristata*	védett	

Egerészölyv

Vörös vércse

Búbos pacsirta

3.8.2. Az építés hatásai

3.8.2.1. A szárazföldi élővilágra gyakorolt hatások

A szárazföldi élővilágot az építés ideje alatt közvetlen (területfoglalás) és közvetett hatások (porterhelés, légszennyezés és zajterhelés, és a talajvízszint változásából, szennyezéséből adódó hatások) érik. A megvalósítás során tartós vagy ideiglenes területfoglalással érintett helyszíneket a *Melléklet M-18. ábráján* tüntettük fel. Az érintett területen az alábbi négy zóna különíthető el:

- az „új atomerőmű” üzemi területe (*lila*) – hosszú távú beépítés,
- a felvonulási terület (*rózsaszín*) – részben hosszútávú, részben az építés időszakára korlátozódó beépítés,
- a jelenlegi atomerőmű teljes területe (*sárga*) – már beépített
- az atomerőmű területén kívüli részek – kapcsolódó/kiegészítő létesítmények építése érheti.

Ez utolsó terület kivételével minden igénybe venni kivánt terület Paks város szabályozási tervében ipari, illetve tartalék ipari területként kijelölt. Az építéssel érintett területen (az üzemi és felvonulási területen) jelenleg is ipari tevékenység, illetve a működő atomerőmű üzemeltetését biztosító kiegészítő tevékenységek folynak, így ezek nem nevezhetők a szárazföldi élővilág jó életterének.

A területfoglalás hatása az élővilágra

A szükséges üzemi terület nagysága blokktípustól függően 10–36 ha, mely területen a jelenlegi vegetációfoltok (másodlagos, rontott gyepek) megszűnnek, az ott élő fauna elpusztul, vagy elmenekül. A terület rendezése során elvárható, hogy a szabadon maradó részeket kertépítészeti eszközökkel parkosítsák, azaz ipari zöldfelületet létesítsenek. Ez az ökológiai hálózat folytonosságának biztosítása szempontjából is igen hasznos.

A felvonulási területen az építés ideje alatt a jelenlegi élővilág az üzemterületéhez hasonló sorsra jut, azzal a különbséggel, hogy a megvalósítás befejeztével itt új, nagy kiterjedésű zöldfelület kialakítására nyílik mód. Úgy számolunk, hogy a felvonulás a rendelkezésre álló, 100 ha-os terület egészét igénybe veszi. Ez a terület természetvédelmi szempontból jelentősebb értéket nem hordoz, így élővilágának megszűnése nem jelent számottevő romlást a térség élővilágának állapotában.

A tervezett erőmű hűtőrendszere két elemének, a vízkivételi műnek és az új melegvíz csatorna szakasznak a területfoglalása a terület élővilágába való jelentős beavatkozással jár. A dunaparti területek a Tolnai Duna Natura 2000 terület részei, a tervezett melegvíz csatorna szakasz nyomvonalán jó, értékes ártéri területek találhatók. A jelölő élőhelyek közül a 3270 élőhelykódú (iszapos partú folyók részben Chenopodion rubri, és részben Bidention növényzettel) fordul elő. Ez az élőhelykomplex füzesekkel, szigetekkel, zátonyokkal, mellékágakkal a Duna árterén ma már csak kevés helyen maradt fenn, és az érintett csatornanyomvonal éppen ilyen. A vonatkozó Natura 2000 kezelési terv[25] fő célkitűzéseknél az első helyen ezt írja: *„A hullámtéri természetes és természetközeli állapotú fűz-nyár ligeterdők és zátonyfüzesek jó természetességi állapotban tartása, az állandó erdőborítás fenntartása a hozzá kötődő életközösségek védelme érdekében.”* Ez jelentősen sérül, ha itt a csatorna megvalósul. A hőkibocsátás részletesebb tervezése és modellezése után ezért törekedni kell a minél kisebb területfoglalás megvalósítására. Natura hatásbecslés a következő, környezeti hatásvizsgálati fázisban szükséges.

A jelenlegi üzemi területeken, a kerítésen túl a *Melléklet M-18. ábráján* pirossal jelölt 1., 2. és 3. terület is rejt olyan értékeket, melyek védelme fontos. Ezek tartós vagy ideiglenes igénybevételét, valamint zavarását a lehetőségekhez képest a legnagyobb mértékben el kell kerülni.

[25] http://www.termeszetvedelem.hu/_user/browser/File/Natura2000/SAC_Celkituzesek/DDNPI_SAC_celkituzesek/HUDD20023.pdf/

Az építés közvetett hatásai

A közvetett hatás, zavarás elsősorban a légszennyezés, a zaj, a fokozott emberi jelenlét és a hulladékok megjelenése miatt adódik. Az építéssel, felvonulással érintett területek és környezetük élővilága alapvetően szegényes, így itt ez a hatás nem jelentős. A bolygatása miatt azonban ruderális gyomok[26], tájidegen inváziós fajok szaporodhatnak fel. E fajok terjeszkedése, értékesebb gyepterületekre való behatolása káros, ezért a felvonulási területek gyommentesítése szükséges.

Az építési munkák miatt lokális talajvízcsökkenés is előfordulhat. Ezért modellezni kell a talajvíz változását, lehetséges módosulását a Duna vízhozam-változásának viszonylatában, elsősorban a Dunaszentgyörgyi láperdő Natura 2000 természetmegőrzési terület jó állapotának fenntartása miatt. Ugyanakkor pozitív hatású az övcsatorna további üzemeltetése, amelynek következtében a Csámpai-patak és a környező csatornák vízzel teltek.

Az új erőművi blokkok építése várhatóan a város fejlődésére is jelentős hatással lesz. Az egyszerre akár 5–6000 építőmunkás lakhatásának megoldása minden bizonnyal a város terjeszkedésével jár. A szárazföldi élővilág értékes elemeinek védelme érdekében természetvédelmi szempontból értéktelen területeket kell kijelölni a további járulékos beruházások helyszínéül.

3.8.2.2. A vízi ökoszisztémákra gyakorolt hatások

Az új atomerőművi blokkok és főként járulékos beruházásaik a dunai víztér élővilágát is befolyásolják. (A területfoglalás kedvezőtlen hatásáról már szóltunk.) A frissvízhűtéses technológia részeként új hidegvíz és új melegvíz csatorna szakasz létesítése szükséges. Ezek kialakítása a csatornák és a Duna találkozási pontján a dunai élettérbe is beavatkozással (kotrás, partrendezési munkák) jár. Hasonló hatású lehet egy ideiglenes kikötő létesítése a vízi úton történő szállítások megoldásához. A kotrás-partrendezés hatása a VKI által nevesített fajcsoportokra az alábbi:

- A *fitoplankton* szerkezete átmenetileg módosul. A vízbe jutó lebegő részecskék a part mentén csökkenthetik a víz átlátszóságát, emiatt csökken az algák állománysűrűsége. Ez a hatás várhatóan rövid folyószakaszra korlátozódik, és így a fitoplankton közösség akár néhány nap alatt regenerálódni tud.
- A *bevonatlakó kovaalga* közösség e munkák miatt az érintett mederrészeken megszünik. A lokális hatás kiemelt természeti érték pusztulásával nem jár. A partokon rövid időn belül a jelenlegivel megegyező bevonatlakó kovaalga közösség kialakulása várható.
- A *zooplankton* jellemző csoportjai közül – a kerekesférgek és a planktonrákok – legtöbb fajának szűrőkészülékeit a felkavart iszap eltömheti, ami pusztulásukat okozhatja. Ez azonban nem veszélyezteti a populációkat, mivel legtöbbjük szűznemzéssel szaporodik, így 7–10 nap alatt kifejlődik a következő generáció. A lassúbb ciklusúak (evezőlábú rákok) többsége ragadozó, eltömődési gond ezeknél nincs. A munkálatokkal nem érintett vízterekből a zooplankton visszatelepülése gyors.
- A *makroszkópikus gerinctelen állatok* (vízi rovarok, kagylók, csigák) legelő, szűrő, ragadozó és ektoparazita[27] táplálkozásúak. Nagyrészük a melegvíz csatorna torkolata alatti mintegy 1,5–2 fkm-nyi finomszemcsés üledékű partszakaszon telepedett le. A kotrás a kis mobilitású fajok lokális léptékű pusztulásával jár. Mivel azonban kolonizálóképességük kiváló, a bolygatott mederszakaszokat hamar újra birtokba veszik.
- A kotrás során a mederaljzat fölkeveredése várható, amely a víztér oxigéntelítettségét lokálisan csökkenti, ez rövid időre kedvezőtlen hatású lehet a *halállományra* nézve. Ki kell emelni a védett szivárványos öklét (Rhodeus sericeus), mely speciális szaporodási stratégiája miatt érzékenyen reagál a kagylóállomány csökkenésére, ugyanis ez a faj a kagylóba ívik. Az építés során időszakosan jelentkező zaj- és rezgéshullámok is riasztó hatásúak lehetnek.

[26] Elhanyagolt, zavart, termesztésben nem lévő területeken élő gyomnövények.
[27] A test felszínén élő élősködő szervezet, mely a gazdaszervezet testéből él.

A vízi ökoszisztémák szempontjából az építés hatásai átmenetiek, a kotrás időtartama a teljes építési időszakhoz képest igen rövid. Az esetlegesen jelentkező kedvezőtlen folyamatok megelőzése érdekében törekedni kell arra, hogy a jelenlegi mederalakzatokat a lehető legkisebb mértékben változtassák meg.

3.8.3. Az új blokkok üzemelésének hatásai

3.8.3.1. A szárazföldi élővilágra gyakorolt hatások

Az üzemelés során az üzemi területeken, illetve a kapcsolódó, kiegészítő területeken az élővilág és élőhelyeik szempontjából további közvetlen hatások nem várhatók. A környező térség élővilágában egyetlen jelentősebb hatást okozó közvetett hatótényező a frissvízhűtés. Ezzel olyan mértékben számolunk, mely mellett a jelenlegi kibocsátási határértékek (hőlépcső, maximális hőmérséklet) betarthatók. A maximális megengedhető hőterhelést az erőmű várhatóan gyakrabban fogja megközelíteni, ez azonban a szárazföldi élővilág számára várhatóan nem jelent növekvő terhelés.

Kedvező az élővilág szempontjából, hogy néhány, a jelenlegi erőműhöz köthető tevékenység továbbműködhet (pl. az övcsatornán keresztül a Csámpai-patak vízpótlása, a halastavak léte, vagy a Dunaszentgyörgyi láperdő atomerőmű jelenléte miatti kevéssé háborgatott volta).

Az eddigi tapasztalatok szerint az erőmű területén az e vidékre jellemző növényvilág egyes értékes képviselői (pl. fényes poloskamag, homoki imola, homoki árvalányhaj, kései szegfű) is megtalálják az életfeltételeiket. Ez idővel az új telephely beépítetlen részein is várható.

3.8.3.2. A vízi élővilágra gyakorolt hatások

Az új atomerőmű egyik legfontosabb hagyományos környezeti hatása a Duna hőterhelése, ez az egyetlen vízi élővilágot elérő hatótényező. A működő erőmű meglévő négy blokkjának hűtése jelenleg is frissvízhűtéssel történik, azaz a paksi telephely legfontosabb műszaki-környezetvédelmi korlátja a Duna véges hőterhelhetősége. A vízi élőközösségek létfeltételeit a vízmennyiség, illetve a vízminőség számottevő változása módosíthatja. (A Duna jelenlegi hőterhelése mellett időnként előfordultak kritikus állapotok, azaz nyári, magas vízhőmérsékletű és kisvizes időszakban a megengedett hőlépcső elérése, illetve a maximális hőterhelés-közeli állapotok.) A tervezett új blokkok maximális esetben a jelenlegihez képest több mint másfélszeres mennyiségű felmelegedett hűtővíz, két ponton történő befogadóba engedésével járnak. A hőterhelés növelése körültekintően, a kritikus helyzetek modellezésével, a terhelhetőséget meghatározó vízhozam és meteorológia állapotok ismeretében tervezhető.

A megnövekvő befogadóba engedett melegvíz mennyiség és az e miatt kialakuló vízhőmérséklet helyileg meggyorsítja a folyóban történő szervesanyag-lebomlást, ami növekvő oxigén-fogyasztással, oxigénelvonással jár. Ezt azonban a Duna hidraulikai, elkeveredési viszonyai, valamint a jellemzően magas oldottoxigén tartalom miatt továbbra is képes ellensúlyozni. A magasabb vízhőmérséklet miatt a Paks alatti Dunában az ún. összes biomassza továbbra is magasabb marad, mint a felsőbb szelvényekben. A beömlés alatti néhány km-es szakasz vízi élővilága faji összetételében a jelenlegihez hasonlóan gazdag lehet. A magasabb hőmérséklet hatására a halállomány egyedsűrűsége – különösen a téli hónapokban – megnő. A halközösség finomabb struktúrája, a két ponton történő bevezetés miatt a meglévő melegvíz csatorna torkolata alatt várhatóan mintegy 3 fkm hosszban változik meg majd kimutathatóan. Így az önálló működés hatása a jelenlegi állapottal közel azonos lehet, ez kimutatható változás az egyes fajcsoportokra nézve.

Ezek a változások az esetben feltételezhetők, ha a működő erőmű megengedhető hőterhelésével kapcsolatos előírások az új blokkok működése alatt is betartásra kerülnek.

A hőcsóva felszíni elkeveredése általában a beömléstől számított 4–5 km-es szakaszon történik meg, de a Gerjen-Bátya vonalig (10 fkm) még nyomon követhető. Vízi élővilág szempontjából ez a hatásterület. (Ezt a továbbiakban a két hőcsóva vízhőmérséklet módosító hatásainak modellezése alapján pontosítani szükséges.)

Havária, azaz a jelenlegi korlátokat meghaladó vízhőmérséklet megjelenése esetén pusztulás, az érintett folyószakasz fajszegényedése, az állomány nagyságok csökkenése következhet be. (A Dunán jellemző halfajok többségénél a végső, halált okozó hőmérséklet 31 °C körüli. A legellenállóbb halfaj a tőponty /35,6 °C/, a szivárványos ökle /35,4 °C/ és a naphal /35,3 °C/.)

A hőterhelésen kívül meg kell említeni a szivattyúk, a kompresszorok és a mechanikus berendezések zajkibocsátása által a halfaunában kiváltott elkerülő hatást, amely miatt egy rövid folyószakaszon kismértékű fajszegényedés jellemző.

3.8.4. A telephelyen üzemelő nukleáris létesítmények együttes hatásai

Amennyiben a hat blokk együttes működése során a felmelegedett hűtővíz bevezetésére vonatkozó korlátokat műszaki eszközökkel betartják (pl. kritikus időszakban blokk teljesítmény visszaszabályozás, blokk leállítás) a *3.8.3. alfejezetben* leírt hatások várhatók, azaz az együttes működés hatásai miatt kialakuló állapot sem fog számottevően eltérni a jelen állapottól.

3.9. Környezeti zaj és rezgés

3.9.1. Az alapállapot ismertetése

Az új blokkok telephelyének középpontjától a legközelebbi lakott területek Paks, Csámpa és a Duna túlsó oldalán Dunaszentbenedek 2–2,5 km-re találhatók. A hatásterület meghatározását a környezeti zaj és rezgés elleni védelem egyes szabályairól szóló 284/2007. (X. 29.) Korm. rendelet szerint kell elvégezni, a környező területek háttérterhelésének, építési övezeti besorolásának és a tervezett üzemi létesítmény zajkibocsátásának függvényében.

3.9.1.1. A területet érő zajterhelés

Az új telephelyen csak a működő erőmű üzemi zajával kell számolni. Domináns zajforrások az erőmű gőzturbinái, a transzformátortelep berendezései, a dízelgenerátorok, a hűtőgépház, a szivattyúk, a nagynyomású kompresszor és a karbantartó, forgácsoló műhelyek.

Az atomerőmű üzemidő-hosszabbítása környezeti hatásvizsgálatához [37] zajméréseket végeztünk az üzem területén és a telekhatár jellemző pontjainál. Az északi telekhatáron végzett mérésekből becsült átlagos zajkibocsátási értékek a vizsgált terület irányába $L_{A,ki}$ = 50–55 dB.

A vizsgált területen közlekedésből származó zaj a kb. 2 km-re lévő M6 autópálya, a kb. 500 m-re lévő 6. sz. főút és a működő atomerőmű személy- és teherforgalmától származik. Az M6 autópálya forgalmából az új telephelyen becsült zajterhelés nappal (6–22h)[28] 40–41 dB, éjjel (22–6h) 32–33 dB. A 6. sz. főút 2009-es forgalmának zajterhelése nappal 41–42 dB, éjjel 34–35 dB. (A 2010-es forgalom 28%-kal csökkent, ez valószínűsíthetően 1 dB körüli vagy az alatti zajszint csökkenést jelent e terület vonatkozásában.)

Az atomerőmű üzemeléséhez közvetlen kapcsolódó közlekedés a déli és északi bekötőúton az úttól kb. 100 m-re észlelhető zajterhelés számításunk szerint nappal 35,4 dB, éjjel 30,0 dB. Az új telephely közúti közlekedéstől számítható össz-zajterhelése nappal 43–45 dB, éjjel 36–38 dB.

Paks környezetében a vasúti személyszállítás jelenleg szünetel. A teherszállításból adódó zajterhelés elhanyagolható az alacsony forgalom miatt.

[28] A zajszintek L_{Aeq}-ban értendők.

3.9.1.2. A vizsgált terület közelében lévő védendő területek és létesítmények

A vizsgált terület környezetében mezőgazdasági és erdőterületek (Paks város szabályozási terve szerint „Ev” jelű védelmi, illetve „Eg” jelű gazdasági rendeltetésű erdők, ezen túl „Má” jelű általános mezőgazdasági területek) helyezkednek el. Ezeken a területeken környezeti zajforrásokra vonatkozó zajterhelési határérték nincs érvényben.

A vizsgált terület maga, és a szomszédos atomerőmű területe, illetve a Paks irányába elhelyezkedő terület gazdasági övezetbe tartozik („Gip” jelű ipari gazdasági terület) ugyanúgy, mint a Paks belterületének határán lévő területek („Gksz” jelű kereskedelmi gazdasági terület). Így a legfontosabb zaj ellen védendő objektumok a lakóterületeken lévő lakóépületek, azaz:

- Pakson a lakott terület déli határán, a 6. sz. főút mentén lévő lakóterület („Lke” – kertvárosias lakóterület) Dankó Pista utca menti épületei,
- az atomerőmű déli bejárójának vonalában a 6. sz. főút túlsó oldalán Csámpa lakóépületei („Lf” – falusias lakóterület),
- a Duna túloldalán Dunaszentbenedek település belterülete.

A lakó- és gazdasági területeken a zaj ellen védendő létesítményekre van zajterhelési határérték. A zaj ellen védendő területek közül Pakson és Dunaszentbenedeken a települési zajok, míg Csámpán a 6. sz. főút forgalma által okozott zaj a domináns. Zajszintek ezen területek vonatkozásában nem állnak rendelkezésre mérések hiányában. Ezért mind a közlekedés, mind az üzemi zajok által okozott zaj ellen védendő objektumoknál a beruházás megkezdése előtti állapotra vonatkozó zajterhelést helyszíni mérésekkel szükséges meghatározni a környezeti hatásvizsgálat megkezdését megelőzően.

3.9.1.3. A jelenlegi rezgésterhelések

Az erőmű térségében nem rendelkezünk rezgésmérési adatokkal, így a térség jelen állapota ebből a szempontból nem ismert. Korábbi tapasztalataink alapján elmondható azonban, hogy talajban történő rezgésterjedésből a védendő létesítményben nem várhatók rezgésproblémák, ha a forrás és a védendő létesítmény közötti távolság 80–100 m-nél nagyobb. (Ez vonatkozik a közlekedési eredetű, és a technológiai eredetű rezgésekre is. A személyautó-kisteherautó forgalom még az előbb említett 80–100 m távolságon belül sem okoz általában problémát.) A rezgés szempontú hatásterület így lényegesen kisebb, mint a zajvizsgálatok hatásterülete.

Az atomerőmű telekhatárán kívüli 100 m-es körzetben nincs védendő épület, ilyenek csak a telekhatártól 1 km-nél nagyobb távolságra vannak. Így az erőmű gépeinek, berendezéseinek rezgéshatásával az üzem területén kívül levő, védendő épületekben nem kell számolni.

A közlekedési (közút, vasút) terheléseket ezen a viszonylag szűk (80–100 m) sávon belül, de jóval kiterjedtebb területen, a közútnál min. a legközelebbi településig, a vasútnál a legközelebbi fő elágazásig (Előszállás) kell vizsgálni. Rezgésmérések az alapállapot felmérésére e területeken indokoltak a környezeti hatásvizsgálat megkezdéséig.

3.9.2. Az építés hatásai

Az építési/felvonulási területhez legközelebb fekvő, zaj- és rezgésterhelés szempontjából védendő területek az új telekhatártól több mint 1 km távolságban helyezkednek el.

3.9.2.1. A zajterhelés hatásai

Az építési munkák vonatkozásában részletesebb alapadatok hiányában csak feltételezések alapján lehet előrejelzést adni. Az építési munkák várhatóan három műszakban, a szállítások viszont csak a nappali időszakban folynak. A földmunkáknál maximálisan egyidőben 50 munkagép működésére

lehet számítani. A gépek elhelyezkedése kiszámíthatatlan, esetleges, ezért úgy számoltunk, hogy a védendő létesítmények irányába eső telekhatároknál nappal egyidejűleg max. 15 munkagép, éjjel max. 5 munkagép és 3 egyéb berendezés működik.

A földmunkagépek által okozott (korábbi mérések tapasztalatai alapján) feltételezett zajkibocsátás L_{5m} = 85–95 dBA. A teherszállításnál elsősorban az M6-os autópálya használatát és óránként 24 mozgásszámot feltételeztünk. A tehergépkocsik zajkibocsátása $L_{7,5m}$ = 62–65 dBA, a személyszállítás nappal 50 km/h sebességnél blokktípustól függően $L_{7,5m}$ = 50–57 dBA zajterhelést okoz.

E feltételek mellett a legközelebbi védendő létesítményeknél az építési munkából és közlekedésből származó várható zajterhelési érték (a távolság, a levegő és a talaj csillapításának figyelembevételével) L_{AM} = 42–47 dB, éjjel 38–42 dB. Utóbbi érték Dunaszentbenedek legközelebbi lakóépületeinél adódik, és nem felel meg a vonatkozó 40 dB-es határértéknek. A számításokat a környezeti hatásvizsgálatban pontosítani kell, és ha a határérték nem tartható, akkor műszaki beavatkozással (pl. csökkentett géplánc, éjszakai földmunka elkerülése) kell a kedvezőtlen állapotot elkerülni. Amennyiben egyes építési fázisokban a határérték a fenti megoldások alkalmazásával sem érhető el, úgy a területileg illetékes környezetvédelmi felügyelőségnél kérelmezni kell a határérték alóli átmeneti felmentést.

Az építési munkák és a közlekedés hatásterülete a feltételezett alapadatokból kiindulva 900 m és 3100 m között, illetve a szállítási utak melletti 19–41 m között várható. E területen belül védendő létesítmények Paks, Dunaszentbenedek és Csámpa egyes lakóépületei a telekhatártól 3100 m-ig, illetve az utak melletti 41 m távolságig.

3.9.2.2. A rezgésterhelés hatásai

A rezgésterhelések szerkezeti (épületek szerkezetét, állagát befolyásoló) és környezeti (az épületben tartózkodó emberekre zavaró hatást gyakorló) jellegű problémákat vetnek fel. E hatások mindig építményekhez kötötten jelentkeznek, ezért elsősorban azt kell megállapítani, hogy a hatásterületen belül vannak-e, és ha igen akkor milyen védendő objektumok. Az alapállapotnál elmondottak szerint a rezgésterhelés általános hatásterülete a forrástól mért max. 80–100 m.

Közvetlen rezgésterhelés: Az építési munkák várhatóan jóval nagyobb rezgésterheléssel járnak, mint a későbbi működés. Jelentős rezgésterheléssel járó munkafolyamat többek között a cölöpverés, a szádfalazás, a bontási munkák, vagy esetleg a robbantásos földkiemelés. A hatásterületen belül egyetlen védendő létesítmény a működő atomerőmű, melynek biztonságát az építkezés rezgésterhelése nem befolyásolhatja kedvezőtlenül. Ezért a rezgésterhelés folyamatos nyomonkövetése fontos.

Közvetett rezgésterhelés: Az új blokkok építésénél ugrásszerűen megnő a szállítandó anyagmennyiség és a munkások száma. Amennyiben a szállítandó anyagok teljes mennyiségét közúton szállítanák akár ezres nagyságrendű napi tehergépjármű mozgás lenne, amihez több százas nagyságrendben adódna hozzá autóbuszjárat a munkások szállítására. Ez Paks környezetében a 6. sz. főút teljes éves nehézjármű forgalmának megduplázódását jelentené. Ez már olyan jelentős forgalomnövekedés, ami a gyakorlatban – véleményünk szerint – nem valósítható meg.

A közlekedés rezgésterhelése miatti állagromlás függ a szállítási nyomvonal és a védendő létesítmény távolságától, az elhaladó jármű tengelyterhelésétől, sebességétől, az útburkolat minőségétől és a védendő épület szerkezeti állapotától. Alapvetően nem az elhaladások számának növekedése, hanem az emiatt az útburkolatban bekövetkező állapotromlás és a tengelyterhelés növekedése okozza a szerkezeti rezgésterhelés növekedését.

A rezgésszintek ugrásszerű növekedése (néhány tized, illetve néhány mm/s rezgéssebesség helyett a több 10 mm/s rezgéssebességek) akár a jó állapotú, jó szerkezetű épületekben is károkat okozhat.[29]

[29] Rossz szerkezeti állapotú épületeken a nehézjármű forgalom már 1 mm/s maximális rezgéssebesség esetén is rezgéskárokat okozhat. Jól megépített, masszív épületek esetén a károsodás kezdete 20–30 mm/s sebesség felett van.

Ezért az új blokkok építése előtt a kritikus szállítási útvonal szakaszokon legalább a rossz állapotú épületek állagfelvétele javasolható, a vélt, vagy valós épületkárok szakszerű megítélése érdekében. A szerkezeti rezgésproblémák megelőzésére javasolható, hogy a nagy tömegű és mennyiségű anyagok szállítását mindenképpen vízi úton, illetve kisebb részben vasúton valósítsák meg.

Az építés rezgésvédelmi szempontú közvetlen hatásterülete az erőmű jelenlegi telekhatárán kívül levő kb. 100 m széles sáv, valamint a közúti és vasúti szállítási útvonalnak az a része, amely lakott területeket érint. Itt is 100 m-es sávszélességgel kell számolni. Helyszíni bejárás alapján ezen területen mintegy 300 olyan épület található, ahol a károsodás – különböző mértékű – kockázatával számolni kell az építési szállítások idején. Rezgésvédelmi (és környezetvédelmi) szempontból is javasolható, hogy az M6-os autópályáról lakóterületeken kívül haladó összeköttetést biztosítsanak az építési területtel.

3.9.3. Az új blokkok üzemelésének hatásai

3.9.3.1. A zajterhelés hatásai

Az újonnan létesítendő erőművi blokkok üzemelése kapcsán az adatszolgáltatás [32] szerint a működő erőműhöz hasonló típusú és nagyságrendű környezeti zajhatásokkal kell számolni. A hatások előrejelzésénél ezért a működő erőmű fő forrásait és ezek zajszintjeinél korábbi méréseink eredményeit vettük alapul:

- a főépületben lévő turbinák által okozott zaj az épületből nem jut ki, zajforrásként az épület homlokzati falain megjelenő szellőzők számíthatók: L_{5m} = 60–62 dBA,
- a dízelgenerátorok szintén gépházban helyezkednek el, itt az épület mellett L_{5m} = 77–80 dBA zajkibocsátás tapasztalható,
- a szabadtéri transzformátor állomás a telekhatáron mintegy 60 dBA zajszintet okoz,
- a szivattyúktól származó zaj L_{5m} = 68–70 dBA zajszintet eredményez,
- a kompresszorépület mellett kb. L_{5m} = 60 dBA jellemző.

A frissvízhűtésnél csak a vízkivételi mű és a melegvíz csatornák energiatörő műtárgyai jelentenek zajforrást. Közlekedési terhelésnél a jelenlegi forgalmat alapul véve a személyszállítás nappal az út tengelyétől 7,5 m-re 53–57 dBA, éjjel 48–53 dBA terhelést jelent. A teherszállítás csak nappali időszakban várható, átlagos értéke 15 jármű/óra, kibocsátása $L_{7,5m}$ = 56 dB.

Fenti feltételezésekkel élve az új atomerőművi blokkok üzemeléséből származó zajterhelés a legközelebbi védendő objektumoknál (Paks, Dankó Pista utca, Csámpa, déli bekötőúttal szembeni lakóterület, Dunaszentbenedek, Petőfi Sándor utca) mind az üzemi, mind a közlekedési zaj vonatkozásában megfelel a követelményeknek.

A hatásterület becslésünk szerint üzemi zaj tekintetében 300–500 m, közlekedési zaj esetében az úttengelytől számított 50 m-en belül marad. Utóbbi területen belül Paks és Csámpa lakóterületein vannak védendő létesítménynek.

3.9.3.2. A rezgésterhelés hatásai

Közvetlen rezgésterhelés: A talajban történő rezgésterjedés a forrástól 80–100 méteren belül okozhat kimutatható problémát, az új üzemi terület 100 m-es környezetében védendő létesítmények azonban nincsenek.

Közvetett rezgésterhelés: A két új blokk önálló üzemelése a jelenleginél kisebb létszámmal, így kisebb közúti terheléssel megoldható. A teherszállítás volumene várhatóan szintén nem haladja meg a jelenlegit. Rezgésprobléma csak a legközelebbi és már eleve rossz szerkezeti állapotú épületeknél fordulhat elő.

3.9.4. A telephelyen üzemelő nukleáris létesítmények együttes hatásai

Az üzemi zajterhelés tekintetében elmondhatjuk, hogy a meglévő, illetve a tervezett zajforrások elhelyezkedése és a három létesítmény telephelyének távolsága miatt jelentősebb összegződő hatások nem várhatók. Azaz az új tevékenységnél leírtak az összegződő zajterhelés esetére is vonatkoztathatók.

A szállítási forgalom viszont a tervezett blokkokat, illetve a meglévő két üzemet (az üzemelő atomerőmű és a KKÁT) figyelembe véve jelentősen magasabb, elsősorban a személygépkocsi számot tekintve. Az összegződő járműforgalmat figyelembe véve számított nappali zajkibocsátás az út tengelyétől 7,5 m-re 60–62 dBA között változik a blokk típusától, illetve az egyes blokktípusok üzemeltetői létszámától függően.

A három létesítmény együttes működése esetén tehát az utak melletti zajszintek (feltételezve azt, hogy az összes forgalom azonos útvonalon halad) 5–7 dB-lel meghaladják a tervezett új blokkok működését önállóan figyelembe véve kialakuló zajszinteket. Így az összes forgalom a lakóterületek közelében akár határérték túllépést is okozhat, tehát a személy és teherszállítás zajhatása a megközelítési utak mellett található, nem túl kiterjedt lakóterületeken (Csámpa 6. sz. főút melletti területei, Paks bevezető szakasza) várhatóan jelentős lesz. A környezeti hatásvizsgálat során ezért ezt a kérdéskört tovább kell vizsgálni, meg kell határozni a forgalom eloszlását, majd a becsült zajszinteket pontosítani kell, és amennyiben szükséges ki kell dolgozni a lehetséges megoldásokat a határérték túllépés elkerülésére.

Rezgésterhelésnél az előző pontban leírtak a létesítmények együttes működésének esetére is vonatkoznak, hiszen jelentősebb rezgésforrás a jelenleg működő létesítményeknél sincs. A szállításból adódó terheléseknél a hat blokk üzemszerű együttműködése esetén az üzembe irányuló szállítások, és az elszállítandó áruk, illetve a személyszállítások volumenét a jelenlegi mennyiség kétszeresére becsüljük. Ez jelentős mennyiség (mintegy 30–40%, a természetes forgalomfejlődést is figyelembe véve) a 6. sz. főút nehézjármű-forgalmához képest, ami befolyásolhatja az útvonal mellett levő épületállomány rezgés-állapotát. A szállítási útvonalak mellet lévő épületek állagfelmérése tehát az együttes működés hatásait figyelembe véve is elengedhetetlen.

3.10. Hulladékok

3.10.1. Az alapállapot ismertetése

A leendő erőművi blokkok helyén – a rendelkezésre álló adatok és információk alapján – a meglévő blokkok építési hulladékainak lerakóját tárták fel. Az FTV Rt. 2002-ben végzett teljes körű környezetvédelmi felülvizsgálatának [80] megállapítása szerint a lerakón veszélyes anyagot nem találtak, a lerakott szilárd hulladék szennyezettségét a laboratóriumi vizsgálatok nem mutatták ki. Amennyiben a terület az építéssel érintett lesz, az ott lévő hulladékot ki kell termelni és jogerős hulladékkezelési engedéllyel rendelkező szervezetnek kell átadni.

3.10.2. Az építés hatásai

3.10.2.1. Hulladékfajták és mennyiségek

Az építési időszakban jelentős mennyiségű hulladék keletkezik. A hulladékok fajtái a különböző blokkok esetében lényegében megegyeznek, mennyiségük azonban reaktortípusonként különböző lehet. A jelenlegi szabályozás szerint az építési területről kitermelt földet szennyezettsége esetén hulladéknak kell tekinteni, legnagyobb mennyiségben ennek keletkezésével kell számolni. A keletkező egyéb hulladékokat a *3.10.2.1-1. táblázat* tartalmazza. A fő és mellékcsoport megjelölésnél a csoportból többféle hulladék keletkezésével kell számolni.

3.10.2.1-1. táblázat: Az építés során keletkező hulladékok

EWC kód	Megnevezés
08 01 alcsoport	Festékek és lakkok termeléséből, kiszereléséből, forgalmazásából és felhasználásából, valamint ezek eltávolításából származó hulladékok
17. főcsoport	Építési és bontási hulladékok
17 05 03*[1]	Veszélyes anyagokat tartalmazó föld és kövek
17 05 04[1]	Föld és kövek, amelyek különböznek 17 05 03*-tól
15. főcsoport	Hulladékká vált csomagolóanyagok
20 02 01	Biológiailag lebomló hulladékok
20 03 01	Egyéb települési hulladék, ideértve a kevert települési hulladékot is

[1] Mennyisége miatt külön kiemeltük

Az építési hulladékok mennyiségében a létesítendő blokk típusától függően lehetnek különbségek, különös tekintettel a kitermelt földre, amelynek mennyiségét a választott alapozási mód is meghatározza. A frissvizes hűtőrendszer építése során ugyanazon típusú építési hulladékok keletkezése várható, mint a blokkok építésekor.

A kommunális hulladékok mennyisége a dolgozók létszámától függően fog változni, átlagosan 1000 főt figyelembe véve napi 500–700 kg hulladék kezeléséről kell gondoskodni, csúcsidőben (7000 fő) ez a szám elérheti a napi 4000 kg-ot is.

3.10.2.2. Hulladékok gyűjtése, hasznosítása, ártalmatlanítása

Amennyiben a kitermelt talaj felső rétege nem feltöltés, a termőréteget külön kell gyűjteni és az építkezés befejezésekor a helyszínen kell felhasználni, vagy mint termőtalaj, hasznosításra át kell adni. A további kitermelt több százezer m^3 föld – melynek egy része feltöltés – csak kis része használható fel a területen, a többit meg kell kísérelni útépítésnél, területrendezésnél hasznosítani. Amennyiben a föld azonnal nem szállítható el, tárolására a területen átmeneti tárolóterületet kell kijelölni. Ha a hasznosítás nem megoldható, a vegyes építési hulladékot jogerős hulladékkezelési engedéllyel rendelkező szervezetnek kell átadni. Amennyiben megfelelő kapacitású lerakó elérhető közelségben nem áll rendelkezésre, javasolt a paksi kommunális hulladéklerakó bővítése. [78]

Az építési hulladékok esetében az építkezés ideje alatt végig törekedni kell arra, hogy a hulladékok minél nagyobb hányadát gyűjtsék szelektíven, hogy a hasznosításuk megoldható legyen. Ennek érdekében az építés közelében, vagy a felvonulási területen az egyes nagy mennyiségben keletkező hulladékoknak – tégla, beton, kerámia, fa, vas – megfelelő gyűjtőterületet kell biztosítani. Ugyancsak elkülönítve kell gyűjteni a papír és műanyag csomagolóanyag hulladékokat, feliratozott konténerekben. Ezeket az anyagokat hasznosításra kell átadni. A hasznosító kikerülhet az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. mostani szolgáltatói közül.

A veszélyes hulladékokat ugyancsak fajtánként elkülönítve kell gyűjteni. Miután ezen hulladékok esetében fennáll a környezetszennyezés veszélye, ezért a gyűjtőhelyet a veszélyes hulladékkal kapcsolatos tevékenységek végzésének feltételeiről szóló 98/2001. (VI. 15.) Korm. rendeletben leírt üzemi gyűjtőhelynek megfelelően kell kialakítani. A hasznosítást vagy ártalmatlanítást csak engedéllyel rendelkező kezelő végezheti, ezért a hulladékot a megfelelő engedéllyel rendelkező szervezet(ek)nek kell átadni. A szükséges égetési, illetve lerakási kapacitás az országban rendelkezésre áll. A hulladékkezelési és szállítási folyamatok során be kell tartani a fenti rendelet előírásait.

A kommunális hulladékot jelenleg a paksi települési szilárdhulladék-lerakón ártalmatlanítják, amely betelik, ezért 7 település összefogásával regionális lerakó létesül. Az építkezéskor keletkező hulladék átvételéről a lerakót üzemeltető konzorciummal kell megállapodni, szükség esetén másik lerakót keresni.

A területrendezésnél keletkező növényi hulladék komposztálható, vagy biogáz termelésben hasznosítható. Meg kell vizsgálni, hogy a komposztálás lehetséges-e a Paksi Térségi Hulladékgazdálkodási Rendszer kiépítésekor telepítendő komposztáló telepen.

Az építkezés során vezetni kell az építőipari kivitelezési tevékenységről szóló 191/2009. (IX. 15.) Korm. rendelet szerinti építési hulladéknyilvántartó lapot, és azt az építési tevékenység befejezését követően a hulladékot kezelő átvételi igazolásával együtt a területileg illetékes környezetvédelmi hatóságnak be kell nyújtani. A Felügyelőség az építési és bontási hulladék kezelésének részletes szabályairól szóló 45/2004. (VII. 26.) BM-KvVM együttes rendelet szerint ennek alapján alakítja ki szakhatósági állásfoglalását az építésügyi engedélyezési eljárás során.

3.10.2.3. A keletkező hulladékok hatásai

Hulladékgazdálkodás szempontjából hatásviselők azok a területek, ahol az építés, üzemelés és felhagyás során hulladék keletkezik, illetve elhelyezésre kerül. Az építés időszakában a hulladékok elhelyezése, elszállításig való tárolása okozhat a földtani közeg állapotában változást, a felszíni és a felszín alatti vizekre gyakorolt hatásokat kizárhatjuk. A hatások a hulladéktárolók ideiglenes területhasználatában, a hulladékok mozgatása, szállítása közben történő kiszóródásában, esetleges elfolyásban jelentkezhetnek. A szennyező forrás ezekben az esetekben jól körülhatárolható, a szennyezés egyszeri. A szennyezés rövid időn belül megszüntethető és a földről eltávolítható. A hatások csökkenthetők, illetve elkerülhetők, ha az üzem építése során a keletkező hulladékok megfelelő gyűjtéséről és tárolásáról az érvényes jogszabályoknak, előírásoknak megfelelően gondoskodnak és betartják a hulladékkezelés szabályait. Ekkor a hatások minimálisak lesznek.

3.10.3. Az új blokkok üzemelésének hatásai

3.10.3.1. Radioaktív hulladékok keletkezése, kezelése, átmeneti tárolása

Az atomerőművek üzemelése során kis, közepes és nagy aktivitású radioaktív hulladékok keletkeznek szilárd és folyékony halmazállapotban. Mivel a radioaktív hulladékok kategóriákba sorolása a különböző országokban nem egyforma, az egyes blokktípusok üzemeltetése során keletkező hulladékok összehasonlításakor ezt figyelembe kell venni. Mind az öt reaktornál külön kategóriának számít a közepes és a kis aktivitású hulladék, amelyek kezelése és tárolása különböző műszaki megoldásokat igényel, ugyanakkor négy típus esetében (AP1000, ATMEA1, EPR és APR1400) csak a kiégett üzemanyagot tekintik nagy aktivitású hulladéknak, a szabályozórudak és szűrőbetétek – amelyeket ma Pakson nagy aktivitású hulladékként kezelnek – is a közepes aktivitású hulladékok között jelennek meg. Ennek megfelelően az öt vizsgált blokk közül csak a MIR.1200 típusra adnak meg becslést a normál üzemvitel során keletkező nagy aktivitású radioaktív hulladékok mennyiségére.

Mivel az új blokkokban is nyomottvizes reaktorok lesznek, a Pakson jelenleg üzemelő blokkokhoz hasonló folyékony radioaktív hulladékok keletkezésével lehet számolni: bepárlási maradékok, evaporátor savazó oldatok, elhasznált primerköri ioncserélő gyanták, dekontamináló oldatok, aktív iszapok, aktív oldószerkeverékek és elszennyeződött technológiai bórsavoldatok. Az erőműből csak szilárd hulladék szállítható el a végleges tárolóba, ezért a folyékony halmazállapotú radioaktív hulladékot szilárdítani kell, például cementálással vagy polimerbe ágyazással.

A hazai gyakorlat szerint a kis és közepes aktivitású szilárd radioaktív hulladékok közé tartoznak az üzemeltetés során keletkező hulladékok (pl. ruhák, egyéni védőfelszerelések, elhasználódott szerszámok, alkatrészek, aeroszolszűrők), a reaktortartály egyes szerkezeti elemei, valamint bizonyos felaktiválódott berendezések. A kis és közepes aktivitású hulladékokban a rövid felezési idejű izotópok dominálnak.

A kisaktivitású hulladékok tárolásához nincs szükség sugárvédelmi árnyékolásra, elegendő azok elkülönítése egy kijelölt, és természeténél fogva korlátozott hozzáférésű tárolóterületre. A közepes aktivitású hulladékok tárolóeszközeinek tervezése sugárvédelmi megfontolások alapján történik, de – a nagy aktivitású hulladéktól eltérően – nem kell számolni a hulladékban fejlődő hővel. A kis és közepes aktivitású hulladékokat érdemes a benne lévő izotópok felezési ideje alapján is megkülönböztetni: a rövid élettartamú hulladékban a meghatározó izotópok felezési ideje nem haladja meg a 30 évet.

Az új blokkok üzemelése során is azzal kell számolni, hogy a kis és közepes aktivitású hulladékokat átmenetileg a telephelyen kell tárolni, és ehhez megfelelő technológia alkalmazásával célszerű a hulladék térfogatát csökkenteni. Ez a tervek alapján történhet aprítással, kompaktálással, illetve égetéssel (pl. az EPR esetében) is. A kis és közepes aktivitású hulladék tárolására a vizsgált blokkok többségében a ma is használatos 200 literes acélhordókat kívánják alkalmazni, ugyanakkor az AP1000 típusnál 3 m^3-es tárolóegységeket használnának erre a célra.

3.10.3.2. Kiégett fűtőelemek kezelése és átmeneti tárolása

Az új blokkok kétféle üzemanyaggal üzemelhetnek: az egyik a Pakson ma is használt urán-dioxid, a másik pedig az urán-dioxid és a kiégett üzemanyag újrafeldolgozásából kapott plutónium-dioxid keverékéből álló MOX (Mixed Oxide) üzemanyag. A kiégett fűtőelemekben található izotópok a kis rendszámú elemektől a legnagyobb rendszámúakig szinte a teljes periódusos rendszert lefedik.

A kiégett fűtőelemek végleges elhelyezése, illetve újrahasznosítása szempontjából a kiégett fűtőelem tömege, aktivitása, a bomlásokból származó hőtermelés, valamint a biológiai károsításra jellemző radiotoxicitás egyaránt lényeges.

A kiégett üzemanyag aktivitását kezdetben a rövid felezési idejű hasadási termékek adják, majd néhány száz év után a plutónium, urán, illetve az egyéb aktinidák[30] aktivitása a meghatározó. Az üzemidő végén a fajlagos aktivitás 10^7 TBq/kg, ez 10 év alatt ezredrészére, 600 év alatt százezredére (100 TBq/kg) csökken. Az aktivitással párhuzamosan a hőtermelés is csökken a kiégett fűtőelemekben.

A radiotoxicitás azt mutatja, hogy a radioaktív izotópoknak az emberi szervezetbe kerülve milyen egészségkárosító hatásuk lehetne[31]. A kiégett üzemanyag radiotoxicitásának nagy részét néhány évtizedet követően már az aktinidák adják, a természetes uránra jellemző értéket a kiégett üzemanyag több mint százezer év után éri el.

A tervezett blokkok ismert adatai alapján a 60 éves üzemidő alatt körülbelül 1300–2200 t kiégett üzemanyag keletkezik egy reaktorban (*3.10.3.2-1. táblázat*).

A hőfejlődés miatt a kazettákat néhány évig a reaktor melletti pihentető medencében tárolják. Itt megtörténik a rövid felezési idejű izotópok aktivitásának és a bomláshőnek a jelentős csökkenése.

Az új blokkok pihentető medencéinek kapacitása lehetővé teszi, hogy a kiégett kazetták tíz évet, vagy annál több időt is a medencében töltsenek. Ennyi idő alatt a maradványhő lecsökken a száraz tároláshoz is megfelelő értékre. (*3.10.3.2-2. táblázat*).

[30] Az elemek periódusos rendszerében a 89-es rendszámú aktínium után következő 14 elem közös neve.

[31] Matematikai értelemben a radiotoxicitás a kiégett üzemanyagban található radioaktív izotópok aktivitásának az izotópokra jellemző dóziskonverziós tényezővel súlyozott összege.

3.10.3.2-1. táblázat: A teljes üzemidő alatt keletkező kiégett üzemanyag mennyisége blokktípusonként egy reaktorblokkban

Reaktor	Hőteljesítmény [MW]	Kazetta kiégés [MWd/kgU]	Kihasználási tényező [%]	Kiégett üzemanyag tömege [t]
AP1000	3 400	60	93	1 334
MIR.1200	3 200	55,5	90	1 403
ATMEA1	3 138	51,5	92	1 450
EPR	4 300	55	92	1 861
APR1400	3 983	44,6	92	2 126

3.10.3.2-2. táblázat: A kiégett üzemanyag tárolása a pihentető medencékben

Reaktor	Tárolási idő [év]
AP1000	max. 18
MIR.1200	10
ATMEA1	6–10
EPR	11–18
APR1400	max. 16

A kiégett üzemanyag a pihentető medencéből idővel átmeneti tárolóba kerül, ahol a kiégett üzemanyag több évtizedig pihen. A maradványhő elviteléről itt is gondoskodni kell, de erre kevésbé intenzív hőelvitel (pl. természetes cirkulációs légáramlás) is megfelelő. Az átmeneti tárolást néhány országban (pl. Szlovákia) a pihentető medencékhez hasonló nedves tárolókkal oldják meg, de általában száraz tárolókat alkalmaznak. Ezek kialakítása többféle lehet:

- A fémkonténer (angolul *cask*) árnyékolását és a radioaktív anyagok környezetbe kerülésének megakadályozását a konténer anyaga biztosítja. A hőelvitel javítására a konténer külső felületén bordákat alakítanak ki. Egyes fémkonténerek tárolás mellett alkalmasak a kiégett kazetták szállítására is.
- A silók nagyméretű vasbeton szerkezetek, amelyekben vékonyfalú acéltartályokban helyezik el a kiégett kazettákat. A beton és a fémtartály között résben áramló levegő biztosítja a hőelvitelt. A biológiai védelmet a betonfal képezi.
- A kamrák (angolul *vaults*) közös épületben létesített tárolóüregek hálózatát tartalmazzák. A kazettákat tartalmazó csövek között áramló levegő viszi el a maradványhőt, a természetes cirkulációs légáramlást kémények gyorsítják.

3.10.3.3. A radioaktív hulladékok és a kiégett fűtőelemek végleges elhelyezésének, ártalmatlanításának lehetőségei

A műszaki fejlesztések eredményeként a jövőben épülő 3. generációs atomerőművekben várhatóan kevesebb radioaktív hulladék fog keletkezni egységnyi elektromos energia előállításakor, mint a jelenleg üzemelő blokkokban, de nagyságrendi csökkenésre nem lehet számítani. A tervezett új blokkok üzemelése során és azok leszerelése után több ezer köbméter kis és közepes aktivitású radioaktív hulladék tárolásáról, majd végleges elhelyezéséről kell gondoskodni. A jelenlegi ismeretek szerint ezt a Bátaapáti térségében létesülő Nemzeti Radioaktívhulladék-tároló (NRHT) bővítésével valószínűleg meg lehet oldani.

A fűtőelemek közvetlen végleges elhelyezése során (az ún. nyílt üzemanyagciklusban) a reaktorból kikerült üzemanyag feldolgozás nélkül kerülhet a végleges tárolóba, azonban ezzel veszendőbe

megy a kiégett üzemanyagban lévő, nem elhanyagolható mennyiségű, értékes hasadóanyag. A feldolgozás nélkül elhelyezett fűtőelem nagy aktivitású, jelentős hőtermeléssel rendelkezik.

A kiégett üzemanyag végleges elhelyezésére mélyen a földfelszín alatt, megfelelő geológiai formációkban kialakított mélygeológiai tárolók jelentik a legjobb megoldást. A hulladék elhelyezésekor többszörös védelmi gátakat alkalmaznak. A hulladék csomagolása (azaz a megfelelő tárolókonténerek használata), a hézagkitöltő anyagok alkalmazása és a lerakó geológiai jellemzői együtt garantálják a radioaktív hulladékok elszigetelését a bioszférától. Egy ilyen tároló a kiégett üzemanyag újrafeldolgozási hulladékainak, valamint az erőmű normál üzemelése és leszerelése során keletkező egyéb nagy aktivitású hulladékoknak a befogadására is alkalmas.

A nagy aktivitású hulladékok végleges elhelyezésére szolgáló tároló befogadására alkalmas kőzet kutatása Magyarországon a mecseki uránbányához tartozó Bodai Aleurolit Formáció (BAF) vizsgálatával kezdődött. A szóba jöhető befogadó kőzetről és földtani környezetéről nyert információ mennyisége messze meghalad minden más potenciális területre vonatkozó ismeretanyagot. Az uránbányából kihajtott kutatóvágat és a kutatófúrások lehetővé tették a kőzet részletes vizsgálatát és eddig nem merült fel olyan körülmény, ami kizárta volna a helyszín alkalmasságát a mélygeológiai tároló létesítésére. Amennyiben a jelenleg üzemelő VVER-440 blokkok fűtőelemeinek végleges elhelyezésére a bodai helyszínen kerül sor, akkor ugyanott – a vágatrendszer bővítésével – feltételezhetően elhelyezhető lesz az új blokkok kiégett üzemanyaga is.

A zárt üzemanyagciklusban a kiégett üzemanyagot feldolgozzák (reprocesszálás), új üzemanyagot készítenek belőle és csak az újrafeldolgozási hulladék kerül végleges elhelyezésre. A kiégett üzemanyag újrafeldolgozására Magyarországon azonban nincs lehetőség.

3.10.3.4. Az üzemelés során keletkező építési és egyéb hulladékok hatásai

Az üzemeléskor keletkező hulladékokról információkat egyrészt az új blokkok szállítóitól, másrészt az üzemelő reaktorok kapcsán az MVM Paksi Atomerőmű Zrt-től kaptunk. Alapvetően az új blokkok üzemelése nem eredményez másfajta hulladékokat, azok fajlagos mennyisége – lévén korszerűbb berendezésekről van szó – kevesebb lesz a jelenleginél.

Hulladékfajták és mennyiségek

Az új blokkok üzemelése során keletkező hagyományos hulladékok minőségileg nem térnek el jelentősen egy ipari nagyüzem hulladékaitól. Legnagyobb különbség a radioaktív hulladékoktól való elkülönített kezelésben jelentkezik. A hulladékok lehetnek a működés alatti építési, illetve átalakítási munkák inert építési hulladékai, kommunális, veszélyes és nem veszélyes hulladékok. A szállítói adatszolgáltatásokat és az üzemelő paksi blokkok adatait felhasználva áttekintettük a tervezett új blokkok termelési hulladékait, melyet a *Melléklet M-2. táblázatában* mutatunk be.

A blokkok üzemeltetése során figyelembe kell venni a hulladékgazdálkodás hierarchiáját: hulladék keletkezés elkerülése – hulladék keletkezés csökkentése – újrahasználat – hasznosítás – energetikai hasznosítás – lerakás. Ahol lehetséges, a hulladékokat újrahasználatra elő kell készíteni. Ennek területe lehet a fáradt olaj, akkumulátorok, fémek, üveg és papír. A hulladék hasznosításra, ártalmatlanításra vagy engedélyezett lerakóra történő elszállítását engedéllyel rendelkező szállítóval kell végeztetni. Ha közeli helyre lehet szállítani, azzal csökkenteni lehet a szállítás környezeti kockázatát.

A frissvízhűtéses hűtőrendszer üzemeléshez kötődően keletkező hulladéknak tekintendő a Dunából kiemelt nyersvíz szűrésénél a szűrőüzemben a szűrőkben visszamaradt szilárd anyag („rácsszemét”). Kommunális hulladék az erőmű valamennyi szervezeti egységénél, munkaterületén (irodákban, műhelyekben, szociális helyiségekben, étkezdékben, laborokban stb.) keletkezik.

A hulladékok gyűjtése, tárolása

A hulladékok gyűjtését úgy kell megoldani, hogy azzal kizárjuk, de legalább minimálisra csökkentsük a környezetszennyezés lehetőségét, és megteremtsük a hasznosítás feltételeit. Ezért, amennyiben nem lehet a hulladék keletkezését elkerülni, gondoskodni kell a megfelelő szelektív gyűjtés kialakításáról. A szelektív gyűjtést, ha lehetséges, már a keletkezés helyén a munkahelyi gyűjtőhelyek megfelelő kialakításával kell megoldani. Ezzel párhuzamosan biztosítani kell a gyűjtőhelyen – veszélyes hulladékok esetén a veszélyes hulladék üzemi gyűjtőhelyeken – feliratozott, jól megkülönböztethető gyűjtőedényzetet, amelyben az azonos hulladéktípusok a munkahelyekről összegyűjthetők.

Ipari nem veszélyes hulladékok

Az ipari nem veszélyes hulladékokat – kiemelten a hasznosítható, értékesíthető hulladékokat – úgy kell gyűjteni, hogy azokban ne legyen olyan szennyező anyag, amely a további felhasználást akadályozná. Ezért nem tartalmazhatnak pl. kommunális és veszélyes hulladékot. Tárolásukra megfelelő számú raktárt, tároló helyiséget kell kialakítani. Ebbe a csoportba tartoznak a különböző fémhulladékok, kábelhulladék, nem veszélyes elektronikai és elektrotechnikai hulladék, fahulladék, a papír és műanyag csomagolási hulladék. A nem hasznosítható ipari hulladékok számára célszerű kijelölni egy külön gyűjtőhelyet, esetleg a veszélyes hulladék üzemi gyűjtőhely(ek) területéből leválasztani egy erre szolgáló részt.

Építési inert hulladékok

Nagyobb mennyiségben képződik, ezért külön figyelmet kell fordítani az építkezések során keletkező hulladékokra. A megfelelő szelektivitás nemcsak az erőmű dolgozóinak feladata, hanem – mivel az ilyen munkákat leggyakrabban külső cégek végzik – minden kivitelező számára kötelező. Az építési-bontási törmeléket kisebb mennyiség esetén az építkezés közelében elhelyezett konténerekben kell gyűjteni, de nagyobb építkezéskor a keletkező hulladékok gyűjtésére alkalmas, külön területet kell kijelölni.

Veszélyes hulladékok

A veszélyes hulladékokat a keletkezés helyén, munkahelyi gyűjtőhelyeken, névvel, EWC kóddal ellátott edényzetekben (konténer, hordó, zsák) kell gyűjteni. A nagy mennyiségben keletkező fáradt olajat megfelelő védelemmel ellátott tartályokban is lehet tárolni. A szilárd, folyadékot még maradványként sem tartalmazó hulladékokat (pl. olajos rongy, festékes göngyöleg) műanyag zsákokban lehet gyűjteni.

Mivel az összegyűjtött hulladék elszállítása a munkahelyi gyűjtőhelyekről közvetlenül nem oldható meg, veszélyes hulladék üzemi gyűjtőhelyet/helyeket kell kialakítani. A gyűjtőhely kialakításának meg kell felelni a veszélyes hulladékkal kapcsolatos tevékenységek végzésének feltételeiről szóló 98/2001. (VI. 15.) Korm. rendelet 3. sz. mellékletében előírtaknak, valamint el kell készíteni a gyűjtőhely működési szabályzatát, melyet be kell nyújtani a területileg illetékes környezetvédelmi felügyelőségre.

Kommunális hulladékok

A kommunális hulladékok gyűjtése keletkezési helyükön hagyományosan, szeméttartókban, konténerekben, s az erre a célra kijelölt tárolókban történik. Külön tárolóhely kialakítása nem szükséges, az elszállítás a konténerek cseréjével megoldható.

Hulladékok felszabadítása

A különböző hulladéktípusok az ellenőrzött és a felügyelt zónában egyaránt keletkezhetnek. Az ellenőrzött zónában keletkező hulladékokat szintén fajtánként, szelektíven kell gyűjteni, azonban a területről történő kiszállításuk előtt azokat minősíteni kell, kiszállítani csak felszabadítási eljárás

után lehet. A felszabadítási eljárás során igazolni kell, hogy a hulladék nem-radioaktív hulladékként való kezeléséből származó egyéni évi sugárterhelés nem haladja meg a 30 μSv effektív dózist. A hulladékok felszabadítása a 16/2000. (VI. 8.) EüM rendelet előírásai alapján történhet. A hulladékok ellenőrzött zónából történő kiszállítását a rendelet előírásai szerint, a hatóság által jóváhagyott felszabadítási szintek figyelembevételével, aktivitás mérés alapján kell elvégezni. A felszabadítás után az ellenőrzött zónából kiszállított hulladékot a továbbiakban már a felügyelt zónában keletkezettel közösen lehet tárolni és kezelni.

Hasznosítás, ártalmatlanítás

Gazdaságossági és környezetvédelmi szempontok alapján – figyelembe véve a hulladékgazdálkodás hierarchiáját – a beruházás során célként kell kitűzni a keletkező hulladékok mennyiségének csökkentését és a hulladékok szelektív gyűjtési rendszerének kialakításával a hulladékok magas hasznosítási arányának elérését.

A hulladékgazdálkodás során elsősorban tehát a fentiekben felsorolt hulladékok hasznosításáról, ártalmatlanításáról kell gondoskodni. Az eddigi tapasztalatok és lehetőségek alapján a nem veszélyes ipari hulladékok közül a fém, a fa, a papír és karton, valamint a műanyag hulladékok hasznosításra való értékesítése könnyen megoldható, de a hazai feldolgozási kapacitás növekedésének hatására lehetőség lesz az építési hulladékok hasznosítására is. Veszélyes hulladékok vonatkozásában az olajos hulladékokat (fáradt olaj, olajos rongy, olajos göngyölegek, olajos iszap), az akkumulátorokat és szárazelemeket lehet hasznosítani [84]. A többi veszélyes hulladék egy része égetéssel termikus hasznosításra kerülhet (pl. szennyvíziszap), melyhez a szükséges égetési kapacitás rendelkezésre áll. A nem hasznosítható hulladékok elhelyezésének végső módja a lerakás hulladéklerakóban. A veszélyes hulladékok lerakása – viszonylag kisebb mennyiségük miatt – veszélyeshulladék-lerakón lehetséges és megoldható.

A keletkező hulladékok hatásai

A működés hatásai annyiban térnek el az építéstől, hogy többfajta és környezeti szempontból veszélyesebb hulladékok keletkezésével kell számolni. Ugyanakkor a hatás is hosszabb ideig tarthat, a forrás beazonosítása, a szennyezés észlelése esetleg elhúzódhat, ezért a felszínre jutó szennyezőanyag mennyisége is nagyobb lehet. A működés időszakában is a földtani közeg lehet a hatásviselő, a felszíni és a felszín alatti vizekre gyakorolt hatásokat kizárhatjuk. A közvetlen hatás a földtani közeg elszennyeződése a hulladékok munkahelyi és üzemi gyűjtőhelyen történő tároláskor, a hulladék mozgatása, szállítása közben történő kiszóródásakor, elfolyásakor vagy baleset esetén léphetnek fel. Közvetett hatások az ártalmatlanításkor (égetés, lerakás) és az odaszállításkor jelentkezhetnek, szintén talajszennyezés, illetve légszennyező anyag kibocsátása formában. Mivel a keletkező hulladékok minősége csak kismértékben függ a blokk típusától, a hatások a keletkező hulladékok mennyisége miatt lehetnek kissé eltérőek a különböző blokkok esetében. Az adatok bizonytalansága miatt ugyanakkor nem célszerű a blokkok között különbséget tenni. A szállítási szabályok betartásával, a gyűjtőhelyeknek az érvényes jogszabályoknak megfelelő kialakításával és üzemeltetésével a hatások minimalizálhatók.

3.10.4. A telephelyen üzemelő nukleáris létesítmények együttes hatásai

Az új blokkok üzemelése alapvetően nem eredményez a jelenlegi erőműben keletkezőtől eltérő fajtájú hulladékokat, azok fajlagos mennyisége – az új erőmű korszerűbb berendezései miatt – azonban várhatóan kevesebb lesz a jelenleginél. Hagyományos (nem radioaktív) üzemelési hulladékok karbantartás, építési munkák, vízkezelési- és előkészítési tevékenységből keletkeznek. Az üzemelő erőműben 2010-ben 1811 t ipari nem veszélyes hulladék, 372 t veszélyes hulladék és 450 t kommunális hulladék keletkezett. Az új blokkok hulladékmennyisége várhatóan ez alatt lesz a

modernebb technológia, a kisebb karbantartási igény és a kisebb munkaerő szükséglet miatt. Az új blokkok üzemelésének főbb hulladékait a *Melléklet M-2. táblázatában* foglaltuk össze.

A szállítási szabályok betartásával, a gyűjtőhelyeknek az érvényes jogszabályoknak megfelelő kialakításával és üzemeltetésével a keletkező hulladékok okozta hatások minimalizálhatók.

3.11. Települési környezet, társadalmi, gazdasági hatások

3.11.1. Az alapállapot ismertetése

A települési környezet általános jellemzőinél a város térszerkezeti elhelyezkedését, fejlődésének mérföldköveit, infrastrukturális jellemzőit mutatjuk be. Az értéklelésnél figyelembe vesszük, hogy a működő atomerőmű jelentősen befolyásolja Paks település életét, és az új blokkok létesítésével a kedvező hatások hosszabb távon is érvényesülhetnek.

3.11.1.1. A város legfontosabb településkörnyezeti jellemzői

A város természetföldrajzi helyzete és térszerkezeti pozíciója

Paks természetföldrajzi helyzetét meghatározza a Duna menti, magasparti fekvése. A 15 ezer hektáros közigazgatási területű település a Dunántúl és az Alföld határán alakult ki, tájföldrajzi adottságai alapján azonban inkább alföldi, semmint dunántúli jellegű. Térszerkezeti kapcsolatrendszerében a történetileg kialakult az észak-déli meghatározottság döntő, a kelet-nyugat jellegű kapcsolatok másodrendűek. A Paks kistérségi kapcsolataiban Dunaföldvár felé az együttműködés és verseny kölcsönhatása, Szekszárd felé a megyei igazgatási, szolgáltatási kapcsolat, és az adminisztratív függés jellemző. Kalocsa felé a Duna miatt csak gyenge kapcsolatok épülhettek ki.

A 19. században Paks jelentős méretű és lakosszámú, többfunkciós (mezőgazdasági, kisipari, kereskedelmi, szolgáltató) mezőváros. A 19. és 20. századok fordulóján Paks járási székhely számottevő iparral, színvonalas kereskedelemmel (hajókikötő, posta, vasútállomás is van a településen). Ezt a fejlődést törte meg az I., majd még erősebben a II. világháború, mely után a térség mezőgazdasági jellegére alapulva (konzervipar) indult újra fejlődésnek. (Paks a fővárossal rendkívül szoros gazdasági, mezőgazdasági áruellátói kapcsolatokat alakított ki.)

Az atomerőmű telepítésével Paks népességszáma rövid idő alatt jelentősen megnövekedett, de egyben egyfunkciós várossá alakult. Az erőmű létesítése a munkakultúra tekintetében is alapvető változásokat hozott, a letelepedő magas, és egyben speciális szakképzettséggel rendelkező szakemberek unikális jelleget biztosítanak a városnak.

A népességszámban dinamikusan gyarapodó Paks nem tudta lakossági létszámnövekedésének megfelelően bővíteni középfokú települési funkcióit. Településközi kapcsolatrendszere, vonzáskörzete a foglalkoztatási központ jellegen túl nem javult jelentős mértékben. Ugyanakkor az erőmű révén Paks települési infrastrukturális ellátottsága az azonos nagyságrendű városokéhoz képest jobb minőségű, az alapinfrastruktúra kiépítettsége teljes. Az erőmű speciális egészségügyi szükségleteinek megfelelően bővült a speciális egészségügyi szakellátás, de nem sikerült városi kórházat létrehozni.

Mérnöki infrastruktúrák

Az atomerőmű létesítését megelőzően az infrastruktúra hálózat jelentősen elmaradott volt. A fejlődés az 1970-es évek elején indult el és az ezredfordulóra megfelelő szintűre javult. Az erőmű építéséhez kapcsolódóan Paks településszerkezete, arculata is jelentős mértékben megváltozott. Új városközpont és lakótelep épült. Jelenleg a legfontosabb infrastrukturális jellemzők az alábbiak:

- A város *úthálózata* korszerű. Teljes hossza majdnem 100 km, szinte teljes mértékben szilárd burkolatú, az utcák jól megközelíthetők. Az utcahálózat teljes hosszában járdák is épültek, kerékpárutakkal azonban nem áll ilyen jól a város.

- A vezetékes *ivóvízzel* való ellátottsága minden igényt kielégít. Az ivóvízvezeték hálózat hossza 2010-ben 112,2 km. A szolgáltatott ivóvíz megfelelő minőségű, jelenleg 4450 m^3 térfogatú víztároló áll város rendelkezésére. A szolgáltatott ivóvíz mennyiségének közel 100%-a elvezetésre kerül a város *szenyvízcsatorna* hálózatán, amelynek hossza 69,4 km. A keletkezett szennyvíz teljes egészében tisztítva kerül elvezetésre. A lakások ivóvízzel való ellátottsága 100 %-os és a szennyvízhálózatra kötött lakások aránya 93%-os, amely jó értéknek tekinthető.
- A település a rendszeres *hulladékszállításba* bevont. A településen 2010-ben 15 701 t szilárd hulladékot gyűjtöttek be. Paks város saját, engedéllyel rendelkező, műszaki védelemmel ellátott kommunális hulladéklerakót üzemeltet. A fejlesztések során egy komposztáló üzem is kialakításra kerül. A térségi hulladékgazdálkodási rendszerbe Bölcske, Gerjen, Györköny, Pusztahencse, Madocsa és Nagydorog is bekapcsolódott. A városban a szelektív hulladékgyűjtés infrastruktúrája megfelelő. A város korábbi hulladéklerakójának rekultivációja megtörtént.
- A *villamosenergia hálózat* kiépítettsége is 100%-os. A *gázhálózat* kiépítésére 1996-ban került sor, a lakások több mint 45%-a van bekötve, a többi lakás esetében villanytűzhely és távfűtés áll rendelkezésre.

3.11.1.2. A város és az atomenergia előállítás

Paks város helyzete a hasonló nagyságrendű városokhoz képest speciális, hiszen működését egy nagyvállalat határozza meg alapvetően. Paks város és az atomerőmű egymás stratégiai partnerei, a területfejlesztés területén évtizedek óta szorosan összefonódtak. Az elmúlt évtizedekben számos paksi fejlesztés „kapcsolódó beruházásként”, vagy az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. jelentős támogatásával valósult meg.

A város legjelentősebb helyi adóbevételi forrása az iparűzési adó, amely a város költségvetésének kb. felét teszi ki. Az atomerőművel kapcsolatos kérdések viszont minden vonatkozásban országos jelentőségűek, így a városnak, a megyének alig van beleszólása ügyeibe.

A jövőre nézve a területfejlesztési dokumentumok nem adnak biztos fogódzót. Az Országos Területfejlesztési Koncepció Felülvizsgálata energiaellátási fejezetében nem foglalkozik az atomerőmű sorsával. Ugyanakkor az Országgyűlés Fenntartható Fejlődés Bizottsága tagjainak többsége a paksi atomerőmű bővítése mellett állt. Így akár hosszú távon is biztosítottá válhat a város fejlődése az atomenergia termelés bázisán. A város a saját részéről a szükséges intézkedéseket folyamatosan biztosítja, valamennyi helyi szintű koncepció, terv számol az atomerőmű fejlesztésével.

Az erőmű megépítése Paksot az ország legdinamikusabban fejlődő településévé tette. A személyi jövedelemadó befizetések alapján ma az ország nyolcadik leggazdagabb települése. Olyan szolgáltatási ágak fejlődtek ki, amelyek nem jellemzőek egy hasonló méretű városban.

Az elkövetkező évtized, az atomerőmű új blokkjának építési munkálatai ezt az egymásrautaltságot, az együttműködést különösen hangsúlyossá teszik. Az erőműfejlesztés foglalkoztatási hatása egy átmeneti felfutást követően lényegében 1–1,5 ezres népességbővülést eredményezhet, ami adott esetben még a negatív demográfiai folyamatokból és az elvándorlásból adódó népességcsökkenést sem fogja ellensúlyozni.

3.11.2. Az építés hatásai

Az új atomerőművi blokkok építésének és működésének települési környezetre gyakorolt hatásait három fő csoportba sorolhatjuk:

- a település- és térszerkezetre, településképre és örökségvédelemre gyakorolt hatások,
- a települési közműhálózatra és közszolgáltatásokra gyakorolt hatások,

– a közúthálózatra és közlekedésre gyakorolt hatások.

A településkörnyezeti hatások tekintetében a jelenlegi információk szerint nem lesz lényegi különbség az egyes blokktípusok között sem az építés, sem a működés időszakában. (Jelentősebb eltérés csak az építőlétszámban van – *2.5. fejezet 2.5.1-3. táblázata*.)

A város térszerkezet, térszerkezeti pozíció tekintetében profitálhat az új blokkok megépítéséből. A tervezett beruházás ugyanis hosszútávra szilárdítja meg Paks jelenlegi helyzetét.

A nagy munkaerőigényű építési fázis várhatóan jelentős népességnövekedéssel jár, a munkásokat, esetleg családjaikat el kell helyezni, ez a város belterületi szerkezeti viszonyait is alakíthatja (ideiglenes munkásszállások, új lakóépületek építése, környékbeli településekből a közlekedés biztosítása). A lakásállomány bővülése a hozzá szükséges infrastruktúra hálózat fejlesztését is igényli. Szükség lehet az alapellátás fejlesztésére (kereskedelem, vendéglátás, közintézmények), sőt új rekreációs területekre is, mégpedig leginkább munkahelyükhöz közel, azaz Pakson.

Az új létesítmény iparterületre kerül, az erőműblokkok helye és az építéshez szükséges felvonulási terület már kijelölésre került a város szabályozási tervében. A megvalósítás során jelentkező ideiglenes helyfoglalás egyebek mellett a települési környezetre is hatással van, hiszen ezek a területek más célra ez idő alatt nem használhatók fel. A kapcsolódó, kiegészítő létesítmények (pl. utak, más hálózati elemek) létesítése is a külterületi területfelhasználás módosítását igényli. A természeti és környezeti érdekeket e területek kijelölése során messzemenőkig szem előtt kell tartani.

A kulturális örökség műemléki elemeitől a tervezett fejlesztés viszonylag távol valósul meg, ezért érintettség nem várható. A kapcsolódó, kiegészítő létesítmények helyének kiválasztásánál ezek elhelyezkedésére figyelemmel kell lenni. Régészeti értékek védelmében az előzetes régészeti felmérés, esetlegesen előzetes feltárás és a földmunkák régészeti felügyelete szükséges.

A létesítés során a térségbe érkező és itt huzamosabb ideig dolgozó nagyszámú munkaerő (és családtagjaik) ellátásának szükségessége miatt a közművek és közszolgáltatások is fejlesztendők. Pl. a hulladékgazdálkodás és a köztisztasági feladatok ellátása vonatkozásában várhatóan kapacitásbővítés szükségeges. Új lakóterület kialakítása esetén várhatóan fejlesztésre szorulnak a közműhálózatok is. A hálózatbővítések, fejlesztések az építési időszakban a település életében átmeneti zavarással járnak majd (zaj-, rezgés, levegőszennyezés).

Az új blokkok építése jelentős teher- és személyszállítással jár, akár új utak (pl. az építési helyszín és az új lakóterületek között) szükségessége is felmerülhet. A növekvő forgalom – kiváltképp a jelentős teherforgalom – rontja a használt útvonalak állagát, zaj- és rezgésterhelést, levegőminőség romlást okoz. Ezért a közösségi közlekedés előnyben részesítése kívánatos, mind a helyközi, mind a helyi közlekedés és a parkolási lehetőségek is fejlesztésre szorulnak.

3.11.3. Az új blokkok üzemelésének hatásai

3.11.3.1. A települési környezetre gyakorolt hatások

Az üzemelés során jelentkező hatások nagymértékben függnek attól, hogy az építés idején milyen járulékos fejlesztések, beruházások valósulnak meg, szükség lesz-e ilyenekre még a működés idején is. A kiépülő kapacitások előreláthatólag alkalmasak lesznek az üzemelés során fellépő igények kielégítésére is, hiszen az üzemelés munkaerő igénye kisebb az építésénél.

Az új blokkok működése – amennyiben a létesítés során megvalósulnak a szükséges fejlesztések – már alig fogja befolyásolni a települési környezetet. Csak a személy- és teherszállítás miatti forgalom hatásaival kell számolni. Ezeket csökkenteni lehet a lakott területeket elkerülő útvonalak használatával, alacsony zaj- és légszennyezőanyag kibocsátású járművek használatával, illetve a használt utak folyamatos karbantartásával, az úthibák, kátyúk mielőbbi megszüntetésével, új burkolatok esetén ún. csendes burkolatok használatával.

Egyértelmű településkörnyezeti előnyként jelenik meg az új blokkok létéből következő térszerkezeti pozíció stabilizálódás.

3.11.3.2. Társadalmi-gazdasági hatások

A népesség alakulása

A népesség változását hatótényezőként a tevékenység munkaerő igénye és az ehhez kapcsolódó megnövekedett szolgáltatási igény miatt kell figyelembe venni. Az építési időszak okozta változások jelentősebbek a működésénél. Ennek oka a nagy építési létszám és a hosszú építési idő. Az építés ideje alatt a többlet (nem helyi) munkáslétszám a csúcsidőszakban elérheti az 5000–6000 főt, a hirtelen növekedés ténye számtalan problémát okozhat.

Az üzemeltetés létszámigénye kétblokkos kiépítést – és az ellátás, szolgáltatás kapcsolódó munkaerőigényét is – figyelembe véve közel 1000 fő. Ez is komoly változás, de már illeszkedhet a térség fejlődésébe, javítva például a romló korösszetételt.

Társadalmi-gazdasági hatások

A helyi és térségi foglakoztatásban jelentős a javulás – közel 10%-os növekedés – mind az építési mind az üzemelési periódusban. A közoktatás szakmai képzési struktúrája a megyében kedvező az új blokkok mind közvetlen, mind közvetett igényeinek kielégíthetősége szempontjából.

Az építési és üzemeltetési kedvező foglalkoztatási hatások tovagyűrűznek, a növekvő személyes és önkormányzati jövedelmek gazdaságélénkítő szerepet tölthetnek be. Az alapállapothoz képest a térségben a működő egyéni és társas vállalkozások erősödése várható.

A tervezett beruházás mind a létesítés szakaszában, mind az üzemeltetés során jelentős mértékben növeli Pakson a helyi adóbevételeket. Az ország járulék és adóbevételeinek alakulására is számottevő hatással lesz a beruházás.

Az egyénre gyakorolt hatások

Az építési időszak életminőségi változásokat is okoz. Ez a helyiek számára általában kellemetlenségben mutatkozhat meg, a több évig ott dolgozók jó része számára életminőség romlást okoz.

A helyi szociális, oktatási és egészségügyi ellátórendszerben nincsenek számottevő tartalékok az ideiglenesen, vagy tartósan (esetleg családdal együtt) megjelenő jelentős többletlétszám ellátására (kivéve az óvodai ellátást), ezek fejlesztése ezért elengedhetetlen.

Az atomerőmű léte most sem jelent biztonsági érzet rontó tényezőt a térségben. A működő atomerőmű lakossági elfogadottsága mind országosan, mind a térségben jó. A Fukushimában történt baleset sem változtatott lényegében az elfogadottságon. Az új atomerőmű létesítésére vonatkozó kérdésnél viszont mind a 2003-as paksi üzemzavar, mind a fukushimai baleset jelentős hatással volt a támogatás-elutasítás arányra. A felmérések másik tanulsága az volt, hogy az atomenergia támogatottsága nagyban függ az emberek informáltságától, tehát minél jobb a tájékoztatás, annál magasabb az elfogadottság.

Miután a tervezett új atomerőmű – az egy ideig tartó párhuzamos működés ellenére is – végeredményben a meglévő pótlására szolgál, ennek kommunikálása a felmérési adatok ismeretében az elfogadottság szempontjából fontos lenne a társadalom felé.

Közösségi jellegű hatások

Paks települést vizsgálva elmondhatjuk, hogy ma is szinte minden az atomerőműhöz kötődik. A helyi identitás tehát jelentéktelen mértékben fog változni, iránya az építés és üzemelés kedvező vagy kedvezőtlen tapasztalataitól is függ. A tágabb térségből minél többen kerülnek alkalmazásra az építés és üzemelés során, annál jobban fog a kötődés erősödni. Ma a térség külső megítélése

kifejezetten jó, az atomerőmű vonzerőt jelent az egyének és vállalkozások szempontjából. Ebből a szempontból különösebb változásra nem kell számítani.

3.11.4. A telephelyen üzemelő nukleáris létesítmények együttes hatásai

A települési környezetre gyakorolt együttes hatások csak közvetett módon a szállításból eredő többletterhelések miatt, egyes szállítóutak menti településrészeken jelentkeznek. Itt lokálisan, közvetlenül az út mentén számottevő hatások is előfordulhatnak, ezért a terheléscsillapítás fontos feladat kell legyen. Ebben az önkormányzatnak együtt kell működnie a beruházóval (pl. fogalomcsillapított területek kijelölése, az egyes létesítmények műszak kezdési idejének eltolása stb.)

Az összes többi településkörnyezetre gyakorolt hatás társadalmi-gazdasági jellegű, azaz jelen esetben nem az együttes hatások a meghatározók, hanem éppen ellenkezőleg, a jelenleg működő erőmű leállítása után kialakuló új helyzetből eredőek. Ezt viszont nem a jelen, hanem a felhagyáshoz kapcsolódóan elkészítendő hatásvizsgálat(ok) részeként kell majd vizsgálni.

3.12. Táj- és területfelhasználás

3.12.1. Az alapállapot ismertetése

A természet védelméről szóló 1996. évi LIII. sz. törvény alapján a tájvédelmi munkarészben az új atomerőművi blokkok környezetének területhasználatait, tájszerkezetét, tájképi jellemzőit és tájpotenciálját szükséges vizsgálni. Táji, elsősorban tájképi szempontból – figyelembe véve az új blokkok markáns tájelemként történő megjelenését – az értékelést az erőmű 20 km-es körzetére terjesztettük ki.

3.12.1.1. Területhasznosítás, tájszerkezet

A területszerkezet változásának vizsgálatát az atomerőmű létesítése óta készül űr- és légifotók segítették. 1997–2009 közötti 5 űr- és légifelvétel feldolgozása alapján az alábbiak mondhatók el:

- Paks térsége az 1970-es években – a meglévő atomerőmű megvalósítása előtt – jellegzetes mezőgazdasági termesztőtáj (közel 2/3-a nagytábla) volt magas természetközeli (erdő 10%, gyep 6%, vízfelület 5% felett) területaránnyal. A település is illeszkedett ehhez a tájtípushoz, a csendes, stagnáló nagyközségben az ipari tevékenységben is az élelmiszer-feldolgozás volt a meghatározó.
- Az erőmű megépítése jelentős változást hozott a táj szerkezetében is: Megnőtt a művi elemek száma, kiterjedt iparterület létesült, járulékos elemként megvalósult a dolgozók számára a lakótelep. Kimutatható volt az erdőterületek (véderdő) növekedése is. Az iparterületek növekedése azóta is folyamatos, elsősorban a település és az atomerőmű között, a 6-os főút és a Duna által közre zárt területen. Ez a változás azonban már nem közvetlen az atomerőmű területének növekedéséből, hanem a járulékos, kiszolgáló iparterületek, és más típusú ipari és kiszolgáló létesítmények megtelepüléséből adódik.
- Az ezredforduló környékén a mezőgazdaság szerkezete változott jelentősen. A nagytáblák aránya 40%-ra csökkent, a kistábláké 18 %-ra nőtt (kárpótlás). A nagytáblák azóta már nem egyeduralkodók a táj szerkezetében, a tájképben. A városias fejlődés egyik jeleként jelentős növekedés volt tapasztalható a sport-, a szabadidő- és az üdülőövezetek kiterjedésében is.

Paks és az erőmű környezete tájszerkezetére ma jelentős mozaikosság, változatosság jellemző (*Melléklet M-19. ábra*). A mezőgazdasági területek kiterjedése továbbra is jelentős (59%). Magas a

lombhullató erdők (≈11%) aránya. 5% körüli kiterjedésben helyezkednek el, azaz még jellemző területhasználatnak tekinthetők a térségben a vízfelületek, a gyepek és a családi házas területek.

3.12.1.2. A jelenlegi táji jellemzők értékelése

A táj (a tájkép, a tájszerkezet) jellemzéséhez annak biológiai aktivitása mellett az eredetiséget, a sokoldalúságot és az egészségességet[32] szoktuk értékelni. E tényezőket elsősorban a növény-állományok, más tájelemek és a szegélyek léte vagy hiánya, mennyisége és milyensége (minősége) határozza meg:

- A vizsgált térség biológiai aktivitása jelenleg közepes mértékű. Az erdők részaránya az országos átlagnál valamivel alacsonyabb, viszonylag kevés a gyepfelület is. A vízfelületek (elsősorban a Duna és a horgásztavak) az átlagosnál nagyobb arányúak. A terület közel felét borító mezőgazdasági területek is részben aktívak biológiai szempontból, hiszen a vegetációs időszak egészében, vagy egy részében növényzettel borítottak.
- Az antropogén befolyásoltság foka jelentős (erőmű, más iparterületek, közlekedési felületek, nagyfeszültségű távvezetékek, stb.), még a természetszerű foltokon is. (Pl. a véderdő inkább ültetvény, mint igazi erdő. Az ökopark legeltetése az eredeti homoki gyep állapotát jelentősen rontotta.) A tervezett új blokkok környéke az ember átalakító munkája miatt tehát eredetiségét jórészt elveszítette, eredetisége tehát alacsony mértékű. Természetközeli, szinte érintetlen foltok főként a Duna mentén, illetve az északnyugati irányban húzódó, elsősorban szőlővel, gyümölccsel beültetett dombvonulaton találhatók. Ennek része a védett Paksi Ürge-mező is.
- A vizsgált térség földrajzi adottságait tekintve az Alföld sajátosságait mutatja. Sokoldalúság szempontjából azonban területszerkezete már az atomerőmű létesítése előtt is változatosabb, tagoltabb és színesebb volt egy átlagos alföldi tájnál. Ennek egyik fő oka a vízfelület és az erdő, azaz a Duna és partmenti növényzetének megjelenése, melyek a látványban is karakteresen megjelenő térhatároló szegélyek.
- A térség táji szempontú egészségessége folyamatosan csökken. Már az erőmű létesítése előtt is nagyfokú emberi zavarás volt jellemző, melyre a növény- és állatvilág leromlással, az értékes fajok visszahúzódásával, kipusztulásával reagál. Nagyrészt már ekkor is hiányoztak a természetes növényzettel fedett, teljes évben borított felületek. Az ipari hasznosítás gyakran jár együtt beteg növényállománnyal, erózióval, devasztált[33]-rontott felületekkel, illetve gyomosodással, tájidegen fajok elterjedésével (pl. a távvezetékek alatti gyepek, vagy a véderdő nagyfokú gyomosodása). Ezt a kedvezőtlen folyamatot az utóbbi években történt beavatkozások is erősítették (pl. az iparterület növekedése, az M6-os autópálya üzembe helyezése, az ökopark kialakítása).

Összefoglalva megállapítható, hogy a térség táji, tájképi szempontból jelentősen átalakított, az emberi beavatkozás nyomai a meghatározók. Táji szempontból kedvező adottság a Duna és parti növényzetének megjelenése a tájszerkezetben és a tájképben, valamint a jelentős tagoltság, a sokoldalúság, a térbeli szegélyek egy részének természetszerű volta.

3.12.1.3. Tájképi jellegzetességek

A tájkép a formai- és színelemeinek felismerésével és szubjektív értékítélettel alakul ki az egyén érzékelése során. Általában szépnek ítéljük azt a tájat, ami változatos, főként természetes, és természetszerű elemekből építkezik. Fontos a térélmény is, melyet a horizontális szegélyek

[32] Csemez Attila – Balogh Ákos: Tájvédelem a környezeti hatásvizsgálatokban (OKTH megbízásából készült 1986-ban)
[33] Lepusztult.

tágítanak, a vertikálisak szűkítenek. A legszebb tájrészletekben a változatos domborzati forma, a vízfelület és a zöld növényzet együtt van jelen.

Az atomerőmű közeli térség közepesen gazdag tájszerkezetű. A táji-tájképi szempontból meghatározó kedvező elemek közül a vízfelület, az azt kísérő növényzet és nyugati szegélyként a domborzati formák is jelen vannak. Nincsenek, vagy csak eldugottan mutatkoznak kedvezőtlen képi elemek (pl. hulladéklerakó). A város és az atomerőmű a tájkép hangsúlyos művi elemei.

Az atomerőmű, mint képi elem megjelenése az egyén, a szubjektum megítélésétől függ. A társadalom egészének megítélését számos szociológiai, tudati, emocionális, pszichikai (sőt akár politikai) szempont is befolyásolja. Az atomerőmű megítélése szempontjából fontos, hogy a létesítmény a magas munkakultúra, a felsőfokú tervezettség, a precizitás szimbólumaként értékelhető. Befektetett szellemi tőkét, magas szintű technikát és technológiát sugároz megjelenésében is.

Összegezve megállapítható, hogy jelenleg a térség táji megjelenése nem kiemelkedő értékű (sem pozitív, sem negatív irányban).

3.12.1.4. Az atomerőmű tevékenysége a táji és települési környezet alakításában

A területszerkezet alakításában a működő erőmű aktív környezetvédelemi tevékenysége is szerepet játszik. Számos program jöhetett létre az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. támogatásával, melyek közül táji szempontból is említendő:

- a Fadd-Dombori Duna-holtág rehabilitációja, vízutánpótlása,
- a Dunaszentgyörgyi láperdőn felélesztése a vízpótlási útvonala mellett,
- az atomerőmű kerítése mellett található horgászparadicsom létesítése,
- terület-, településfejlesztésel is foglalkozó alapítványok, akciók támogatása (pl. „Együtt a parlagfű ellen”, Duna-Mecsek Területfejlesztési Alapítvány[34], „Ültess fát, életfát – Őrizd az oxigén forrását!” akció[35]”).

3.12.2. Az építés hatásai

A *tájszerkezet*, azaz a befogadó táj egésze típusának és nagyléptékű hasznosításának mikéntje a jelenleg működő erőmű megépültekor jelentősen változott, új hasznosítási dimenzió jelent meg a térségben. A korábbi mezőgazdasági termesztőtáj ipari tájjá alakult. Az új blokkok egy már atomerőművi hasznosítású tájszerkezetben települnek, tehát ez esetben tájszerkezet szempontjából további változás nem lesz.

Területszerkezet, azaz a kisebb léptékű változások az egyes hasznosítási mozaikokban viszont elképzelhetők, elsősorban az erőmű szűkebb környezetében. A hatások egyrészt a telephely beépítésének, másrészt ideiglenes felvonulási létesítmények elhelyezésének, harmadrészt pedig a csatlakozó pl. infrastrukturális építmények (villamosenergia-hálózat, út, vasút, kikötő, stb.) megvalósításának következményei. A telephely közvetlen környezetében további terület-hasznosítási változások is lehetségesek, például a véderdő területét célszerű északi irányban megnövelni, vagy egyes használati mozaikokat (állattartó telep, terepmotor pálya stb.) részben vagy egészben új területre szükséges áthelyezni. Ezek a területhasznosításban jól kimutatható változások az új telephely lokális, néhány 100 m-es, legfeljebb 1–2 km-es környezetére terjednek ki, és a térszerkezetben csak kisebb jelentőségű módosulást okoznak.

Az építkezés *tájhasználat*okat érintő hatása az 5–8 éves építési időszakban, a kiterjedt, 100 ha-os építési és felvonulási területen igen jelentős, akár táji léptékben is kimutatható zavarást okoz. A szakterületi értékelések szerint a legjelentősebb hatással a szállítás lehet. A zavarás minimálisra

[34] Forrás: http://www.atomeromu.hu/duna-mecsek-teruletfejlesztesi-alapitvany
[35] Forrás: http://www.paks.hu/varos/civilszervezet.php

csökkentése érdekében a lehető legtöbb építési anyagot vízi úton kellene szállítani. A közúti szállításnál a vasúti megoldás is kedvezőbb Paks keleti szegélyének kivételével.

A közúti szállítás a környező utak forgalmát zavarja (forgalom lassulás, dugók). A közutak terhelése az építési anyagokkal teli szállítójárművek jelentős tömege és ebből is adódó rezgéskeltése miatt az utak és a környező épületek állagromlásával is jár.

Az építési időszak általánosnál hosszabb volta miatt érdemes külön foglakoznunk a *tájkép átmeneti változásával*. A látványelemek között az építés alatt lesznek állandó és változó megjelenéssel bírók. Változó pl. az egyes létesítmények képe készültségük függvényében, állandó pl. az építőmunkások mozgása, a felvonulási épületek, a munka- és szállítógépek megjelenése. A fokozott emberi jelenlét, a forgalom csökkenti a jelenlegi kiegyensúlyozott ipari megjelenés harmóniáját.

Az atomerőműhöz tartozó létesítmények építésük első fázisában (tereprendezés, alapozás) nem mutatkoznak meg a látványban. Ahogy a felépítmények építése megkezdődik, úgy folyamatosan kezdik rányomni a bélyegüket a szűkebb-tágabb környezet vizuális megjelenésre. Az új blokkok és a kiegészítő létesítmények magassága, tömege, tömbszerűsége a meglévő erőműblokkokhoz hasonló lesz, tehát ugyan új képi elemként jelentkeznek, de összességében nem jelentenek a korábbi látképtől eltérő látványt. Teljes mértékű tájbaillesztés, tájképből való kitakarás nem lehetséges sem a reaktorépületeknél, sem az ennél jóval magasabb kéményeknél. Míg előzőek kiterjedt, tömbszerű hangsúlyos tájelemek, addig a karcsú (keskeny) építésű kémények nem jelennek meg dominánsan a képben.

Egy kedvezőtlen látványelem sok esetben nem zavarja az embert. Amennyiben munkavégzőként találkozik egy-egy karakteres ipari üzem képével, esetleg az ipari üzem dolgozója, viszonya a képhez jóval kedvezőbb lesz, mintha pihenni, kikapcsolódni akar egy területen, vagy akár csak átutazóban van ott. Az atomerőmű zavaró hatású lehet a települések belterületéről. Ezeken a területeken azonban a kedvezőtlen megítélést enyhíti, az hogy a település legnagyobb munkaadójáról van szó. Kifejezett rekreációs területek csak pontszerűen jelennek meg a területen, ezeknél alkalmazott kitakarásokkal a kedvezőtlen kép eltüntethető. A 6. sz. főútról, illetve az M6-os autópályáról a jelenlegi erőmű csak szakaszosan látható. A jelenlegi rövidebb láthatósági szakaszok valószínűleg növekedni fognak, az építés idején a tájképi hatások fokozatosan erősödnek majd.

A tájképi hatásterület fokozatosan nő majd az építési folyamat során. Az első időszakban fentieket figyelembe véve gyakorlatilag csak a közvetlen közelből, a kerítés mellől láthatók majd a változások. Később a magas építmények (kémények, erőművi épületek) épültével, a teljes magasasság elérésével folyamatosan nő a hatásterület, amíg eléri a becsült 20 km-es környezetet.

3.12.3. Az új blokkok üzemelésének hatásai

A *területhasznosítás, tájszerkezet* változás azonos az építésnél leírtakkal, azaz számottevő változás a megvalósulás után sem a tájszerkezetben, sem a területhasznosításban nem várható.

A táj összefoglaló jellemzéséhez a jelen állapotra vonatkozóan is értékeltük a biológiai aktivitást, az eredetiséget, a sokoldalúságot és az egészségességet. Az új blokkok beüzemelése után:

- A terület *biológiai aktivitása* minimális mértékben fog csökkenni, hiszen a beépítésre kerülő területek ma szegényes gyepek, itt-ott a korábbi beépítésből megmaradt alapozási maradványokkal. A beépítésből és burkolásból adódó biológiai aktivitás csökkenés kompenzálható, ha az iparterület szabad felületeit, illetve a rekultivált felvonulási terület egy részét parkosítják, valamint az új telephely szélére véderdőt telepítenek.
- Az *antropogén befolyásoltság foka* az új blokkok nélkül is jelentős. Ez tovább fokozódik a tevékenység megjelenése esetén. A mértéket a kiegészítő-kapcsolódó infrastruktúra létesítmények is növelik. *Sokoldalúság* tekintetében jelentős változás nem valószínű, új típusú szegélyek megjelenése, a szegélyek jelentős mértékű növekedése nem várható.
- Szintén nem várható számottevő változás a táj *egészségessége* szempontjából. Az építési munkák lebonyolítása után (mely átmenetileg a táj egészségességét várhatóan kimutatóan

rontja) a rontott felületeket, a felvonulási területeket rendezik, elvárásunk szerint növényekkel betelepítik, és így azok nem válnak a tájidegen fajok elterjedési gócaivá.

Tájképi változást az erőmű és kapcsolódó-kiegészítő létesítményeinek léte okoz. Számottevő hatás gyakorlatilag nem várható, hiszen az új blokkok létesítményei a jelenlegi erőműhöz hasonló kubaturában (magasság, tömeg, textúra) valósulnak meg.

A látványváltozás területét a *Melléklet M-20. ábrája* mutatja. Ezen az ábrán látható, hogy a vizsgált 10, 20 és 30 km sugarú körön belüli területen a kb. 50 m magas épületek honnan lesznek láthatók a borítottság és az épületek kitakaró hatását figyelmen kívül hagyva. Az erőmű blokkjai a nyugati oldalról csak 10 km-es sugarú körön belül, míg keletről 20 km-es távolságig szinte a teljes területről láthatóak lesznek. 20 és 30 km között a láthatóság mértéke már csökken. A Duna parti szegélyerdőket is figyelembe véve határoztuk ezért meg látvány szempontú hatásterületnek az új telephely középpontja köré írt 20 km-es sugarú kört. (Természetesen innen is csak mozaikosan és az időjárási viszonyok függvényében fog az új erőmű látszani, tehát a valós hatásterület időben és térben is változó módon ennél kisebb lehet.)

A *Melléklet M-21. – M-27. ábrái* az új létesítmények várható megjelenésére vonatkozó vizsgálatokból mutatnak be néhány látványképet a vizsgált blokktípusokra vonatkozóan.

3.12.4. A telephelyen üzemelő nukleáris létesítmények együttes hatásai

A táji változásokat (tájszerkezet, tájkép) nem lehetett az alapállapot figyelembevétele nélkül vizsgálni. Így az előzőekben szereplő megállapítások az együttes működés időszakára vonatkoznak. Ettől eltérő hatások itt is a jelenleg működő erőmű leállítása után kialakuló új helyzet miatt alakulhatnak ki (pl. a meglévő épültek elbontása).

4. A hatásterületek körülhatárolása a számításba vett változatokra

4.1. A radiológiai hatások hatásterülete

A hatások minősítésénél az egyik szempont a hatás térbelisége, mivel a nagyobb kiterjedés növelheti a hatásviselők számát és így a hatás jelentőségét. A radioaktív kibocsátások, illetve a közvetlen és szórt sugárzások által előidézett környezeti hatások minősítéséhez a *4.1-1. táblázat* szerinti minősítési kategóriák alkalmazhatók.

4.1-1. táblázat: Az új blokkok radiológiai hatásainak minősítési kategóriái

Állapotváltozás	Sugárterhelés szintek (E) [μSv/év]
Semleges	E ≤ 90
Elviselhető	90 ≤ E ≤ 1 000
Terhelő	1 000 ≤ E ≤ 10 000
Károsító	E > 10 000

A semleges hatás felső korlátjának a 90 μSv/év értéket tekinthetjük, mert „A paksi telephelyen létesítendő új reaktorblokkok dózismegszorítása” című dokumentumban [42] megfogalmazott javaslat szerint az új blokkokra vonatkozó dózismegszorítás megállapításakor célszerű figyelembe venni a jelenleg üzemelő atomerőműre meghatározott dózismegszorítás értékét (90 μSv/év), ugyanis azonos tevékenységről (atomerőmű üzemeltetése) van szó és a források nagysága (a beépített teljes kapacitás) is hasonló. A paksi atomerőmű 1–4. blokkjára az ÁNTSZ OTH az OTH 40-6/1998. számú állásfoglalásában meghatározott dózismegszorítás 90 μSv/év értéke jóval kisebb, mint a lakossági dóziskorlát, valamint a természetes háttérsugárzásból származó sugárterhelés területi és időfüggő ingadozásánál is kisebb értékű. Ha az új létesítményre nem az üzemelő atomerőműre vonatkozóval azonos (vagy ahhoz közeli) értékű megszorítást határoznának meg, az azt is eredményezhetné, hogy a két erőmű azonos környezetet érintő, megegyező radiológiai környezeti hatásának minősítése nem lenne azonos.

Az elviselhető hatás felső korlátjának azért tekintjük az 1000 μSv/év értéket, mert a 16/2000. (VI. 8.) EüM rendelet szerint a lakosság tagjainak mesterséges forrásból származó, külső és belső sugárterhelésének összege – az orvosi diagnosztikai és terápiás beavatkozással, a nem foglalkozásszerű betegápolással, az orvosi kutatásban való önkéntes részvétellel járó sugárterhelésen kívül – nem haladhatja meg ezt a dóziskorlátot.

A terhelő hatás felső korlátjának azért tekintjük a 10 000 μSv/év értéket, mert a 16/2000. (VI. 8.) EüM rendelet szerint ez az a legkisebb beavatkozási dózisszint, amelynél veszélyhelyzetben (rendkívüli esemény által kiváltott állapot vagy a rendkívüli eseményt követő, tartósan fennálló sugárterhelési körülmények során) valamilyen védelmi intézkedést kell tenni (elzárkóztatás).

Radiológiai szempontból a hatásterület *normál üzemben* mind a légnemű, mind a folyékony kibocsátások, mind a dózis alapú megfontolások szempontjából az *ellenőrzött zónán belül marad*. Ezen kívül a sugárterhelés nem éri el a 90 μSv/év értéket, így az semlegesnek tekinthető. A hatásterület kiterjedését a *Melléklet M-28. ábrája* mutatja.

Ennél szélesebb környezetbe történő kikerülés csak üzemzavar és súlyos baleset esetén lehetséges. A *tervezési üzemzavarokat* gyakoriságuk alapján két csoportra oszthatjuk. Ezekhez a kategóriákhoz kibocsátási korlátokat rendelünk, melyekkel biztosítható, hogy a kibocsátás ne haladja meg azt az értéket, amely 800 méteren kívül óvintézkedések bevezetését indokolná, illetve gazdasági következményeket vonna maga után.

Az elvégzett elemzéseink alapján egy jellemző, kéményen keresztül történő kibocsátás esetén a dózis körülbelül 4 km távolságban csökken ötödére a 800 m távolságban mérhetőhöz képest. Ennek megfelelően az EUR kritériumok teljesülése esetén DBC3 kategória esetén 800 méteren kívül, DBC4 kategória esetén 4 km-en kívül nem kell 1 mSv/esemény feletti sugárterheléssel számolni,

azaz ezen kívül a hatás biztosan nem lesz terhelő. Az EUR kritériumok teljesülése esetén a terhelés DBC3 kategória esetén 7 km, DBC4 kategória esetén 40 km távolságban csökken 90 µSv/esemény értékre, ennél nagyobb távolságban a hatás semleges.

A fenti megállapítás ellenőrzésére számításokat is végeztünk. Az EPR blokktípus DBC4 kategóriába tartozó LOCA[36] üzemzavarára [29] 800 m távolságban rövidtávú hatásként 0,29 µSv/esemény, a szokásos táplálkozási jellemzők figyelembevételével 50 év alatt 1,5 µSv/esemény lekötött effektív dózis adódik. Ezek az értékek körülbelül három nagyságrenddel kisebbek, mint az EUR követelményekből levezethető igen konzervatív értékek.

A *tervezési alapot meghaladó eseményeket* tervezésen túli üzemzavarokra és súlyos balesetekre oszthatjuk. A tervezésen túli üzemzavarokra kibocsátási limitet célszerű előírni, míg a kibocsátási limittel nem korlátozott súlyos baleseteknek a kumulatív gyakoriságát szokás korlátozni. A súlyos balesetek lefolyását jelentősen befolyásolják a következménycsökkentő balesetelhárítási intézkedések, melyeket akkor szokás sikeresnek tekinteni, ha a kibocsátás a tervezésen túli üzemzavarokra vonatkozó határértékeken belül marad. A tervezésen túli üzemzavarokra az EUR kibocsátási korlátokat javasol, melyekkel biztosítható, hogy a kibocsátás ne haladja meg azt az értéket, amely 800 méteren kívül kimenekítést, 3 km-en kívül átmeneti kitelepítést indokolna, továbbá amely 800 méteren kívül egy éven túli kitelepítést tenne szükségessé, illetve amely gazdasági következményeket vonna maga után. Feltételezve, hogy – az EUR kritériumnak megfelelően – a kibocsátástól 3 km távolságra legrosszabb esetben 30 mSv dózis fordulhat elő, 7 km távolságban 10 mSv, 100 km távolságban 1 mSv dózis adódik.

A fent elmondottak ellenőrzésére elemzést végeztünk az EPR típus esetében rendelkezésre álló, a DEC (tervezési alap kiterjesztése) kategóriába tartozó adatokkal [29]. Az elvégzett számításaink alapján 800 m távolságban 34 µSv, 3 km távolságban 12 µSv adódott, azaz a kibocsátási adatok alapján meghatározott dózisok több nagyságrenddel kisebbek, mint az EUR követelményekből levezethető értékek.

Az EUR kritériumokból levezetett értékeket a *4.1-2. táblázat* foglalja össze. Hangsúlyozni kell, hogy ezek az értékek nem egy adott blokktípusra vonatkoznak, hanem egy olyan felső korlátot jelentenek, amelynél „rosszabb” tulajdonságokkal rendelkező típus – az EUR kritériumok teljesülésének megkövetelése esetén – nem épülhet.

4.1-2. táblázat: Az EUR kritériumok szerinti célértékekhez tartozó csóvatengelyi távolságok (km-ben) a különböző üzemzavarok esetén

Üzemzavar	Célérték			
	30 mSv	10 mSv	1 mSv	90 µSv
DBC3*	–	–	0,8	7
DBC4*	–	–	4	40
DEC**	3	7	100	1400

* A késői lekötött effektív dózisra vonatkoztatva.
** Az első 7 nap alatt elszenvedett effektív dózisra vonatkoztatva.

4.2. A hagyományos környezeti hatások hatásterülete

Az új atomerőművi blokkok építéséhez, üzemeléséhez és a feltételezett üzemzavarokhoz, balesetekhez, illetve haváriaeseményekhez köthető hagyományos környezeti hatások előzetesen becsült hatásterületeit táblázatos formában mutatjuk be. A *4.2-1. – 4.2-3. táblázatok* az egyes környezeti elemekre/rendszerekre vonatkozó hatótényezők szerinti bontásban adják meg a hagyományos környezeti hatások területi kiterjedését. Az egyes környezeti elemekre/rendszerekre vonatkozó hatásterületek térképi formában a *Melléklet M-29. – M-38. ábráin* láthatók.

[36] LOss of Coolant Accident – hűtőközegvesztéssel járó üzemzavar.

4.2-1. táblázat: Az építési fázis hagyományos környezeti hatásainak hatásterülete

Hatótényező	Hatásterület kiterjedése	Értelmező megjegyzések
Levegőminőségre gyakorolt hatások		
Építési munka	Az építési terület köré írt 500 m sugarú kör	Jelentős, több éven keresztül tartó légszennyező tevékenység. Legjelentősebb kibocsátás a porterhelés (szálló por).
Személy- és teherszállítás	A szállítási utak 50–100 m-es sávja a forgalom eloszlási pontokig (Csámpa, Paks, M6 autópálya csomópont)	
Mikroklímára gyakorolt hatás		
Beépítés (új létesítmények, burkolat)	Telepítési és felvonulási terület és 100 m-es környezete	Urbánhatás miatti nem számottevő változások
Felszíni vízi környezetre gyakorolt hatások		
Vízkivétel (használati és technológiai vizek)	Vízkivételi mű, szivattyútelep, hidegvíz csatorna kitorkollási szelvénye, annak max. 100 m-es környezete	A vízkivételi műnél bekövetkező medermorfológiai változások, valamint a vízdeficit okozta kedvezőtlen állapot- vagy használatváltozás miatt.
Vízbevezetések – Vízbevezetés mélyépítési víztelenítésből eredően – Csapadékvíz bevezetés – (Tisztított) kommunális és ipari szennyvíz bevezetés	 Az építési terület max. 5 km-es környezete (hatása az alapozási munkák idejére korlátozódik) Max. 1 km (figyelembe véve a Duna vízhozamához viszonyított kis mennyiségét) <100 m a kibocsátási helytől számítva	A hatásterület meghatározásának alapja az a terület, ahol a vízbevezetés hatására a felszíni víz minőségi osztálya esetlegesen romlik.
Egyéb hatások – Hidegvíz csatornát ellátó szivattyútelep építése – Melegvíz csatorna új szakasza, árvízvédelmi gát építése	 500 m felvízi és alvízi irányban Beavatkozás és felvonulás területe és 500 m-es sáv	 A Duna hidrodinamikai, medermorfológiai állapotára vonatkozó hatás miatt. A csatorna létesítés hatással van a partfalra.
Felszín alatti vizekre gyakorolt hatások		
Talajvízviszonyokat befolyásoló tényezők	A közvetlen hatásterület nagyrészt a beruházási és a felvonulási terület. A hatásterület keleti határa a hidegvíz csatorna medre. (A hatásterület nem összefüggő, pontos határaik csak hidraulikai modellezés segítségével határozható meg.)	A víznívót, a talajvíz esését és a vízjárást a természetes tényezők mellett mesterséges hatások is befolyásolják: hidegvíz csatorna üzeme (a csatorna medre nem szigetelt, közvetlen hidraulikus kapcsolatban van a talajvízzel); csapadékvíz beszivárgás/elvezetés; feltöltöttség, fedettség; közműhálózat esetleges hibái; mélyalapozások.
Alapozási munkagödrök víztelenítése	A közvetlen és közvetett hatásterület az alapozási munkagödrök és egy maximum néhányszor 10 m-es sáv. A hatásterület kelet felé a hidegvíz csatorna vonaláig terjedhet. (A pontos hatásterület csak hidraulikus modellezés segítségével jelölhető ki.)	Az alapozási gödör kialakítása csak talajvízszint süllyesztésével valósítható meg. Az átlagos talajvízszint a beruházási területen 8–10 m mélységben húzódik. A beavatkozás befolyásolja a talajvíz szintjét, áramlási irányát és sebességét is. Közvetett hatás a vízadó képződmények tömörödése (kompakciója), mely a felszínen egyenlőtlen süllyedéseket is okozhat.

Hatótényező	Hatásterület kiterjedése	Értelmező megjegyzések
Beépítettség hatása a talajvízre	Megegyezik a beruházási és a felvonulási területek kiterjedésével	A beépítettség korlátozza a csapadékvizek felszíni beszivárgását, ez csökkenti a talajvíznívót, ugyanakkor a korlátozott párolgás miatt a vízszint emelkedése várható. A két hatás egymást kiegyenlít(het)i.
Rétegvíz kivétel (ivóvízigény biztosítása)	A becsült közvetlen és közvetett hatásterület a Csámpai Vízmű kb. 5 km-es sugarú körzete. (A hatásterület csak kiterjedt adatgyűjtést követően, hidraulikai modellezés segítségével pontosítható.)	Közvetlen hatás: a rétegvizek nyugalmi vízszintjei csökkennek, ennek mértéke várhatóan nem haladja meg a néhány métert. Közvetett hatás: A fokozott vízkivétel miatt a hidraulikai gradiens negatívba fordulhat veszélyeztetve a rétegvízadókat. Megváltozhat a rétegvizek kemizmusa a megváltozott víz-kőzet reakciók következtében. A pórusvíznyomás csökkenése miatt a vízadó rétegek kompakciója (tömörödés) léphet fel, a talajfelszín süllyedésében is megnyilvánulhat.
Talajra, földtani közegre gyakorolt hatások		
Terep előkészítés, tereprendezés, közműkiváltások	A beruházási terület kb. 400 m × 600 m-es területe. Max. beépíthetőség 24 ha. Felvonulási területe észak felé csatlakozik az építési területhez, ennek mérete 76,2 ha.	
Talajkiporzás	A becsült hatásterület a beruházási terület központjától kiindulva dél-délkeleti irányban egy 1,5 km hosszú és 0,6 km szélességű sáv, míg észak felé egy 1 km hosszúságú és 0,6 km szélességű sáv. (Pontos meghatározása csak modellezéssel történhet.)	A földmunkák által érintett talajok átlagos szemcseméretе 0,1–0,3 mm között változik, kiporzásra hajlamosak. A szél okozta talajkiporzás jelensége az alapozási munkagödrök, rézsűk, felvonulási utak területére terjed ki egészen a talajvíz mélységének eléréséig. A hatásterület a szél által kisebb-nagyobb távolságra elszállított talajszemcsék leülepedési területét jelenti.
A munkagödrök rézsűinek eróziója a csapadékvíz hatására (lepelerózió)	A hatásterület gyakorlatilag megegyezik a kialakított rézsűk összfelületével. A hatásterület méretei tehát nem lépik túl a beruházási és a felvonulási területek határait.	Az alapozási munkagödrök, szállító utak rézsűinek állékonyságát eróziós folyamatok veszélyeztetik. Ilyen hatása van az intenzív csapadékok okozta lepeleróziónak. Ez a közvetett hatás a földmunkák eredményeként a felszínre került földtani közeget érinti.
Az alapozások hatása az altalajra	Közvetlen hatásterület a létesítmények területe és egy keskeny, legfeljebb néhány m-es sáv. (A pontos értékek részletes geotechnikai modellezéssel számíthatók.)	Ez a földtani közeg fokozott talajfizikai igénybevételét (kompakció) jelenti. A létesítmények súlyából adódóan, mindenütt a rétegterhelések növekedése várható. A kompakciót okozó talajfeszültségek várható határmélysége az atomerőmű területén – az archív számítások szerint – 47 m-ben adható meg.
Élővilágra, életközösségekre gyakorolt hatások		
Szárazföldi élővilágra gyakorolt hatások	Az élővilágot érő közvetlen hatásterületnek minősül minden építési terület, legyen az telekhatáron belül, vagy kívül. Közvettet hatásterületként kell értelmezni minden más környezeti elem (levegő, víz, föld), vagy hatótényező (zaj, rezgés, hulladékkezelés) hatásterületét.	Közvetlen hatásterületen az élővilág pusztulása, másutt zavarása várható. A zavarás területe részben a Tolnai Duna Natura 2000 területre esik.
Vízi élővilágra gyakorolt hatások	A frissvízhűtéses hűtőrendszer létesítményei (vízkivételi mű, új hideg és melegvíz csatorna, árvízvédelmi gát) építési munkáinak közvetlen munkaterülete és a munkaterületek alatti néhány száz méteres Duna szakasz.	A frissvízhűtéses hűtőrendszer létesítményeinek megvalósítása az új csatornák és a Duna találkozási pontján a dunai élettérbe is beavatkozással (kotrás, partrendezési munkák) jár, érintve a Tolnai Duna Natura 2000 területet.

Hatótényező	Hatásterület kiterjedése	Értelmező megjegyzések
Zaj- és rezgésterhelés		
Építési munka, személy- és teherszállítás okozta zajterhelés	A hatásterület határa a zajforrásoktól (az építési terület szélétől, illetve a szállítási útvonaltól) való távolság, az építési munkáknál 3100 m távolságig, a közlekedésnél az úttól 40 m távolságig tart. Az ezen belül található lakóterületek (Paks, Dunaszentbenedek, Csámpa) veszélyeztetettek.	A zajszempontú hatásterület a vonatkozó jogszabályok szerint a környező területek háttérterhelésének, építési övezeti besorolásának, illetve a tervezett tevékenységek zajkibocsátásának figyelembevételével került meghatározásra. A közlekedési hatásterületet – zaj- és rezgéskibocsátás szempontjából is – a vasútvonalnál Előszállásig a vasúti pálya menti területeket, közutaknál a forgalom eloszlási pontokig (Csámpa, Paks, M6 autópálya csomópont) kell figyelembe venni.
Építési munka, személy- és teherszállítás okozta rezgésterhelés	Az építési és felvonulási terület, valamint az azt körülvevő 100 m-es sáv (közvetlen hatásterület), valamint a szállításra használt közutak és vasútvonalak 80–100 m-es sávja (közvetett hatásterület).	
Nem radioaktív hulladékok keletkezése		
Építési munkák során keletkező hulladékok	A hatásterület nem, vagy csak néhány méterrel terjed túl a lerakás területén, tehát mindenképpen az építési területen belül marad, hulladéklerakó esetében pedig a lerakó hatásterületének nagyságát nem befolyásolja.	Hatásviselő (lehet) részben az az építési terület, ahol a hulladék keletkezik, de főleg az a terület, ahol azokat elszállításig tárolják, illetve – abban az esetben, ha nem hasznosítják – ahol lerakják. Hatásviselő a földtani közeg.
Hulladékszállítás	A szállítási utak 50–100 m-es sávja a forgalom eloszlási pontokig (Csámpa, Paks, M6 autópálya csomópont)	Az építkezés jelentős hulladékszállítást, pontosabban a jelenlegi szabályozás szerint hulladékként nyilvántartandó kitermelt föld elszállítását igényli.
Települési környezetre gyakorolt hatások		
Térszerkezet, infrastruktúra, társadalmi-gazdasági hatások	A hatásterületbe azon településrészek tartoznak, ahol az új blokkok létesítése miatt városfejlesztési beruházásokra kerül sor. Ezek pontos helye jelen fázisban nem ismert, de várhatóan és jellemzően csak Paks város belterületén fognak ilyen fejlesztéseket megvalósítani. Ezért hatásterületként Paks települést határoljuk le.	Városfejlesztési beruházás: új lakótelep, ideiglenes szálláshelyek kialakítása, infrastruktúra elemek építése, vagy kulturális-, illetve sportlétesítmények megvalósítása
Táj- és területfelhasználás, tájképi hatások		
Láthatóság, tájképi hatás	A telepítési hely 20 km sugarú körzete	E távolság után már egy ilyen jelentős kiterjedésű látványelem sem lesz meghatározó a látképben
Építési területen folyó munkák	A hatás esetlegesen Paks déli szegélyén, illetve Dunaszentbenedek nyugati peremén mutatható ki.	Jelentős többletterheléssel nem kell számolni egyik településnél sem, egyrészt a távolság, Dunaszentbenedek esetén az ártéri erdő terhelésgátló hatása miatt.
Szállítási tevékenység	A szállítási utak 50–100 m-es sávja	

4.2-2. táblázat: Az üzemelési fázis hagyományos környezeti hatásainak hatásterülete

Hatótényező	Hatásterület kiterjedése	Értelmező megjegyzések
Levegőminőségre gyakorolt hatások		
Dízelgenerátorok próbaüzeme	Az új blokkok köré írt 500 m sugarú kör	Átmeneti, havi néhány órás terhelést jelent.
Személy- és teherszállítás	A szállítási utak 50–100 m-es sávja	
Mikroklímára gyakorolt hatás		
Beépítés (új létesítmények), urbánhatás	Telephely és 100 m-es környezete	
Frissvízhűtéses hűtőrendszer üzemelése	Melegvíz csatornák és azok bevezetési pontja alatti 4–5 km-es szakasz, a partok néhány 10 m-es környezete	4–5 km után már a hőcsóva felszíni elkeveredése megtörténik, tehát jellegzetes klimatikus változások már nem valószínűsíthetők.
Felszíni vízi környezetre gyakorolt hatások		
Hűtővíz kivétel	A létesítendő új hidegvíz és új melegvíz csatornák közötti szakasz	A vízigény a blokkok teljesítményétől és a hőlépcsőtől függően max. 132–172 m^3/s, mely a dunai legkisebb vízhozam (700 m^3/s) 19–25%-a.
Felmelegedett hűtővíz kibocsátás (a várhatóan szigorodó hőmérsékleti korlát betartásával)	2×1200 MW blokkteljesítmény esetén 4,5 km, 2×1600 MW esetén 8,5 km	26,7 °C háttér vízhőmérsékletet és 30 °C kibocsátási hőmérsékletet feltételezve. A hatásterület az 1 °C-os hőmérséklet növekmény határa.
Egyéb technológiai vízkivétel	A hatásterület lokális a vízkivétel környezetében	A technológiai vízkivétel a legkisebb dunai vízhozamhoz (700 m^3/s) viszonyítva elenyésző (‰ nagyságrendű)
(Tisztított) szennyvíz bevezetés	<100 m a kibocsátási helytől számítva	Az egyes blokkok tisztított szennyvíz kibocsátása a dunai legkisebb vízhozam töredéke. A bevezetés egyetlen vízminőségi jellemzőnél sem okoz osztálybeli romást.
Felszín alatti vizekre gyakorolt hatások		
Mélyalapozások hatása a talajvízre	A közvetlen hatásterület megegyezik a létesítmények alapterületével, de a hatásterület mérete időben változó, átlagos és alacsony talajvízállások idején nagyobb, magas vízálláskor akár meg is szűnhet	A reaktorblokkok konténmentjei, a turbinák alapozási szintje a mindenkori talajvízszint alatt lesznek. A mélyalapok a talajvíz természetes áramlási irányát – akadályt képezve – eltérítik.
A parti szűrésű kútsorok okozta mederkolmatáció	A hidegvíz csatorna erőmű felőli mederszakasza	A parti szűrésű kutak fokozott üzemeltetése a hidegvíz csatorna medrének fokozottabb eliszapolódásával járhat a csatorna beszűrődési felületén
Rétegvíz kivétel (ivóvízigény biztosítása)	A közvetlen és közvetett hatásterület a létesítési fázis hatásterületénél (a Csámpai Vízmű kb. 5 km-es sugarú körzete) várhatóan kisebbek	Pontosabb hatásterületek csak hidraulikai modellezéssel határozhatók meg
Talajra, földtani közegre gyakorolt hatások		
A létesítmények terhelő hatása az altalajra	Az építési fáziséhoz hasonló kiterjedésű (a létesítmények területe és egy keskeny, legfeljebb néhány m-es sáv)	Az alapok alatt a teherviselő talaj tömörödése lassuló mértékben, de tovább folytatódik. A konszolidációs folyamatok hatása hasonló a létesítési szakaszban fellépő hatásokéhoz, csak a hatás időtartama hosszabb.

Hatótényező	Hatásterület kiterjedése	Értelmező megjegyzések
Turbinaalapok (gépalapok) vibrációs hatásai a talajokra	A hatásterület megegyezik a létesítmény (turbinacsarnok) alapterületével. Ez a közvetlen hatásterület nem haladja meg a beruházási terület méreteit.	Ez a hatás a földtani közeg fokozott talajfizikai igénybevételét jelenti. Az alapok alatt a talajok tovább tömörödhetnek, és kedvezőtlen esetben talajfolyósodás is felléphet. Az ilyen hatást okozó létesítmények helyei a tervezés ebben a szakaszában még nem ismertek. A káros hatás talajstabilizációval megelőzhető, ilyenkor hatásterületről már nem beszélhetünk.
Élővilágra, életközösségekre gyakorolt hatások		
Szárazföldi élővilágra gyakorolt hatások	Szinte csak közvetett hatásterülettel kell számolni, e hatásterület mindazon élőhelyek összessége, ahol a környezeti elemekben (levegő, víz, föld) kimutatható változások várhatók. Közvetlen hatásterületnek az új villamos távvezeték hálózat környezete tekinthető, melyeknél az élővilág repülő egyedeinek sérülése, pusztulása esetenként előfordulhat.	A kedvező hatások ún. pozitív hatásterülete: amennyiben az új blokkokból is történhet vízátadás a Fadd-Dombori Duna-holtág felé úgy e holtág és közvetlen környezete is, valamint mivel a vízutánpótlást biztosító csatornarendszer áthalad a dunaszentgyörgyi láperdőn, így ezek is hatásterületek. Igaz ez horgásztavakra és szépen parkosított környezetre is, melyek ideális élőhelyek a vízi és a vízparti élővilág számára.
Vízi élővilágra gyakorolt hatások	A meglévő melegvíz csatorna torkolatától mintegy 2,5 km-re délre húzódik	Az új melegvíz bevezetési pont kialakítása miatt nő a jelenlegi (a működő erőműhöz tartozó, monitoring rendszerrel igazolt) hatásterület. Ennek mértéke a meglévő és az új (ez alatt lévő) melegvíz csatorna távolsága. (Ma mintegy 2 km hosszú Duna szakasz érintettsége/vízi élővilág állapotváltozása mutatható ki.)
Zaj- és rezgésterhelés		
Az erőművi létesítmények üzemelése okozta zajterhelése	A kibocsátó forrásoktól számított 500 m sugarú kör	Nincs veszélyeztetett objektum.
Teher- és személyszállítás okozta zajterhelés	A 6. sz. főút mentén az úttengelytől mintegy 50 m távolságig	Paks és Csámpa lakóterületein vannak védendő létesítménynek, tehát ezen területek tekinthetők hatásterületnek
Az üzemelés és a teher- és személyszállítás okozta rezgésterhelés	Megegyezik az építési fázis hatásterületével: a telephely és az azt körülvevő 100 m-es sáv, valamint a szállítási utak és vasútvonalak 80–100 m-es sávja	A közlekedési hatásterületet a vasútvonalnál Előszállásig a vasúti pálya menti területeket, közutaknál a forgalom eloszlási pontokig (Csámpa, Paks, M6 autópálya csomópont) kell figyelembe venni.
Nem radioaktív hulladékok keletkezése		
Üzemelés során keletkező hulladékok	A közvetlen hatásterület a veszélyes hulladék üzemi gyűjtőhelye és a nem veszélyes hulladék gyűjtőhely közvetlen környezete (a telephelyen belül marad) A kiszállított hulladékok hatásterületét – hulladékégető, veszélyes- és nem veszélyeshulladék-lerakó – az adott létesítmény környezeti hatásvizsgálatának keretében kell meghatározni.	Az üzemelési hulladékok hatásainak hatásviselője a területhasználatban jelentkezik és a földtani közeg lehet. A lerakott hulladék közvetett hatásterülete része a lerakó hatásterületének.
Hulladékszállítás	A szállítási utak 50–100 m-es sávja a forgalom eloszlási pontokig (Csámpa, Paks, M6 autópálya csomópont)	

Hatótényező	Hatásterület kiterjedése	Értelmező megjegyzések
Települési környezetre gyakorolt hatások		
	Paks város, mint a tervezett új létesítményt befogadó város a működés idején is hatásterületként lehatárolandó.	A településen túl a jelenleg működő erőmű a tágabb térség fejlesztéséhez is hozzájárul jelentős pénzügyi eszközökkel, pl. alapítványok támogatásán keresztül. Ezen előremutató hagyományok továbbvitele esetén, így akár az egész megyét is lehatárolhatnánk, mint a kedvező társadalmi-gazdasági hatások területét. Ez véleményünk szerint azonban elsősorban nem környezeti szempontból meghatározó, így a hatásterület ábrán nem kerül feltüntetésre.
Táj- és területfelhasználás, tájképi hatások		
Láthatóság, tájképi hatás	Az erőmű telephelye köré írt 20 km-es körzet	Adott időpillanatokban és helyeken a terület borítottságát (növények, épületek), illetve a meteorológiai körülményeket figyelembe véve a hatásterület akár 1–2 km-re, illetve néhány 10–100 m re is lecsökkenhet. A 20 km-es körzeten belül is jelentős területrészek vannak, ahonnan az új létesítmények nem láthatók.
Egyéb hatások (tájszerkezet, tájpotenciál változás)	Várhatóan a tervezett létesítmények néhány km-es körzetére terjed csak ki. E mellett táji hatásterületként is értelmezhető még Paks területén az új erőmű létesítéséhez kapcsolódóan kialakuló új fejlesztések. (Ezek helye jelenleg még nem ismert.)	

4.2-3. táblázat: Üzemzavarok, balesetek, havária események hagyományos környezeti hatásainak hatásterülete

Hatótényező	Hatásterület kiterjedése	Értelmező megjegyzések
Levegőminőségre gyakorolt hatások		
Tűz keletkezése, robbanás	Becsült hatásterület 1–3 km	Feltételezett esetek: olajtűz a turbina olajrendszer, a transzformátor, a segédüzemi olajrendszer, a megszakítók meghibásodása esetén; gázpalack tároló, gázpalack meghibásodása; veszélyes anyag belső szállítása; tűz az üzemi veszélyes és ipari hulladék tárolóban; robbanás a hidrogénüzemben található tartályoknál, illetve a nitrogéntartályoknál
Felszíni vízi környezetre gyakorolt hatások		
Gázolaj kikerülése a dízelgenerátorok gázolaj tartályaiból	Max. 20 km a közvetett (szennyezett felszín alatti víztesttel való érintkezés miatti) szennyezést figyelembe véve	Közvetlen szennyezés megfelelő telepítéssel teljesen elkerülhető.
Talajra, földtani közegre gyakorolt hatások		
Gázolaj kikerülése a dízelgenerátorok gázolaj tartályaiból	A közvetlen hatásterület megegyezik a gázolaj beszivárgási területével (kb. 100 m^2 felület a figyelembe vett 30 m^3 mennyiségű gázolaj kikerülése esetén), ez kis mértékben módosulhat, ha a talajrétegződés nem homogén. A finomabb szemcsés, rosszabb áteresztőképességű rétegek jelenléte esetén ez a 100 m^2-es felület kissé növekedhet, de az eltérés jelentéktelen.	A telephelyen a leggyakoribb és a legnagyobb mennyiségben jelen lévő potenciális szennyezőanyag a dízelolaj (gázolaj). Az atomerőmű területén maximálisan, várhatóan 500 m^3 mennyiségű gázolajat tárolhatnak (várhatóan felszín alatti, dupla falú, szivárgásérzékelővel ellátott tartályokban).
Nem radioaktív hulladékok keletkezése		
A hulladékok kiszóródása, elfolyása a munkahelyi és üzemi gyűjtőhelyen történő tároláskor, mozgatása, szállítása közben, illetve szállítási baleset esetén	A bekövetkező szennyezés gyorsan észlelhető, a hatás megszüntethető, ezért a hatásterület a havária környezetére korlátozódik, és nem terjed túl a telephely határán. Az üzemen kívüli szállítási balesetek miatti hatások hatásterülete a baleset helyszínének közvetlen környezete.	A környezet szennyezése a hulladékok munkahelyi és üzemi gyűjtőhelyen történő tároláskor, a hulladék mozgatása, szállítása közben történő kiszóródásakor, elfolyásakor vagy szállítási baleset léphet fel.

4.3. A teljes hatásterület, a hatásterülettel érintett települések

Az új atomerőművi blokkok létesítéséhez és üzemeltetéséhez kötődő környezeti hatások előzetes vizsgálata alapján a teljes hatásterület kiterjedését az egyes elemi hatásterületek fedvénybe helyezésével határoztuk meg. Az eredő, azaz teljes hatásterületnek a látványhatások táji hatásterületét kell alapul vennünk. Vizuális hatásterületként az új blokkok telephelyének középpontja köré írt 20 km-es kört határoztuk meg. Meg kell jegyezni azt, hogy a borítottság, a létesítmények kitakaró hatása és a pillanatnyi időjárási viszonyoknak megfelelően ez a hatásterület térben és időben ennél jóval kisebb is lehet. Ez a hatásterület tehát a maximális lehetséges kiterjedést mutatja. E körön egyetlen hatásterület elem terjed túl, mégpedig a vasúti (elsősorban építés alatti) szállítások zaj- és rezgés hatásterülete. Ez az első vasúti csomópontig, Előszállásig a vasúti nyomvonal 100 m-es körzetére terjed ki. Itt is látni kell, hogy a valós hatásterület a vasúti nyomvonal menti sáv azon része ahol lakóterületek, vagy épített elemek vannak, hiszen a zaj-, illetve a rezgésterhelésre ezek érzékenyek.

A teljes hatásterületet a *Melléklet M-39. ábrája* mutatja, a hatásterülettel érintett településeket a *4.3-1. táblázatban* soroltuk fel.

4.3-1. táblázat: A hatásterülettel érintett települések

	Település	Kistérség	Megye	Régió
0–15 km-es körzet				
1.	Bátya	Kalocsai	Bács-Kiskun	Dél-Alföld
2.	Bikács	Paksi	Tolna	Dél-Dunántúl
3.	Bogyiszló	Szekszárdi	Tolna	Dél-Dunántúl
4.	Bölcske	Paksi	Tolna	Dél-Dunántúl
5.	Drágszél	Kalocsai	Bács-Kiskun	Dél-Alföld
6.	Dunapataj	Kalocsai	Bács-Kiskun	Dél-Alföld
7.	Dunaszentbenedek	Kalocsai	Bács-Kiskun	Dél-Alföld
8.	Dunaszentgyörgy	Paksi	Tolna	Dél-Dunántúl
9.	Fácánkert	Szekszárdi	Tolna	Dél-Dunántúl
10.	Fadd	Szekszárdi	Tolna	Dél-Dunántúl
11.	Foktő	Kalocsai	Bács-Kiskun	Dél-Alföld
12.	Géderlak	Kalocsai	Bács-Kiskun	Dél-Alföld
13.	Gerjen	Paksi	Tolna	Dél-Dunántúl
14.	Györköny	Paksi	Tolna	Dél-Dunántúl
15.	Kajdacs	Paksi	Tolna	Dél-Dunántúl
16.	Kalocsa	Kalocsai	Bács-Kiskun	Dél-Alföld
17.	Madocsa	Paksi	Tolna	Dél-Dunántúl
18.	Nagydorog	Paksi	Tolna	Dél-Dunántúl
19.	Németkér	Paksi	Tolna	Dél-Dunántúl
20.	Ordas	Kalocsai	Bács-Kiskun	Dél-Alföld
21.	Paks	Paksi	Tolna	Dél-Dunántúl
22.	Pusztahencse	Paksi	Tolna	Dél-Dunántúl
23.	Szakmár	Kalocsai	Bács-Kiskun	Dél-Alföld

	Település	Kistérség	Megye	Régió
24.	Szedres	Szekszárdi	Tolna	Dél-Dunántúl
25.	Tengelic	Szekszárdi	Tolna	Dél-Dunántúl
26.	Tolna	Szekszárdi	Tolna	Dél-Dunántúl
27.	Újtelek	Kalocsai	Bács-Kiskun	Dél-Alföld
28.	Uszód	Kalocsai	Bács-Kiskun	Dél-Alföld
15–20 km-es körzet				
29.	Cece	Sárbogárdi	Fejér	Közép-Dunántúl
30.	Dunaföldvár	Paksi	Tolna	Dél-Dunántúl
31.	Dusnok	Kalocsai	Bács-Kiskun	Dél-Alföld
32.	Fajsz	Kalocsai	Bács-Kiskun	Dél-Alföld
33.	Harta	Kalocsai	Bács-Kiskun	Dél-Alföld
34.	Homokmégy	Kalocsai	Bács-Kiskun	Dél-Alföld
35.	Kölesd	Szekszárdi	Tolna	Dél-Dunántúl
36.	Medina	Szekszárdi	Tolna	Dél-Dunántúl
37.	Miske	Kalocsai	Bács-Kiskun	Dél-Alföld
38.	Öregcsertő	Kalocsai	Bács-Kiskun	Dél-Alföld
39.	Pálfa	Paksi	Tolna	Dél-Dunántúl
40.	Sárszentlőrinc	Paksi	Tolna	Dél-Dunántúl
41.	Vajta	Sárbogárdi	Fejér	Közép-Dunántúl
Vasúti szállítási útvonallal érintett további település				
42.	Előszállás	Dunaújvárosi	Fejér	Közép-Dunántúl

5. A felhagyáshoz köthető környezeti hatások az új blokkok számításba vett változataira

Az atomerőmű üzemidejének lejártát követő felhagyás, illetve leszerelés tervezése már az erőmű beruházás előkészítő tevékenységének részeként megkezdődik. Azaz még az építés megkezdése előtt vizsgálni és értékelni kell a leszerelés lehetséges megoldásait, hatásait. Ezeket az elemzéseket az erőmű üzemideje alatt rendszeresen, illetve a felszámolási tevékenység megkezdését megelőzően közvetlenül is aktualizálják. A paksi atomerőmű meglévő blokkjainak és a tervezett új blokkok működési idejének szakaszait a *Melléklet M-41. ábrája* mutatja.

A környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról szóló 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet 1. számú mellékletének 31. pontja szerint az atomerőmű felhagyása önállóan is környezeti hatásvizsgálat köteles tevékenység.

5.1. Az atomerőmű leszerelésének, felhagyásának folyamata és célja

Az atomerőmű leszerelése adminisztratív és műszaki tevékenységek összességét jelenti. Ezek végrehajtása lehetővé teszi a hatósági felügyelet alá eső objektumok eltávolítását és a telephely elfogadható (az előre tervezett, azaz a leszerelési stratégia által meghatározott) végállapotba hozását. Mindezen eredmények elérése az atomerőmű leszerelésének célja.

Egy nukleáris létesítmény – így az atomerőmű – leszerelésének folyamata hosszú és komplex tevékenység. Már a létesítmény tervezésekor megkezdődik azáltal, hogy a tervezés során figyelembe veszik a leszerelés szempontjait. Ez a folyamat folytatódik a létesítmény engedélyezése, megépítése és üzemeltetése során. Ebben a hosszú folyamatban a munkálatokat sematikusan az alábbi részekre oszthatjuk:

- A majdani leszerelés előkészítése. Ebbe soroljuk az Előzetes Leszerelési Terv (ELT) elkészítését, a leszerelési stratégia kialakítását (telephelyi és létesítmény szinten), ELT rendszeres felülvizsgálatait (beleértve a hatósági tevékenységeket is), a leszerelési adatbázis létrehozását, folyamatos karbantartását (beleértve a radiológiai felmérések elvégzését, az erőmű kiviteli és megvalósulási terveinek folyamatos követését és a veszélyes anyagok nyomon követését is) és az üzemeltetési hulladékok folyamatos feldolgozását.
- A majdani leszerelés környezeti hatásvizsgálati eljárásának lefolytatása, beleértve az előzetes vizsgálat elvégzését is.
- A tényleges leszelési tevékenység közvetlen adminisztratív és műszaki előkészítése, beleértve a Leszerelési Biztonsági Jelentés elkészítését, a leszerelés irányító szervezetének létrehozását, a létszám leépítési terv elkészítését, a Végleges Leállítási Engedélykérelmet megalapozó dokumentáció elkészítését és az ezzel kapcsolatos hatósági eljárást. A műszaki előkészítés körébe soroljuk a reaktorblokk leállítását megelőző néhány éves (átmeneti) időszak kifejezetten műszaki jellegű tevékenységeit.
- A tényleges leszelési tevékenység előkészítése, ami a blokk leállításával indul. Ide soroljuk a Leszerelési Terv véglegesítését, beleértve az ehhez tartozó, (ezt megalapozó) radiológiai felmérés elvégzését és a vonatkozó hatósági eljárást is, ami alapot ad az engedélyesi jogkör esetleges átadására. Ezt követik a tényleges leszerelési tevékenységek körében a radiológiai és hagyományos környezeti hatásokkal is járó munkák. Ebben a körben olyan műveletek és tevékenységek elvégzése szükséges, mint a dekontaminálás[37], leszerelés és a radioaktív anyagok, hulladékok, komponensek eltávolítása, az épületszerkezetek lebontása, valamint a keletkező inaktív és radioaktív hulladékok kezelése. Ezen munkák elvégzése ad lehetőséget a létesítmények, vagy különálló épületek hatósági felügyeletének

[37] Sugárszennyezettség-mentesítés, a radioaktív szennyeződések eltávolítása.

megszüntetésére, valamint a dekontaminálási tevékenységek következtében már inaktív létesítmények vagy épületek hagyományos építőipari eszközökkel történő lebontására. A tényleges leszerelési tevékenységek utolsó lépései közé tartozik a telephely végső sugárvédelmi ellenőrzése, a Végleges Leszerelési Jelentés elkészítése, valamint a telephely hatósági felügyeletének megszüntetése.

5.2. Az új atomerőművi blokkok leszerelésénél követendő leszerelési stratégia

A tényleges leszerelési feladatok aktuálisan érvényes köre, azok megtervezése és részletes kidolgozása mindig telephely- és létesítmény-specifikus, és jelentős mértékben függ a létesítmény leszerelésére kiválasztott stratégiától.

Egy nukleáris létesítmény leszerelési stratégiájának kiválasztásakor, illetve – a lehetséges változatokat is figyelembe véve – annak kialakításakor egy sor tényezőre kell tekintettel lenni, alapvetően az alábbiak szerint:

- radioaktív hulladékkezeléssel kapcsolatos nemzeti projektek sajátosságai (hulladékáramok, tárolók, időzítések),
- nemzeti leszerelési politika,
- a leszerelésre kerülő létesítmény sajátosságai,
- biztonsági és egészségügyi előírások,
- környezetvédelmi előírások,
- a telephely további felhasználására vonatkozó követelmények,
- politikai, gazdasági, szociális hatások és a lakossági elfogadás követelményének figyelembevétele,
- a technológia rendelkezésre állásának követelménye, a leszerelés megvalósíthatósága,
- a leszerelési eljárás költségei, a rendelkezésre álló erőforrások figyelembevétele,
- a leszerelési folyamat kockázatainak figyelembevétele.

A fenti tényezőket egymáshoz viszonyítva, súlyozottan, de a relatív egyensúly kialakítására törekedve kell elemezni és figyelembe venni.

A leszerelési stratégia előzetes kiválasztása jelen fázisban azért szükséges, mert becsülnünk kell a leszerelés környezeti hatásait és a leszereléssel kapcsolatos hatótényezőket, erre pedig egy előzetesen kiválasztott stratégia hiányában csak úgy lenne lehetőség, ha az összes leszerelési stratégia hatásait áttekintenénk. Ez azért nem célszerű megoldás, mert a környezeti hatások tekintetében az ismeretek mai szintjén csak egy burkoló hatás-együttes bemutatását lehet előirányozni.

A blokkok leállítását követően ténylegesen alkalmazásra kerülő leszerelési stratégia meghatározására a későbbiekben, jóval tágabb horizontú, részletes elemzések alapján kerül majd sor. A jelen dokumentum szintjén egy olyan előzetes leszerelési stratégia-választásra van szükség, ami hatásait tekintve vélhetően burkolja az egyéb választható stratégiák környezeti hatásait. Nincs szükség az előzetesen kiválasztott stratégia optimalizálására, hiszen erre a [85] irányelvei szerint a nemzeti program kialakításának keretei között kerül majd sor. Az optimalizált leszerelési stratégia felülírhatja az itt előzetesen kiválasztásra kerülő változatot. Itt és most csak azt kell igazolni, hogy az előzetesen kiválasztott stratégiánál környezeti hatások szempontjából a lehetséges egyéb változatok nem kedvezőtlenebbek. A kellő konzervativizmust is csak a környezeti hatások tekintetében követeljük meg, ugyanakkor a leszerelési stratégia végleges választásához szükséges egyéb tényezők (pl. gazdasági és szociális hatások elemzése, a telephely további felhasználására vonatkozó irányelvek figyelembevétele, a technológia rendelkezésre állásának vizsgálata, stb.) szerinti elemzésektől itt el lehet és el is kell tekinteni.

Az új blokkok leszerelési stratégiájaként a fentieket figyelembe véve, az azonnali leszerelési változatot választjuk azzal, hogy a terület minden további korlátozás nélkül átadásra kerül. Ez az

opció a nukleáris létesítmények, de különösképpen az atomerőművek világszerte preferált leszerelési stratégiája. Mivel az előzetesen kiválasztott leszerelési opció nem, illetve alig ad lehetőséget és időt az atomerőműben felhalmozódott radioaktív anyagok (hulladékok) részleges (vagy teljes) lebomlására, ez a változat – főleg a radiológiai értelemben szerepet játszó tényezők tekintetében – környezeti szempontból legkedvezőtlenebbnek tekinthető. Ugyanakkor az *5.3.2. alfejezetben* felsorolt egyéb feltételek, amelyek az azonnali leszerelési opció végrehajtásához szükségesek (hulladéktároló létesítmények készenléte, kiégett üzemanyag átmeneti tárolójának és a leszerelési folyamat finanszírozásához szükséges pénzeszközök rendelkezésre állása) nyilvánvalóan teljesülnek. A hulladéktároló létesítmények készenlétét feltételezhetjük a Bátaapátiban létesülő Nemzeti Radioaktívhulladék-tároló (NRHT) létesítmény megfelelő bővítésével. Mint azt a [86] dokumentumban olvashatjuk: „…a létesítmény tervezését, méretezését, megvalósításának és üzemeltetésének időbeli ütemezését hozzá kell igazítani a paksi atomerőmű követelményeihez, és figyelembe kell venni tervezési szinten a bővíthetőséget is.” A nagy aktivitású és/vagy hosszú élettartamú radioaktív hulladékok átmeneti tárolását az új blokkok technológiai rendszereiben meg lehet oldani a leszerelési munkák megkezdéséig. Amennyiben az újonnan létesülő blokkokhoz is készül kiégett üzemanyag átmeneti tároló létesítmény, úgy az kiszolgálja az új blokkok teljes üzemidejét és az esetlegesen felmerülő pihentetési idő igényt, amíg a blokkokon a leszerelés zajlik. A leszerelési folyamat finanszírozásához a szükséges pénzeszközök rendelkezésre állását hazánkban törvény írja elő (az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény 62. §-ának (1) bekezdése), így annak rendelkezésre állása a törvény erejével biztosítottnak tételezhető fel. A fentiek alapján az azonnali leszerelési opció megvalósítható és a radiológiai értelemben szerepet játszó tényezők tekintetében környezeti szempontból bizonyosan a legkedvezőtlenebbnek tekinthető megoldás.

5.3. A leszerelés környezeti hatásai

5.3.1. Blokkspecifikus megfontolások

Áttekintve az új blokkok számításba vehető változatait, a felhagyáshoz köthető környezeti hatásokat öt egymástól eltérő szállító által ajánlott típusra (AP1000, MIR.1200, ATMEA1, EPR, APR1400) vizsgáljuk. A szállítók adatszolgáltatásának tartalma és terjedelme a leszerelés várható környezeti hatásait illetően messzemenően inhomogén.

A rendelkezésre álló szállítói információk alapján azonban konszenzus mutatkozik abban, hogy az új blokkok esetében a leszerelés művelete egyszerűbb, mint a ma üzemelő nyomottvizes energetikai reaktorok leszerelése, és ezzel egyidejűleg fajlagosan kevesebb hulladék kezelésére és elhelyezésére kell felkészülni (pl. [87]). Az új típusú atomerőművek esetében ezt a leszerelés szempontjából kedvező tulajdonságot a tervezés szintjén alapozzák meg, és erre utalás található szinte az összes megajánlott típus esetén. Tervezési szinten a leszerelés biztonságának növelése érdekében az alábbi intézkedéseket hozzák pl. az AP1000 reaktortípus esetében [88]:

- Inherensen leegyszerűsített tervezés: ennek keretében lényegesen csökkentik a szerkezeti elemek számát. Az AP1000 esetében például 50%-kal csökkentették a betervezett szelepek számát a hasonló, de régebbi nyomottvizes energetikai blokkokkal összevetve, 35%-kal a szivattyúk számát, 80–80%-kal csökkentve egyaránt a csővezetékek hosszát, a fűtési és a szellőztetési rendszerelemek számát. Mindez oda vezet, hogy a leszerelési folyamat lerövidül, egyszerűsödik, kevesebb felaktiválódott, vagy kontaminálódott szerkezeti elemet kell kezelni, összességében a leszerelési folyamat környezeti hatásai kedvezőbbé válnak.
- Szennyezés fellépésének és terjedésének limitálása tervezési szinten: ezen belül pl. a felületeket burkolják, ezzel megakadályozva a szennyeződések beszivárgását a betonba és ezáltal megkönnyítik a felületek dekontaminálását, vagy a szekunder körben javítják a szellőztetés hatásfokát, ami a szennyezés terjedését csökkenti.

- Leszerelést segítő tervezői intézkedések együttesének bevezetése: a fenti tervezői intézkedések hatásai az üzemvitel szempontjából is jelentősek, de további tervezői megfontolások bevezetésére is sor került, kifejezetten a leszerelés megkönnyítésére. Ezen belül csak a legfontosabbakat említve kiemeljük: a nagyberendezések leszereléskor fontos megközelítési útvonalainak tervezői szintű optimalizált kialakítását, a potenciálisan szennyezett berendezések lerakására kialakított zónákat, vagy a különféle elmozdítható védelmeket és burkolatokat, amiket kizárólag a leszerelés megkönnyítésére terveztek be.

Ezt a gondolatot erősíti az az általános tervezői törekvés (pl. [89]), ami a reaktorokban felhasznált üzemanyag minőségének és teherviselő képességének növelésével az üzemviteli körülményeket javítja, de ezzel egyben hozzájárulnak a leszereléskor kezelendő radioaktív hulladékok mértékének és veszélyességének csökkentéséhez is.

A fentieket figyelembe véve, valamint az azokkal ellentétes információk hiányában, az ötféle reaktortípus leszerelési és felhagyási környezeti hatásait illetően különbségek tételére nincs szükség és lehetőség.

5.3.2. A leszerelés környezeti hatásainak bemutatása

5.3.2.1. A leszereléssel érintett környezeti elemek/rendszerek áttekintése

A leszerelés várhatóan az összes környezeti elemet és rendszert érinteni fogja különböző mértékben. Radiológiai és hagyományos környezeti hatások egyaránt jelentkeznek az alábbi érintett elemekben és rendszerekben:

- Érintett környezeti elemek (a környezet védelmének általános szabályairól szóló 1995. évi LIII. törvény értelmezését figyelembe véve) a levegő, a víz, a föld, az élővilág, valamint az ember által létrehozott épített (mesterséges) környezet, továbbá ezek összetevői.
- Érintett környezeti rendszerek: az ökoszisztémák, a települési környezet (beleértve az infrastruktúra – közlekedés, vízellátás, szennyvíz elvezetés, energiaellátás stb. – változásokat is) és a táj (tájkép és területhasználatok).
- A környezeti elemeken/rendszereken kívül vizsgálandó önálló hatótényezők a zaj- és rezgésterhelés, a hulladékgazdálkodás (mely a leszerelés szempontjából az egyik meghatározó tevékenységi kör).

Ezek mellett a környezeti hatásvizsgálatokra vonatkozó tartalmi követelmények szerint a környezettel összefüggő társadalmi és gazdasági hatásokat is vizsgálni kell. Ezen belül szükséges kitérni a leszerelés miatt várható foglalkoztatottsági problémákra, az e miatt bekövetkező népességváltozásra, az egyéb emberi szempontokra, az életminőségre, a kulturális viszonyokra (pl. az elsajátított ismeretanyag, viselkedésmód, kollektív értékek).

5.3.2.2. A környezeti elemekre/rendszerekre hatást gyakorló tevékenységek

Ezek a tevékenységek a környezeti hatásvizsgálatban kerülnek majd pontosan azonosításra, figyelembe véve mindazon telephely- és létesítmény-specifikus változókat, valamint a kiválasztott (esetleg felülbírált) leszerelési stratégiát, amelyekről az előzőekben szó esett. Ezen tevékenységek körében mindenképpen ki kell térni az alábbiakra:

- veszélyes (radioaktív és mérgező) anyagok és hulladékok kezelése,
- folyékony- és gáz halmazállapotú (radioaktív és inaktív) kibocsátások kezelése,
- radioaktív hulladékok tárolása, vagy végleges elhelyezése,
- szállítás (beleértve aktív és inaktív szállításokat egyaránt),
- az épületek lebontása,

- hulladékok tárolása, újrahasznosítása, feldolgozása, maradékok végleges elhelyezése, ezen belül az inaktív építési törmelék felhasználása a telephelyen, vagy azon kívül és a területfeltöltés, valamint a hozzá tartozó földmunkák,
- potenciális balesetek, nem tervezett események, melyek között vizsgálni kell a különböző tűzeseteket (beleértve a radioaktív, vagy mérgező anyagok gyulladását), a szennyező anyagok és gázok kibocsátását, vagy szivárgását, a karbantartási hibákat, külső hatások által okozott szerkezeti károsodásokat (pl. földrengések, áradások, szabotázs).

5.3.2.3. Környezeti hatások

A leszerelés potenciális hatásait környezeti elemenként/rendszerenként soroljuk fel, azok rövid leírásával együtt. Az alábbi lista csak iránymutatást jelent a környezeti hatásvizsgálat elvégzéséhez. A listában szereplő hatások esetén mindig feltüntetjük, hogy a megjelölt környezeti elemre/rendszerre hagyományos, vagy radiológiai hatásként jelenik-e meg az illető hatás. Meg kell jegyezni, hogy a leszerelési folyamat hatásai között lesznek kedvezőek is (pl. megszűnik az a termikus környezeti terhelés, amely abból eredt, hogy a létesítmény üzemeltetéséből származó hőenergiát el kellett távolítani), de a minősítésnek a környezeti hatásvizsgálat keretében kell megtörténni. Az erőmű leszerelésének potenciális hatásai a következők:

- **A természetes környezeti elemekre/rendszerekre gyakorolt hatások**
  - Levegő: a leszereléssel együtt jár az épületek lebontása, a keletkező törmelék aprítása, a technológiai rendszerek és gépek szétszerelése stb. A leszereléssel együtt járó tevékenységek feltételezik nagy méretű és nehéz gépjárművek, munkagépek mozgását. A levegő minősége az elsődleges tényező, amelyet a leszerelési folyamat érint, figyelembe véve a régió meteorológiai jellemzőit is, mivel minden ilyen tevékenység radioaktív és inaktív gázok, aeroszolok és por kibocsátásával járhat. – Hagyományos és radiológiai hatás együtt.
  - Víz: a leszerelés folyamata ezt a környezeti rendszert a telephely hidrológiai és hidrogeológiai jellemzőitől függően változtatja. Figyelembe kell venni a felszíni és mélységi vizek lehetséges szennyeződéseit, amelyet a kibocsátott és leoldott anyagok szennyező összetevői okoznak. A nem természetes eredetű felületek eltávolítása (az utak és épületek lebontása) módosítja a felszíni vizek lefolyását, a terület vízelvezetését és az elfolyó vizek talajvízbe történő beszivárgását. – Hagyományos és radiológiai hatás együtt.
  - Földterület és talaj: az ide tartozó hatások fontossága erősen változó a kiválasztott leszerelési stratégia függvényében. Az épületeket a kiválasztott stratégiának megfelelően le kell bontani. Ezt követően az ellenőrzött törmelékek kiszállításra kerülnek. A földterület változását a szintkiegyenlítés, a tömörítés, és a földalatti szerkezetek eltávolítása okozhatja. A bontás során a levegőbe kerülő szennyezett részecskék kiülepedése érintheti a talaj minőségét, bár az így kialakuló szennyezett területek várhatóan a telephelyen belül maradnak. – Hagyományos és radiológiai hatás együtt.
  - Flóra és fauna: a növényvilágot érintő hatásokat a munkák során felszabaduló por megjelenése és kiülepedése okozza a környező termőföldeken és a növények levelein. Az állatvilágot érintő hatásokat egyfelől a zajszint növekedése okozhatja (bizonyos fajok települési helyére, valamint annak viselkedésére vonatkozóan), másfelől szerepet kaphat másodlagos okként a növényvilág megváltozása is (pl. a táplálékul szolgáló növények eltűnése, vagy megjelenése esetén, vagy a búvóhelyek megváltozása következtében). – Hagyományos hatás.
  - Táj (tájkép): a leszereléskor figyelembe vehető módosulása, az általunk kiválasztott leszerelési stratégiát követve vélhetően pozitív változáshoz vezet. A leszerelés, lebontás

és felszámolás ténye befolyásolhatja a szabadidős és üdülési jellegű felhasználást, a turizmust, az idegenforgalom fejlődését, a terület ipari célú rendelkezésre állását, az ipari terület felhasználásában beálló változást, a felhasználatlan területet és az úthasználati jogokat. – Hagyományos hatás.

- **Társadalmi, szociológiai, gazdasági rendszerekre gyakorolt hatások**
  - Földhasználat, területhasznosítás: a leszerelés során bekövetkező változás vélhetően előnyös, a terület igénybe vehető más célokra. – Hagyományos hatás.
  - Kultúra: a leszereléssel összefüggő szokásrendszerek változása okozza a hatást. Miután a kulturális szokásrendszer változása ellentétes előjelű összetevőkből áll össze (egyfelől csökkenő mentális terhelés az erőmű felszámolása okán, másfelől esetlegesen nehezedő életkörülmények félelme, ugyancsak az erőmű felszámolása okán), ezért a várható hatás elemzése kiemelt fontosságú a leszerelés tekintetében. – Hagyományos hatás.
  - Infrastruktúra: ide soroltuk a környezet és az élet minőségét befolyásoló tényezőket. A leszerelés megnöveli a nehéz járművek forgalmát, ami az erőmű megszokott jelenlétét tekintve általában kisebb súllyal kerül figyelembevételre. A víz- és a villamosenergia-ellátást és az egészségügyi létesítményhálózatot illetően változást hozhat a leszerelés. Ezek fennmaradása az életminőség megőrzésének feltétele, de ez attól függ, hogy a telephelynek milyen jövőt irányoznak elő. – Hagyományos hatás.
  - Emberi szempontok: a leszerelés indirekt hatásai jelentkeznek. A hatások vizsgálatakor azt értékeljük, hogy az elszenvedett kényelmetlenségek hogyan változtatják az élet minőségét, a korábban kialakított életstílust, fenntartható-e a megszokott jólét és ezen keresztül a társadalmi biztonság. Az egészség és a biztonság körében vizsgálni kell továbbá a leszereléshez kapcsolódó olyan tevékenységeket is, amelyek megnövelik a munkások sugárterhelését, és számos foglalkozási betegség veszélyét. A leszerelési projektnek, és a hozzá tartozó dokumentációnak meg kell határoznia ezeket a kockázatokat, és azokat a módszereket is, amelyekkel a veszélyek minimálisra csökkenthetők. – Hagyományos és radiológiai hatás együtt.
  - Népesség és gazdaság: nem kizárható, hogy az erőmű leállításának jelentős társadalmi, gazdasági hatása lesz, aminek eredményeként csökken a foglalkoztatás, csökken a területi adóbevétel. Társadalmi probléma merülhet fel a létesítmény beszállítói körében a csökkenő munkalehetőség miatt. A munkáslétszám a leszerelés fázisában kisebb lesz, mint az üzemelési fázisban, bár rövidebb távon ettől eltérő hatások is felléphetnek. – Hagyományos hatás.

A környezeti hatások tehát a leszerelési folyamat tevékenységeihez és a jellemző és vizsgálandó környezeti elemekhez/rendszerekhez kapcsolódnak, így a környezeti hatások bemutatása és rendszerezése könnyen megvalósítható egy olyan mátrix szerkezetben, ahol az egyik tengelyen a környezeti elemeket/rendszereket, a másik tengelyen a figyelembe vehető leszerelési projekt tevékenységeket szerepeltetjük, míg a mátrix elemei a környezeti hatásokból állnak össze. A mátrixos reprezentáció hasznosan hozzájárul a hatások áttekintéséhez, de semmiképpen sem tekinthetjük a hatások rendszerének véglegesítéseként, mivel a másodlagos és kapcsolt hatások elemzése ennél körültekintőbb elemzést igényel. A környezeti hatások azonosításának mátrixos reprezentációját a *Melléklet M-41. ábrája* mutatja.

Az előzetes leszerelési tervben kerül sor a hatások számszerű jellemzésére, valamint a leszerelésre vonatkozó biztonsági értékelés kimunkálására.

Megjegyzés: a leszerelés során keletkező radioaktív hulladékok (és természetesen a kiégett üzemanyag) elhelyezésének környezeti hatásait a vonatkozó hulladéktárolók környezeti hatásvizsgálata során kell értékelni.

5.4. A leszerelési tevékenység finanszírozása, költségei

Az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény (Atomtörvény) 62. §-ának (1) bekezdése szerint a nukleáris létesítmények leszerelésének költségeit elkülönített állami pénzalapként a Központi Nukleáris Pénzügyi Alap (KNPA, vagy Alap) finanszírozza. Az új blokkok megvalósítása során fel kell készülni a KNPA olyan átalakítására, amely lehetővé teszi egyebek között az új blokkok leszerelésének törvény szerinti finanszírozását. A KNPA hozzáillesztését az új blokkok megjelenéséhez az Alap kezelőjeként az Országos Atomenergia Hivatal hivatott kezdeményezni a megfelelő időpontban.

A leszerelés költségeit az ismeretek mai szintjén csak becsülni lehet. Az erőműblokkok szállítóinak *5.3.1. alfejezetben* hivatkozott előrejelzései alapján az a prognózis emelhető ki, hogy az új típusú reaktorok leszerelése vélhetően egyszerűbb lesz és a leszereléskor kevesebb hulladék keletkezik, mint amelyeket a ma használatos energetikai reaktorok leszerelésekor előre lehet jelezni.

6. A lehetséges országhatáron átterjedő hatások értékelése

Az új atomerőművi blokkok építése és üzemeltetése az országhatáron átterjedő környezeti hatások vizsgálatáról szóló Espooi egyezmény, valamint az Európai Közösség 97/11/EK, 2003/35/EK és 2009/31/EK számú tanácsi irányelvvel módosított, az egyes köz- és magánprojektek környezetre gyakorolt hatásainak vizsgálatáról szóló 85/337/EGK számú irányelv hatálya alá tartozik. Az Espooi egyezmény kötelező alkalmazását Magyarországon a 148/1999. (X. 13.) Korm. rendelet írja elő. Az Egyezmény I. függelékében szerepelnek azok a tevékenységek, melyekre vonatkozóan az Egyezmény előírásait alkalmazni kell. Ezen tevékenységek esetében a magukat érintettnek tekintő országok attól függetlenül kérhetik a nemzetközi hatásvizsgálati eljárás lefolytatását, hogy a hatásterület az elvégzett elemzések alapján kiterjed-e az adott országra, vagy sem. Fontos, hogy már az előzetes konzultációs szakaszban vizsgáljuk az országhatáron esetlegesen átterjedő hatások lehetőségét. (A tervezett új blokkok telephelyéhez legközelebb (63 km-re) Szerbia található, ezt követi Horvátország 74,5 km-rel, majd Románia 119,5 km-rel, Szlovákia 132 km-rel, Szlovénia 172 km-rel, Ausztria 183 km-rel, Ukrajna 324 km-rel.). Az országhatáron átterjedő hatás fogalmát a 148/1999. (X. 13.) Korm. rendelet írja le. A *4. fejezetben* bemutattuk a hatásterület meghatározását, most összekapcsoljuk ezeket az eredményeket az országhatáron esetleg átterjedő hatások felmérésével. Tartalmi követelményeket a jogszabály nem részletez erre vonatkozóan. Ezeket a hatásokat ugyanolyan módon kell becsülni és értékelni, mint a többi hatást, azzal a kitétellel, hogy országhatáron átterjedő voltát a későbbiekben elemezni kell. Az elvárásokat figyelembe véve az új blokkokra vonatkozóan bemutatjuk, hogy országhatáron átterjedő *radiológiai környezeti hatás* mely környezeti elemek és rendszerek esetén jöhet egyáltalán számításba. [42]

Ahhoz, hogy az országhatáron átterjedő hatásokat meghatározhassuk, a következő kérdések tisztázása szükséges: Egyáltalán előfordulnak, előfordulhatnak-e konkrét tevékenységünk ismeretében olyan hatótényezők és hatásfolyamatok, amelyekhez köthető az országhatáron átterjedés lehetősége? Melyek azok a hatótényezők, amelyeknél ilyen lehetőség nem, vagy csak igen kis valószínűséggel fordulhat elő? Hogyan terjednek, és hogyan összegződnek egy esetleges terheléssel kapcsolatban az egyes hatások és hatásfolyamatok? [35] A kérdések egy része általános, más része viszont tevékenység- és térség-specifikus. A határokon átterjedő hatások megítélésében a következő három tényező játszik döntő szerepet: olyan hatótényezők, melyek feltételezik a nagyobb területre történő terjedés lehetőségét, a hatások terjedési lehetősége és a hatásterület érzékenysége, valamint a hatásterület adottságainak a terjedést elősegítő vagy azt gátló volta. A hatások megítéléséhez tehát e három tényezőről kellett információkat összegyűjteni. [42] [90] Egy adott tevékenység határokon átterjedő hatásainak jelentőségét az előzetes vizsgálat, illetve hatósági értékelésének szintjén a következő lépések elvégzésével lehet megítélni: A telepítési hely, a tevékenység jellege és az alkalmazott technológia alapján el kell dönteni, hogy elméletileg feltételezhető-e országhatáron átterjedő hatás. Az adott tevékenység hatótényezői és hatásfolyamatai (*4. fejezet*) közül ki kell válogatni azokat, amelyeknél ténylegesen feltételezhetőek határon átterjedő kedvezőtlen környezeti-ökológiai folyamatok elindulása.

A számításba vett hatótényezők által elindított hatásfolyamatok terjedési módját, lehetőségeit meg kell becsülni, és ez alapján meg kell ítélni, hogy eljutnak-e, eljuthatnak-e a szomszéd országba. (Tehát közelítőleg le kell határolni a várható hatásterületet.) Amennyiben az előzőekben megállapítjuk, hogy lehetségesek átterjedő hatások, akkor fel kell tárni az érintett hatásterület adottságait, azaz meg kell állapítani, hogy a hatásfolyamatokra az adott terület mennyire érzékeny. Ez alapján ki kell válogatni az országhatáron valóban átterjedő hatásokat a hatásfolyamatok és a területi érzékenység összevetésével meg kell ítélni az átterjedő hatások jelentőségét. [42], [91]

A következőkben az új blokkokkal kapcsolatban e kérdésekre válaszolva kívánjuk az országhatáron történő átterjedés lehetőségét megítélni. A „jelentős” hatás azt feltételezi, hogy az állapotváltozás nem átmeneti, hanem végleges változást, vagy huzamos ideig fennálló környezetterhelést okoz. Az új atomerőmű az ország belsejében, a határoktól jelentős távolságban épül fel. Ez azt jelenti, hogy a

telepítési helyet figyelembe véve csak igen extrém esetekben képzelhető el határokon átterjedő hatás. Az új blokkok működése alatt várható hatóényezők és hatásfolyamatok, illetve területi kiterjedésük meghatározására a *4. fejezetben* került sor. (A hatóényezők és hatásfolyamatok két csoportba sorolhatók: a radiológiai és a hagyományos hatások csoportjába. Ezeket a határon átterjedés szempontjából is érdemes elkülöníteni.) Itt nem ismételjük meg a korábban már bemutatott hatásfolyamatokat, csak kiemeljük közülük azokat, melyeknél jellegüknél, erősségüknél fogva feltételezhetők országhatáron átterjedő radiológiai hatások. Az országhatáron túli területek érzékenysége részleteiben nem ismert. [92] Az atomerőmű biztonsága alapvetően meghatározza az országhatáron átterjedő környezeti hatások jellegét. Az atomerőmű üzemelése során elsősorban légnemű és folyékony kibocsátásra lehet számítani.

A légköri kibocsátások értékelése

Normálüzemi kibocsátásokra vonatkozóan a [93] forrásmunkát vettük figyelembe. Ez alapján megállapítható, hogy *normálüzem során az országhatáron át történő radiológiai következményekkel nem kell számolnunk,* amennyiben az új blokkok a hazai és a nemzetközileg elfogadott, a létesítményre vonatkozó dózismegszorításból származtatott hatósági kibocsátási korlátokat betartják. [93]

A *tervezési üzemzavarok* országhatáron átterjedő hatásainál az EPR blokktípusra, mint vonatkoztatási blokkra végeztünk számításokat a PC COSYMA program segítségével. Figyelembe vettük továbbá azon megállapításokat, amelyeket a *3. fejezet* tartalmaz, azaz ha az EUR követelményeknek valamint a hatályos NBSz-nek eleget tesznek a blokktípusok, akkor az esetleges hatások nem jelentenek kockázatot a szomszédos országok lakosaira nézve sem (korlátozott környezeti hatás kritériumoknak való megfelelés). Normál légköri viszonyok esetén az országhatárnál várható aktivitáskoncentrációk alacsonyabbak lesznek az általunk figyelembe vettekhez képest (100-szor, 1000-szer kisebb értékek jelentkeznek). *A fentiek alapján a radioaktív légköri kibocsátások az országhatáron kívül várhatóan még tervezési üzemzavar esetén is semlegesek.* E megállapításokat a *3. fejezetben* ismertetett EUR és NBSz követelmények alapján és a *4. fejezetben* részletezettek alapján tettük.

A PC COSYMA programmal végzett számítások az EPR blokkokra rendelkezésre álló adatok alapján készültek légköri kibocsátásokra vonatkozóan nagyon kis gyakoriságú tervezési üzemzavarokra és súlyos balesetekre. Erre a blokktípusra álltak rendelkezésre a leginkább részletes adatok. A vizsgált kibocsátási helyzetekben EPR blokktípusnál volt a legnagyobb a reprezentatív személyekre becsülhető lekötött effektív dózis következmény. A kapott eredményeket szemlélteti a *6-1. táblázat*. Súlyos baleseti helyzetre vonatkozóan is készültek számítások, ezek eredményét a *6-2. táblázat* tartalmazza.

6-1. táblázat: Az EPR blokktípusra elvégzett (TA4 – nagyon kis gyakoriságú tervezési üzemzavar) számítások eredményei

Határos ország	Távolság [km]	Az első 7 napra	Hosszú időtartamra
		Dózis [μSv]	Dózis [μSv]
Szerbia	63	$5{,}0\cdot10^{-3}$	$2{,}0\cdot10^{-2}$
Horvátország	74,5	$4{,}2\cdot10^{-3}$	$1{,}7\cdot10^{-2}$
Románia	119,5	$2{,}5\cdot10^{-3}$	$1{,}1\cdot10^{-2}$
Szlovákia	132	$2{,}3\cdot10^{-3}$	$9{,}8\cdot10^{-3}$
Szlovénia	172	$1{,}6\cdot10^{-3}$	$7{,}5\cdot10^{-3}$
Ausztria	183	$1{,}6\cdot10^{-3}$	$7{,}1\cdot10^{-3}$
Ukrajna	324	$7{,}4\cdot10^{-4}$	$3{,}9\cdot10^{-3}$

6-2. táblázat: Az EPR blokktípusra elvégzett (TAK2 – súlyos baleset) számítások eredményei

Határos ország	Távolság [km]	7 napra	Hosszú időtartamra
		Dózis [μSv]	Dózis [μSv]
Szerbia	63	$5{,}8 \cdot 10^{-1}$	$1{,}3 \cdot 10^{1}$
Horvátország	74,5	$5{,}0 \cdot 10^{-1}$	$1{,}1 \cdot 10^{1}$
Románia	119,5	$3{,}4 \cdot 10^{-1}$	7,4
Szlovákia	132	$3{,}1 \cdot 10^{-1}$	6,7
Szlovénia	172	$2{,}4 \cdot 10^{-1}$	5,3
Ausztria	183	$2{,}3 \cdot 10^{-1}$	5,0
Ukrajna	324	$1{,}4 \cdot 10^{-1}$	3,0

A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ) ajánlásai, valamint a nukleárisbaleset-elhárítási és intézkedési tervek alapján, a szomszédos országokban sürgős óvintézkedés bevezetésére nagy valószínűséggel még „jelentős hatású” környezeti kibocsátás esetén sem kerülne sor, hiszen az ezek bevezetését indokoló dózisszintek a bemutatottaknál 3–4 nagyságrenddel nagyobbak.

Vízi kibocsátások értékelése

Jelentősnek minősíthető határokon átterjedő radiológiai vízkörnyezeti hatás nincs, mivel a felszíni vizekbe bocsátott radioaktív anyagok hatása az országhatárnál már semleges. A Dunába jutó kibocsátások hatásainak elemzését az IAEA Safety Report Series 19. dokumentumban közölt egyszerű számítási metodikával [94] végeztük el. Mint azt az üzemelő és új blokkok együttes környezeti hatásait elemző fejezetben ismertettük, a Dunába normálüzemi kibocsátások és várható üzemi események kikerülése révén jutó radioaktív szennyezéshez rendelt maximális dózisterhelés (8 μSv) az erőműtől folyásirányban 10 km-re lévő Gerjen lakosait érheti. Az innen mintegy 100 fkm-rel lejjebb lévő országhatáron túl ez az érték nagyságrendekkel kisebb lesz.

Nem radiológiai hatások értékelése

A *hagyományos (nem radiológiai) hatásokra* vonatkozóan az előzetes számítások alapján a felszíni vizekbe történő hagyományos szennyezőanyagok kibocsátása esetén az építési fázisban, normál üzemben, üzemzavarok és balesetek esetén sem kell számolni országhatáron átterjedő hatásokkal. Az építési fázisban a felszíni vizeket érintő hatások ismertetésével a *3.5.2. alfejezet*, az üzemelési fázissal a *3.5.3. alfejezet*, a leszereléssel az *5. fejezet* és ezek hatásterületével a *4. fejezet* foglalkozik. A várható üzemi események és tervezési üzemzavarok hatását a *3. fejezet* vonatkozó részei mutatják be. A vizsgált felszíni vizeket érintő hatások hatásterülete az országhatáron belül marad. A szennyvíz kibocsátás, az ipari vizek bekerülése hatásainak figyelembevételével, még üzemzavar esetén sem kell határon átterjedő hatással számolni.

A felszín alatti vizeket, a talajt érintően, valamint a hulladékkeletkezésre vonatkozóan a hatások minden esetben lokálisak maradnak, országhatáron átterjedő hatásról egyik esetben sem beszélhetünk.

A levegőminőségre, a szárazföldi és vízi élővilágra, a települési környezetre és a tájra vonatkozó környezeti hatások esetében, valamint a várható zaj- és rezgésterhelést illetően sem merül fel az országhatáron átterjedő hatás lehetősége.

7. Összefoglalás

A hazai erőműpark elavulása és a fogyasztói igények növekedése miatt Magyarország biztonságos villamosenergia-ellátásának fenntartása érdekében 2020-ig mintegy 5000 MW, 2030-ig pedig további 4000 MW új termelő kapacitásra lesz szükség. A hiányzó kapacitások egy részének pótlására előnyös megoldást jelenthet egy új atomerőmű építése, hiszen az atomerőművi villamosenergia-termelés gazdaságilag hatékony, hosszú távon alkalmazható, biztonságos áramellátást tesz lehetővé.

Egy atomerőmű létesítését politikai elhatározás, alapos előkészítés és engedélyezési folyamat előzi meg. A politikai döntésre 2009. március 30-án került sor, amikor az Országgyűlés a 25/2009. (IV. 2.) OGY határozattal hozzájárult a paksi telephelyen új blokkok létesítésének előkészítéséhez. E határozat azonban még nem jelent tényleges döntést új atomerőművi blokkok létesítéséről, hiszen csak az elvi jóváhagyást követően megkezdett szakmai munka ad majd választ számos felvetésre, például a finanszírozási és beruházási konstrukció, a műszaki jellemzők, a blokktípus, a szállító, a rendszerbe illeszthetőség és a környezetre gyakorolt hatások kérdéseire.

A környezet védelmének általános szabályairól szóló 1995. évi LIII. törvény a kedvezőtlen környezeti hatások megelőzése érdekében *„a környezetre jelentős, illetve várhatóan jelentős mértékben hatást gyakorló tevékenység megkezdése előtt”* környezeti hatásvizsgálat elvégzését írja elő. A környezeti hatásvizsgálati eljárás módját, a környezeti hatástanulmánnyal kapcsolatos követelményeket a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról szóló, többször módosított 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet tartalmazza. Az új atomerőművi blokkok létesítésére a rendelet értelmében környezetvédelmi engedély csak környezeti hatásvizsgálat alapján adható ki. A kormányrendelet szerint az engedélyezési eljárás első szakasza atomerőmű létesítés esetében nem kötelező, a környezetvédelmi engedély kérelmezője azonban úgy döntött, hogy kezdeményezi az előzetes konzultációt, mivel ez alapján a területileg illetékes pécsi székhelyű Dél-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség az illetékes közigazgatási szervek bevonásával véleményt ad az engedélyezési folyamat második szakaszában benyújtandó környezeti hatástanulmány tartalmi követelményeiről, így elősegítve annak eredményes kidolgozását.

Jelen dokumentum az előzetes konzultáció iránti kérelem dokumentációja, melyet az MVM Magyar Villamos Művek Zrt. megbízásából a PÖYRY ERŐTERV ZRt. és alvállalkozói készítettek a vonatkozó 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet 4. számú mellékletének megfelelően.

A tervezett tevékenység

A Magyar Villamos Művek Társaságcsoport az Országgyűlés határozatát követően 2009. július 8-án megalapította a Lévai Projektet a paksi telephelyen tervezett új atomerőművi blokkok létesítésének előkészítése céljából. 2012 szeptemberétől az új atomerőmű létesítésének előkészítésével kapcsolatos feladatokat már a Magyar Villamos Művek Zrt. által létrehozott új projekttársaság, az MVM Paks II. Atomerőmű Fejlesztő Zrt. végzi.

Az új blokkok helyéül a jelenleg működő erőmű tartalékterületét jelölték ki, azaz a tervezett két blokk a működő négy blokktól északra, azok közvetlen szomszédságában kerülne megvalósításra. A legfontosabb indokok amellett, hogy nem egy új helyet, hanem a már meglévő paksi telephelyet javasolták az új blokkok helyszínéül az alábbiak:

- Már létező, biztonságosan üzemelő nukleáris telephelyről van szó, és így nincs szükség új (esetlegesen zöldmezős beruházással), csak jelentős ráfordításokkal kialakítható telephelyre.
- A kezdetek óta eltelt 30 év alatt számos biztonsági és környezetvédelmi szempont szerint vizsgálták a telephelyet, így az atomerőmű térsége az ország egyik leggondosabban feltárt, megkutatott területe.
- Az erőmű 30 km-es körzetében Paks kivételével a népsűrűség az országos átlagnál kisebb.

- A telephely környezetében a szükséges infrastruktúra kiépített és rendelkezésre áll.
- A telephely gazdaságosan csatlakoztatható a már kiépült országos villamostávvezeték-hálózathoz.
- A környék lakosságának körében a paksi atomerőmű léte, működése elfogadott, ami biztató alapot adhat a fejlesztési törekvésekhez.
- Rendelkezésre áll a tervezett tevékenység igényeinek megfelelő tapasztalat és tudásbázis, valamint a szakemberképzés alapja.

Az új atomerőművi blokkok összesen 106 ha kiterjedésű telephelye a Paksi Atomerőmű Zrt. tulajdona. E területből mintegy 29,5 ha a paksi atomerőmű jelenlegi üzemi területe, 76,3 ha pedig az ún. felvonulási terület, amely a területrendezési tervekben már jelenleg is iparterületként minősített.

A tervezett új blokkokat nemzetközi referenciákkal is rendelkező ún. 3., illetve 3+ generációs blokkok közül fogják kiválasztani. Ezeket az 1990-es években alakították ki a 2. generációs típusokból, ahol a továbbfejlesztés célja a súlyos balesetek valószínűségének csökkentése, illetve az igen kis valószínűséggel bekövetkező súlyos balesetek következményeinek mérséklése volt. A 3+ generációs típusok fokozottan alkalmazzák a passzív biztonsági rendszereket, működésükhöz természetes erőforrásokat használnak (gravitáció, természetes cirkuláció, vagy összenyomott gáz energiája működteti őket), ezért nincs szükségük vészhelyzeti villamos energia betáplálásra.

Az új atomerőművi blokkok létesítésének előkészítése során végzett előzetes vizsgálat egyértelműen nyomottvizes blokktípus megvalósítását javasolta, nemcsak azért mert a ma épített új blokkok több mint 80%-a ehhez a típushoz tartozik, hanem azért is, mert a meglévő hazai szakmai háttér és a paksi atomerőmű blokkjaival szerzett sokéves kedvező üzemeltetési tapasztalat is megfelelően indokolja. Várhatóan az alábbi nyomottvizes típusok közül kerülnek kiválasztásra a létesítendő új atomerőművi blokkok:

- AP1000 típus, szállítója a japán-amerikai Toshiba-Westinghouse,
- MIR.1200 típus, szállítója az orosz Atomsztrojexport,
- ATMEA1 típus, fejlesztője/gyártója a francia-japán Areva-Mitsubishi,
- EPR típus, szállítója a francia Areva,
- APR1400 típus, szállítója a dél-koreai KEPCO.

Az alkalmazható hűtési lehetőségek vizsgálata alapján kétlépcsős, a Dunából vételezett hűtővíz felhasználásával megvalósuló frissvízhűtéses hűtőrendszer került kiválasztásra a tervezett új erőműblokkokhoz.

A paksi telephelyen tervezett tevékenység tehát két, 1000–1600 MW nettó villamos teljesítményű atomerőművi blokk létesítése és üzemeltetése kereskedelmi célú villamosenergia-termelés érdekében.

Az új atomerőművi telephely környezetének jelenlegi állapota

Jelen esetben az új telephely környezetének környezeti állapotát alapvetően befolyásolja a meglévő négy atomerőművi blokk és a Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolójának közelsége. E létesítmények környezeti (elsősorban radiológiai) kibocsátásait megvalósulásuk óta monitoring rendszer ellenőrzi. Ennek mérési eredményei alapján elmondható, hogy az erőmű normál működési körülmények között nem okoz a környezetet határérték felett terhelő hatásokat. A hatások többsége nem, vagy alig kimutatható, a háttérterhelést nem haladja meg. A radiológiai kibocsátások normál üzemelés esetén nem okoznak lakossági terhelést az atomerőmű biztonsági övezetén kívül.

A működő erőmű hagyományos környezeti hatásai sem számottevők csak az erőmű közvetlen környezetében mutathatók ki, ez alól egyedül a Dunába visszavezetett felmelegedett hűtővíz okozta hőterhelés jelent kivételt, melynek hatásterülete a Sió torkolatáig is terjedhet. A területfoglalásból és az erőmű létéből adódó vizuális hatás mellett az egyetlen meghatározó, a korábbi, erőmű nélküli állapottól eltérő hatás a vízi környezet terhelése. Az erőmű üzemeléséből eredően a befogadó

felszíni vízfolyást, a Dunát mind radiológiai, mind hagyományos szennyezőanyag okozta terhelés, a frissvízhűtés alkalmazása miatt hőterhelés éri. Ezen terhelésekre is igaz a fenti megállapítás, hogy a hatósági korlátokat, a határértékeket az erőmű betartja.

Az új telephely korábban ipari területként kijelölt, a működő erőmű kiegészítő tevékenységeinek teret adó, részben beépített, burkolt, nagyobb részben rontott gyepterület, mely a jelenlegi ismereteink szerint sem jelentős természeti, sem kultúrtörténeti, sem más típusú értékkel nem rendelkezik. Ennek részletes feltárása azonban további vizsgálatot igényel.

A várható környezeti hatások

A környezeti hatások vizsgálatát az építési, az üzemelési és a felhagyás (leszerelés) fázisaira terjesztettük ki. Vizsgáltuk a tervezett tevékenység radiológiai és hagyományos környezeti hatásait egyaránt. Becsültük az új létesítmény hatásait önállóan, majd ezeket beillesztettük a háttérhatások közé, azaz vizsgálatuk az itt lévő három – radioaktív kibocsátásokat okozó – létesítmény (új blokkok, meglévő négy blokk, Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolója) együttes környezeti hatását is.

A *radiológiai hatások* előzetes vizsgálata során elvégeztük a számításba vett öt blokktípus normál üzemi, illetve a várható üzemi események (amelyek gyakorisága meghaladja a 10^{-2}/év gyakorisági értéket) légköri és folyékony radioaktív kibocsátásaiból származó sugárterhelések meghatározását. A kibocsátás dózisjárulékát nemzetközileg elfogadott modellek segítségével határoztuk meg. A kapott eredmények alapján, kétblokkos kiépítést figyelembe véve a normálüzemi dózisjárulékhoz a blokkonként egy-egy várható üzemi esemény bekövetkezését is feltételezve az új blokkok üzemelése a lakosságra vonatkozóan számottevő hatást nem jelent.

Radiológiai szempontból a hatások területi kiterjedése normál üzemben mind a légnemű, mind a folyékony kibocsátások által okozott dózisok, mind a közvetlen és szórt sugárzás dózisa alapján az erőmű ellenőrzött zónáján belül marad.

A radiológiai hatással járó üzemzavarok vizsgálata során a nemzetközi előírások alapján, a rendelkezésre álló adatok felhasználásával elemzéseket végeztünk. Bemutattuk, hogy a számításba vett blokktípusok üzemelése során bekövetkezhető különböző üzemzavari és baleseti események radioaktív kibocsátása az EUR (European Utility Requirements – a nyugat-európai atomerőművek üzemeltetői által kidolgozott követelményrendszer) és az ICRP (International Commission on Radiological Protection – Nemzetközi Sugárvédelmi Bizottság) követelmények alatt marad.

A *hagyományos környezeti hatásoknál* megállapítottuk, hogy az építési fázis legtöbb hatótényezője jelentősebb hatásokat okoz, mint az üzemelési időszak hasonló hatótényezői. Az építési időszak az atomerőmű esetén hosszú, várhatóan 5–6 év időtartamú. Jelentős, de viszonylag lokális (a telephely néhány száz, legfeljebb néhány km-re terjedő) változások várhatók mind a levegőminőségben, mind a vizek és a föld állapotában, és számottevő lesz a zaj- és rezgésterhelés is. Jelenlegi ismereteink szerint azonban ezek a változások a szállítási tevékenység kivételével lakott területen számottevő hatással nem járnak.

Az üzemelési időszak hagyományos környezeti hatásai többnyire jóval az építési időszak hatásai alatt maradnak, még a három létesítmény együttes hatásait figyelembe véve is. Vizsgálataink megállapították, hogy a legjelentősebb következményű hagyományos környezeti hatótényező, a frissvízhűtés is megvalósítható a jelenleg meglévő környezeti feltételrendszernek megfelelően.

Jelen munkafázisban még nem álltak rendelkezésre az egyes változatok, blokktípusok műszaki részletei, ezért becsléseinket ahol rendelkezésre állt konkrét adat azokra, ahol csak egyes változatokra volt információnk ott a kritikus terhelésre vonatkoztattuk. Ahol még nem állt rendelkezésre ilyen adat ott szakmai tapasztalatokra építve végeztük előzetes becslést.

Az előzetes konzultációs dokumentáció alapján, a jelenlegi ismeretek szintjén összesítve elmondható, hogy nem találtunk olyan kizáró környezet-, természet- és tájvédelmi okot, mely bármelyik számításba vett blokktípus, illetve a hűtési megoldás megvalósítását lehetetlenné tenné. A tervezett tevékenység miatti környezeti hatások többsége nem számottevő, nem okoz jelentős változásokat, és csak a telephely közelében, lakott területeken kívül jelentkezik.

Irodalomjegyzék

[1] A Magyar Villamosenergia-rendszer (VER) 2011. évi statisztikai adatai, Magyar Energia Hivatal, MAVIR Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító ZRt., Budapest, 2012.

[2] Lévai projekt, Új atomerőmű létesítése – Döntés-előkészítő megvalósíthatósági tanulmány 1. kötet, 530303A 00030 ERA, 2011. december

[3] A magyar energiaszektor villamos-energia termelésének kommunikációs célú életciklus-, és „carbon footprint" elemzése, Kutatási jelentés, Green Capital Zrt., 2008. október–2009. február

[4] Paksi Atomerőmű 1–4. blokk, Végleges Biztonsági Jelentés 2009., 2. Fejezet, A telephely leírása, Paksi Atomerőmű Zrt., 2009.

[5] UK-EPR Pre-Construction Environmental Report (PCER), Sub-chapter 1.2: General description of the unit, UKEPR-0003-012 Issue 01, Areva NP & EdF, September 2009

[6] Modern Instrumentation and Control for Nuclear Power Plants: A Guidebook, IAEA Technical Report Series No. 387, IAEA, Vienna, 1999.

[7] Safety Objectives for New Power Reactors, WENRA Reactor Harmonization Working Group, December 2009.

[8] Defence in Depth in Nuclear Safety, INSAG-10, IAEA, Vienna, 1996.

[9] Új atomerőművi blokkok létesítésének előkészítése, Megvalósíthatósági tanulmány, AEKI-ARL-2008-725-00/01, MTA KFKI Atomenergia Kutatóintézet, 2008. április 14.

[10] Power Reactor Information System, IAEA, http://www.iaea.org/programmes/a2/

[11] http://www.todaysengineer.org/2008/Apr/images/AP1000-cutaway.jpg

[12] Westinghouse AP1000 honlapja, http://www.ap1000.westinghousenuclear.com

[13] Status of advanced light water reactor designs, IAEA-TECDOC-1391, IAEA, May 2004.

[14] Health and Safety Executive honlapja, www.hse.gov.uk/newreactors/reactordesigns.htm

[15] A. Altshuller: NPP-2006 with reactor VVER-1200/491, Konferencia előadás, MTA, 2007. március 8.

[16] Az ATMEA honlapja, http://www.atmea-sas.com

[17] Az Areva honlapja, http://www.areva-np.com

[18] Szállítói adatszolgáltatás az új blokkokról, Paksi Atomerőmű Zrt., 2011. január

[19] EPR Technical Description, AREVA-NP, http://www.areva-np.com

[20] IAEA Advanced Reactors Information System (ARIS), http://aris.iaea.org

[21] Magyar Villamos Művek Zrt., A Paksi Atomerőmű Zrt. területén létesítendő új blokkok hűtési lehetőségeinek vizsgálata, Döntés előkészítő tanulmány, 000000A00199 EGA, GEA EGI Energiagazdálkodási Zrt., 2011.

[22] Lévai projekt, Új atomerőmű létesítése – Döntés-előkészítő megvalósíthatósági tanulmány 2. és 4. kötet 1–2. rész, 530303A 00028 ERA, 530303A 00029 ERA, 2011. december

[23] Lévai projekt, Új atomerőmű létesítése – Döntés-előkészítő megvalósíthatósági tanulmány 3. kötet, 530303A 00031 ERA, 2012. január

[24] A TVO honlapja, http://www.tvo.fi

[25] Az EDF honlapja, http://www.edf.fr

[26] AP1000 Siting Guide – Site Information for an Early Site Permit Application, Westinghouse Electric Company LLC, 2010.

[27] MIR.1200 Preliminary data and information for safety and environmental licensing, Report, Atomstroyexport, 2010.

[28] ATMEA1 Standard Design Description, Areva NP, 2010.

[29] EPR Data Information, AREVA, 2010.

[30] APR1400 Data Information for Environmental Licensing, KEPCO, 2010.

[31] UK AP1000 Environment Report, UKP-GW-GL-790, Revision 4, Westinghouse Electric Company LLC, 2011.

[32] A Paksi Atomerőmű Zrt. 2011. június 22-i adatszolgáltatása

[33] A Paksi Atomerőmű bővítésének regionális összefüggései, MTA Regionális Kutatások Központjának Dunántúli Tudományos Intézete, 2010. április

[34] Magyarország kistájainak katasztere, Második, átdolgozott és bővített kiadás, Szerkesztette: Dövényi Zoltán, MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest, 2010.

[35] Sugárvédelmi tevékenység a Paksi Atomerőműben, Éves jelentések 2001–2010, Paksi Atomerőmű Zrt.

[36] Az országos környezeti sugárvédelmi ellenőrző rendszer (OKSER) éves jelentései 2005–2010, http://www.okser.hu/eredmenyek/eredmenyek.html

[37] A Paksi Atomerőmű üzemidő-hosszabbítása, Környezeti hatástanulmány, 000000K00004ERE/A, ETV-ERŐTERV Rt., 2006. február 20.

[38] A hatósági környezeti sugárvédelmi ellenőrző rendszer (HAKSER) éves jelentései, 2000–2010, OKK-OSSKI, Budapest, http://www.hakser.hu/

[39] Paksi Atomerőmű Környezetellenőrzés – Nullszint felmérés, MTA Központi Fizikai Kutató Intézete, Budapest, 1979.

[40] A Paksi Atomerőműben működő trícium monitoring rendszer, Összefoglaló jelentés, ISOTOPTECH Zrt., 2010. november 15.

[41] Kiegészítés a Paksi Atomerőmű üzemi területén a talaj és a talajvíz radioizotóp koncentrációjára vonatkozó részleges környezetvédelmi felülvizsgálatához, ISOTOPTECH Rt., 1999. február

[42] Dr. Kerekes A., Dr. Sági L.: A paksi telephelyen létesítendő új reaktorblokkok dózismegszorítása, SOM(R)435/3, Rev.3. 5401 03A00015 SSA, SOM System Kft., 2011. szeptember 1.

[43] Fülöp N., Juhász L., Kerekes A.: A Paksi Atomerőmű Kiégett Kazetták Átmeneti Tároló kritikus lakossági csoportjára vonatkozó elemzések, a kibocsátások korlátozási rendszerének megalapozása, OSSKI, Budapest, 1998.

[44] European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants (EUR), 2001.

[45] J.R. Simmonds, G. Lawson, A. Mayall: Methodology for assessing the radiological consequences of routine releases of radionuclides to the environment, Report EUR 15760 (1995).

[46] J.A. Jones, P.A. Mansfield, S.M. Haywood, A.F. Nisbet, I. Hasemann, C. Steinhauer and J. Ehrhardt: PC COSYMA for Use on a PC, Report EUR 14 916. (1995.)

[47] Generic models for use in assessing the impact of discharges of radioactive substances to the environment, IAEA Safety Reports Series, No. 19, Vienna, 2001

[48] https://wiki.ceh.ac.uk/display/rpemain/ERICA+Tool

[49] C.-M. Larsson: „An overview of the ERICA Integrated Approach to the assessment and management of environmental risks from ionising contaminants" Journal of Environmental Radioactivity 99 (2008) 1364-1370.

[50] Deliverable D1: Progress on the Production of the Web-based Effects Database: FREDERICA, 2005. (http://www.frederica-online.org/FP6_ERICA_Deliverable_D1.pdf)

[51] A KKÁT működési engedélyének kazettatípus bővítés miatti módosítását megalapozó dokumentáció, SOM(R)2/188, SOM System Kft., 2010.

[52] European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants (EUR), Volume 1, Chapter 3, Safety and Licensing, Revision C, April 2001

[53] European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants (EUR), Volume 3, AP1000 Subset, Chapter 1, AP1000 General Description, Part 2, General Safety Basis, June 2006

[54] Gadó J. et al.: Javaslat a kibocsátásokra és a kapcsolódó valószínűségi limitekre vonatkozó NBSZ előírásokra, AEKI-TSO-2008-420-01, Budapest, 2008. január

[55] European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants (EUR), Volume 3, AES 92 Subset, Chapter 1, AES 92 Plant Description, Part 2, General Safety Design Basis, Revision A, June 2006

[56] European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants (EUR), Volume 3, Standard EPR Subset, Chapter 1, Standard EPR Plant Description, Part 1, Introduction, Revision B, June 2009

[57] ATMEA answers – Annex 2 – Data and information for environmental licensing, Rev February 2011

[58] Anyagok az APR1400 blokk NRC típusengedélyéhez, www.nrc.gov (letöltve: 2011. február 7.)

[59] Hungary Nuclear Power Project, Appendix 1, Appendix 2, KEPCO, 2010.

[60] Application of the Commission's Recommendations for the Protection of People in Emergency Exposure Situations ICRP Publication 109 Ann. ICRP 39 (1), 2009

[61] European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants (EUR), Volume 3, Standard EPR Subset, Chapter 1, Standard EPR Plant Description, Part 2, General Safety Design Basis, Revision B, June 2009

[62] UK-EPR, Fundamental Safety Overview, Volume 2: Design and Safety, Chapter S: Risk Reduction Categories, 2008

[63] European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants (EUR), Volume 2, Chapter 1, Safety Requirements, Revision C, April 2001

[64] Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants. International Atomic Energy Safety Standards, Specific Safety Guide No. SSG-3. Vienna, 2010

[65] Development and Application of Level 2 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants. International Atomic Energy Safety Standards, Specific Safety Guide No. SSG-3. Vienna, 2010

[66] UK AP1000 Probabilistic Risk Assessment, Westinghouse Electric Company LLC, 2007

[67] European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants (EUR), Volume 3, AES 92 Subset G, Chapter 1, Part 1, AES 92 Plant Description, Appendix M, PSA Summary Report, Revison A, June 2006

[68] UK-EPR Fundamental Safety Overview, Volume 2: Design and Safety, Chapter R: Probabilistic Safety Assessment, 2008

[69] Introduction to ATMEA & ATMEA1, az ATMEA cég által tartott ismertető előadás, Budapest, 2008. február 7.

[70] Éghajlati hatástanulmány Paks térségére, Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest, 2011. március 31.

[71] A paksi Duna szakasz mederváltozásának ellenőrzése, Éves jelentések a Paksi Atomerőmű Zrt. KTO számára, VITUKI, 1985–2010.

[72] A Duna kisvízi medrének és kisvízszintjének változásai a Paksi Atomerőmű környezetében, a mederkotrás és folyamszabályozás hatásai, BME Innotech Kft., 2010.

[73] Melegvíz-csatorna torkolat általános elrendezésének vizsgálata, VITUKI, 1970.

[74] A Paksi Atomerőmű vízrendszereinek vízgazdálkodási és vízminőségi vizsgálata, Éves jelentések a Paksi Atomerőmű Zrt. KTO számára, BME Innotech Kft., 1983–2010.

[75] A Paksi Atomerőmű Dunára gyakorolt hőterhelő hatásának elemzése, Kardos és Társa Kft., 2005.

[76] A Duna medre és a partfal állapota, VITUKI Kht., 2005.

[77] A Paksi Atomerőmű hőterhelése, A monitorozás és az üzemirányítás fejlesztése, BME VKKT, 2008.

[78] A paksi telephelyen tervezett új atomerőművi blokkok környezeti hatásainak típustól független előzetes vizsgálata, ETV-ERŐTERV Zrt., Budapest, 2008.

[79] A Paksi Atomerőmű Hőterhelése: A monitorozás és az üzemirányítás fejlesztése, Zárójelentés, 2008.

[80] A Paksi Atomerőmű Rt. építési törmeléklerakójának teljeskörű környezetvédelmi felülvizsgálata, Tsz: 2002/31-22, FTV Rt., 2002.

[81] Breuer J.: A bányászati víztelenítés hatásai a Mátra-Bükkaljai külfejtéses területen, Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, PhD értekezés tézisei, Kézirat, Miskolc, 2004.

[82] Értékelő jelentés a vízszintészlelő mintavételi kutak mérési adatainak feldolgozásáról, 2009-es hidrológiai év. GEOPARD Geotechnikai, Környezetvédelmi, Kutató-fejlesztő Szolgáltató Kft., Pécs, 2009. december 5.

[83] A Paksi Atomerőmű 2×1000 MW-os bővítésének mérnökgeológiai-geotechnikai vizsgálata, Kézirat, Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat, Budapest, 1987. Budapest

[84] Egyedi hulladékgazdálkodási terv a Paksi Atomerőmű Zrt. paksi telephelyére, 2010–2015.

[85] Irányelvek; A Tanács 2011/70/Euratom Irányelve, EU, 2011. július 19.

[86] A Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft. tizenegyedik közép- és hosszú távú terve a Központi Nukleáris Pénzügyi Alapból finanszírozandó tevékenységekre, RHK Kft., 2011. augusztus

[87] EPR Data information, Data and information for determination of dose constrain, Areva, 2010.

[88] AP1000 Pre-Construction Safety Report UKP-GW-GL-732, Toshiba-Westinghouse, 2010.

[89] KEPCO Appendix 2 Data and Information for Environmental Licensing, Chapter 6. Decommissioning, KEPCO, 2010.

[90] International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources Draft Safety Requirements DS379, IAEA, 2010.

[91] International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series #115, IAEA, 1996

[92] The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37 (2-4), 2007.

[93] 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről

[94] IAEA Safety Standards Series GSG-2 „Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency” General Safety Guide Vienna, 2011.

[95] A Duna folyam, mint végső hőelnyelő közeg alkalmazhatóságának részletes vizsgálata, a paksi telephelyen létesítendő új atomerőművi blokkokra vonatkozóan, 12.02-1533, Mélyépterv Komplex Zrt., Budapest, 2012. május

Táblázatjegyzék

2.2.3-1. táblázat:	A folyamatban lévő reaktorépítések reaktor típus alapján (2012. január)
2.2.3-2. táblázat:	A folyamatban lévő 3. generációs reaktorépítések (2012. január)
2.2.3-3. táblázat:	A folyamatban lévő reaktorépítések országok alapján (2012. január)
2.4.1-1. táblázat:	A számításba vett blokktípusok fontosabb műszaki jellemzői
2.4.1-2. táblázat:	A cél eléréséhez alkalmazott tervezési megoldások vagy következménycsökkentő eljárások
2.4.2-1. táblázat:	A frissvízhűtéses hűtőrendszer vizsgálatánál figyelembe vett alapadatok
2.5.1-1. táblázat:	Az egyes blokktípusok területfoglalása
2.5.1-2. táblázat:	Az építési munkák időtartama az egyes blokktípusokra vonatkozóan
2.5.1-3. táblázat:	Az építési létszám blokktípusonként az átlagos és csúcs időszakokban
3.2.1.2-1. táblázat:	A talaj felső rétegének radioaktív koncentrációja az „A” típusú állomások környezetében a 2001 és 2010 között végzett in-situ gamma-spektrometriai mérések alapján
3.2.3-1. táblázat:	A telephelyen üzemelő nukleáris létesítmények együttes radiológiai hatásai
3.8.1.2-1. táblázat:	Élőhelyek, növényvilág
3.8.1.2-2. táblázat:	Állatvilág
3.10.2.1-1. táblázat:	Az építés során keletkező hulladékok
3.10.3.2-1. táblázat:	A teljes üzemidő alatt keletkező kiégett üzemanyag mennyisége blokktípusonként egy reaktorblokkban
3.10.3.2-2. táblázat:	A kiégett üzemanyag tárolása a pihentető medencékben
4.1-1. táblázat:	Az új blokkok radiológiai hatásainak minősítési kategóriái
4.1-2. táblázat:	Az EUR kritériumok szerinti célértékekhez tartozó csóvatengelyi távolságok (km-ben) a különböző üzemzavarok esetén
4.2-1. táblázat:	Az építési fázis hagyományos környezeti hatásainak hatásterülete
4.2-2. táblázat:	Az üzemelési fázis hagyományos környezeti hatásainak hatásterülete
4.2-3. táblázat:	Üzemzavarok, balesetek, haváriaesemények hagyományos környezeti hatásainak hatásterülete
4.3-1. táblázat:	A hatásterülettel érintett települések
6-1. táblázat:	Az EPR blokktípusra elvégzett (TA4 – nagyon kis gyakoriságú tervezési üzemzavar) számítások eredményei
6-2. táblázat:	Az EPR blokktípusra elvégzett (TAK2 – súlyos baleset) számítások eredményei

Ábrajegyzék

1.3.1-1. ábra: A forráslétesítés szükségessége
1.3.2-1. ábra: A magyar energiamix szerinti megoszlás környezeti mutatói (CML 2001)
1.3.2-2. ábra: Az egyes energiatermelő technológiák EcoIndicator ’99 értékei
2.2.2.1-1. ábra: A nyomottvizes atomerőmű működése
2.2.2.2-1. ábra: Egy VVER-440 reaktortartály képe
2.2.2.2-2. ábra: Egy négyhurkos blokk (Mitsubishi APWR) primer körének képe
2.2.2.5-1. ábra: Az EPR reaktorblokk fontosabb épületei
2.2.2.6-1. ábra: A védelmi gátak, a mélységi védelmi szintek és a beavatkozások hierarchiája
2.2.3-1. ábra: Üzemelő reaktorok országonkénti megoszlása (2012. január)
2.2.3-2. ábra: Építés alatt lévő reaktorok országonkénti megoszlása (2012. január)
2.3.1-1. ábra: A paksi atomerőmű blokkjainak látképe
2.3.2-1. ábra: A Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolója Pakson
2.4.1.1-1. ábra: Az AP1000 blokk látványterve
2.4.1.2-1. ábra: A MIR.1200 blokk látványterve
2.4.1.3-1. ábra: Az ATMEA1 blokk látványterve
2.4.1.4-1. ábra: A finnországi Olkiluoto-ban épülő EPR blokk látványterve
2.4.1.5-1. ábra: Az APR1400 blokk látványterve
2.4.2-1. ábra: A kétlépcsős frissvízhűtéses hűtőrendszer részei, helyszínrajza
2.4.4.1-1. ábra: A harmadik konténment gyűrű beemelése Sanmen 1. telephelyen
2.4.4.1-2. ábra: Haiyang 2. építése
2.4.4.2-1. ábra: Az épülő erőművi blokk Szosznovij Borban
2.4.4.4-1. ábra: Flamanville-3 építése
2.4.4.4-2. ábra: Taishan 1–2. építési munkái
2.4.4.5-1. ábra: Munka a konténment épületben a Shin-Kori 3. blokkon
2.4.4.5-2. ábra: A Shin-Kori erőmű építési munkái
3.4.1-1. ábra: Szélirányok relatív gyakorisága [%] Paks állomáson 1997–2010 között

Melléklet

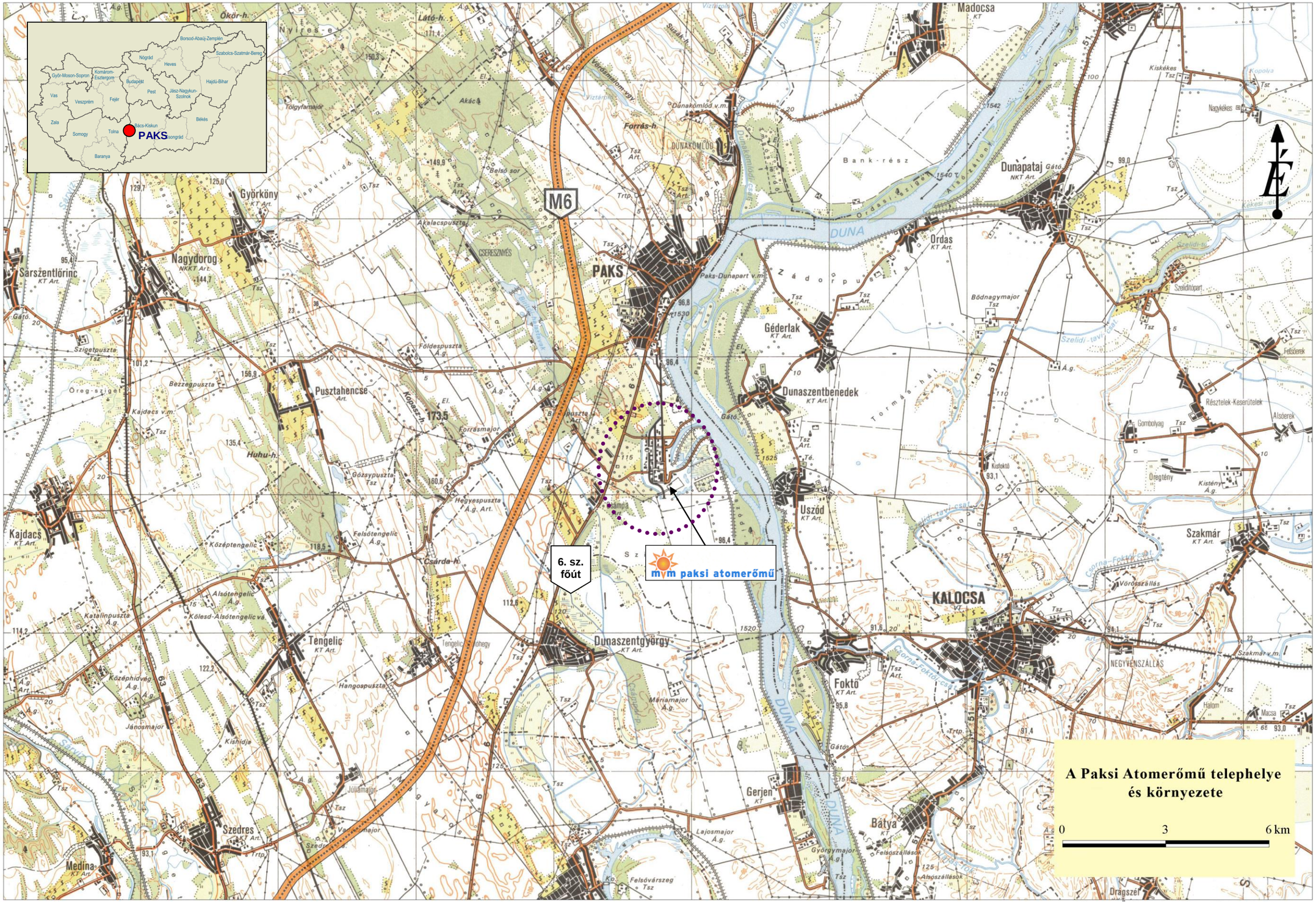
M-1. táblázat: Az atomerőmű létesítéséhez szükséges engedélyezési eljárások

Engedélyezési eljárás	Hatósági engedély	Illetékes hatóság	Jogszabályi háttér*
Környezetvédelmi engedélyezés – Előzetes konzultáció – Környezeti hatásvizsgálat (nemzetközi hatásvizsgálati eljárás)	Hatósági vélemény Környezetvédelmi engedély	Dél-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség (Dd-KTVF)	1995. évi LIII. törvény 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet 148/1999. (X. 13.) Korm. rendelet 85/337/EGK, 97/11/EK és 2003/35/EK számú Tanácsi irányelvek
Vízjogi engedélyezés – Elvi vízjogi engedélyezési eljárás (lefolytatása nem kötelezettség) – Vízjogi létesítési engedélyezési eljárás – Vízjogi üzemeltetési engedélyezési eljárás	Elvi vízjogi engedély (megszerzése nem kötelezettség) Vízjogi létesítési engedély Vízjogi üzemeltetési engedély	Dél-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség (Dd-KTVF)	1995. évi LVII. törvény 72/1996. (V. 22.) Korm. rendelet 18/1996. (VI. 13.) KHVM rendelet
Nukleáris biztonsági engedélyezés – Telephely engedélyezés – Létesítési engedélyezés – Üzembe helyezési engedélyezés – Üzemeltetési engedélyezés – Rendszer és rendszerelem szintű engedélyezés	Telephelyengedély Létesítési engedély Üzembe helyezési engedély Üzemeltetési engedély Gyártási (típus), beszerzési (típus), szerelési, üzemeltetési, építési, használatbavételi stb. engedélyek	Országos Atomenergia Hivatal Nukleáris Biztonsági Igazgatóság (OAH NBI)	1996. évi CXVI. törvény 37/2012. (III. 9.) Korm. rendelettel módosított 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet és mellékletei a Nukleáris Biztonsági Szabályzatok (NBSZ) 1–4. kötet 112/2011. (VII. 4.) Korm. rendelet
Villamosenergia-ipari engedélyezés – Erőmű engedélyezés – Építésügyi engedélyezés (erőmű és termelői vezeték építéséhez, használatba vételéhez és üzemeltetéséhez)	A villamosenergia-rendszer üzemét lényegesen befolyásoló erőmű elvi engedélye Erőmű létesítési engedély Termelői működési engedély Építési és használatbavételi engedély az erőműre (Elvi építési), építési és üzemeltetési engedély a termelői vezetékre	Magyar Energia Hivatal (MEH) Országos Atomenergia Hivatal (OAH) Területileg illetékes jegyző Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatal (MKEH) területileg illetékes Mérésügyi és Műszaki Biztonsági Hatósága (MMBH)	2007. évi LXXXVI. törvény 273/2007. (X. 19.) Korm. rendelet 382/2007. (XII. 23.) Korm. rendelet 1996. évi CXVI. törvény 1997. évi LXXVIII. törvény
Dózismegszorítás meghatározása	Határozat a dózismegszorítás megállapításáról	Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat Országos Tisztifőorvosi Hivatal (ÁNTSZ OTH)	16/2000. (VI. 8.) EüM rendelet 15/2001. (VI. 6.) KöM rendelet
Egyéb engedélyezési eljárások			
– Telephely kiválasztása, a földtani alkalmasság vizsgálata	Földtani kutatási terv jóváhagyása Földtani kutatási zárójelentés jóváhagyása	Magyar Bányászati és Földtani Hivatal (MBFH)	62/1997. (XI. 26.) IKIM rendelet
– Biztonsági övezet kijelölése	A létesítési engedélyben történik	Országos Atomenergia Hivatal (OAH) az Állami Népegészség-ügyi és Tisztiorvosi Szolgálat Országos Tisztifőorvosi Hivatal (ÁNTSZ OTH) bevonásával	246/2011. (XI. 24.) Korm. rendelet
– Nukleáris létesítmény fizikai védelme	Rendészeti engedély Szakhatósági hozzájárulás a nukleáris biztonsági engedélyezési eljárásokban Fizikai védelmi rendszer engedélye	Országos Rendőr-főkapitányság (ORFK) Igazgatásrendészeti Főosztály Országos Atomenergia Hivatal (OAH)	47/1997. (VIII. 26.) BM rendelet 190/2011. (IX. 19.) Korm. rendelet
– Nukleáris létesítmény tűzvédelme	Engedély a tűzvédelmi berendezések telepítésére és használatba vételére	Területileg illetékes Hivatásos Önkormányzati Tűzoltóság (HÖT), Országos Atomenergia Hivatal (OAH)	261/2009. (XI. 26.) Korm. rendelet 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet
– Radioaktív kibocsátások és a környezet ellenőrzése	Éves kibocsátási határérték és tervezett kibocsátási szintek jóváhagyása a nukleáris biztonsági engedélyezési eljárásokban Kibocsátás Ellenőrzési Szabályzat (KIESZ) és Környezet Ellenőrzési Szabályzatot (KÖESZ) jóváhagyása	Dél-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség (Dd-KTVF), Országos Atomenergia Hivatal (OAH)	15/2001. (VI. 6.) KöM rendelet
– A levegő védelme	Határozat a kibocsátási határértékek, illetve követelmények megállapításáról, az ellenőrzések módjáról és gyakoriságáról	Dél-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség (Dd-KTVF)	306/2010. (XII. 23.) Korm. rendelet

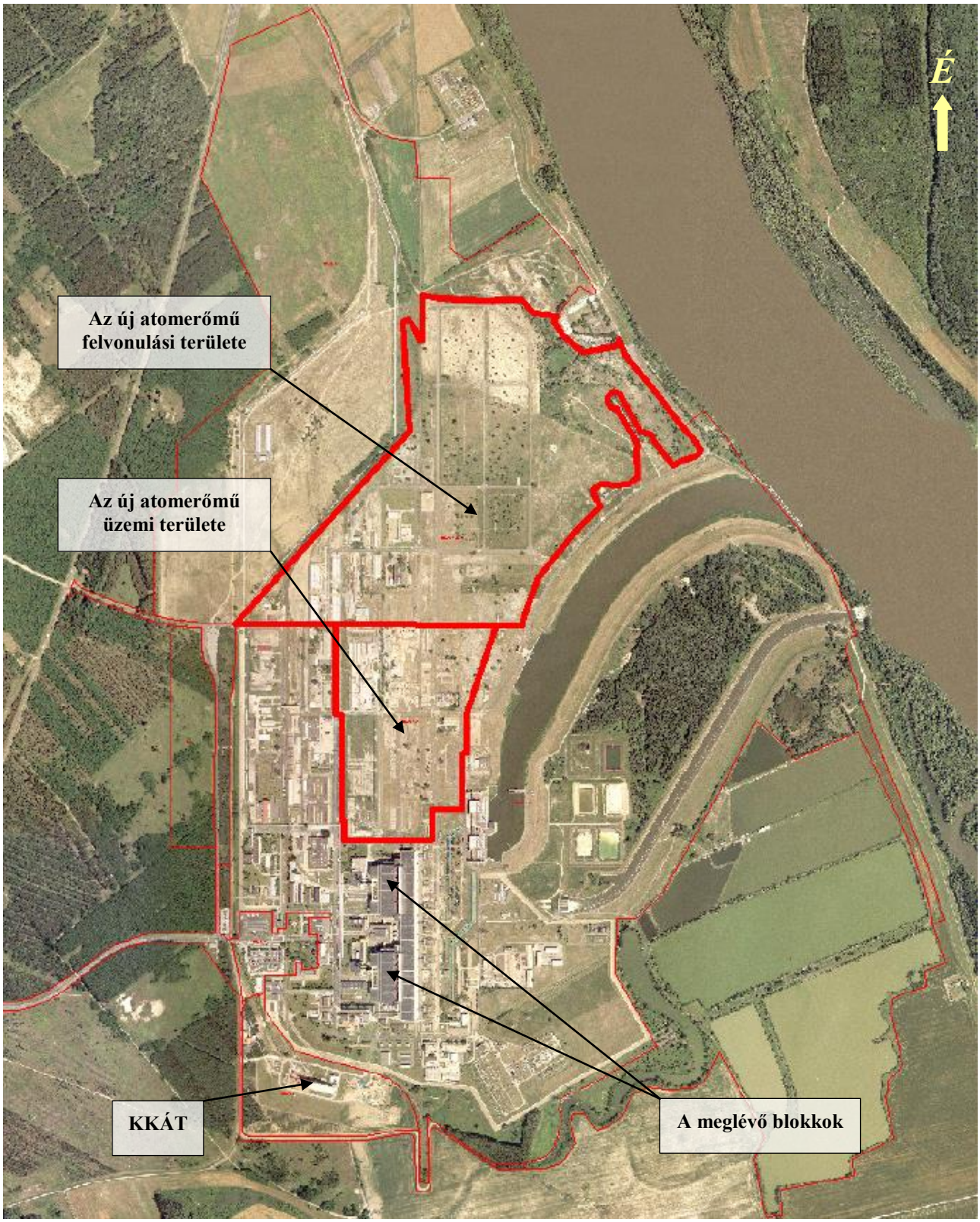
* A hatósági eljárások általános szabályait a 2004. évi CXL. törvény tartalmazza.

M-2. táblázat: Az üzemelés során keletkező nem veszélyes és veszélyes hulladékok a hulladékok jegyzékéről szóló 16/2001. (VII. 18.) KöM rendelet alapján, alcsoportok szerint

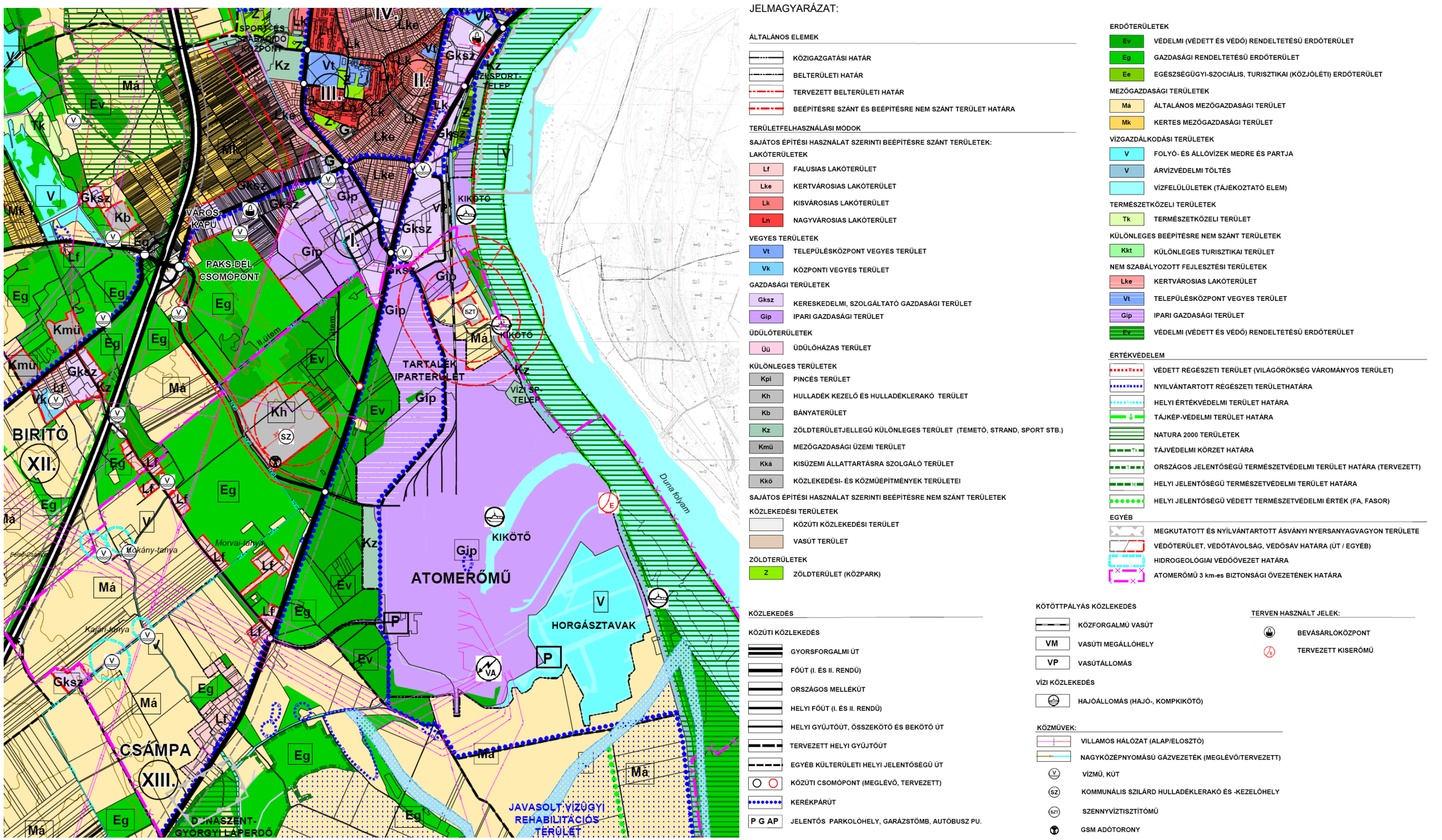
EWC kód	Hulladék megnevezése
06 01	Savak termeléséből, kiszereléséből, forgalmazásából és felhasználásából származó hulladékok
06 02	Lúgok termeléséből, kiszereléséből, forgalmazásából és felhasználásából származó hulladékok
06 04	Fémtartalmú hulladékok, amelyek különböznek a 06 03-tól
13 01	Hidraulika olaj hulladékok
13 02	Motor-, hajtóű- és kenőolaj hulladékok
13 03	Szigetelő és hő-transzmissziós olajok
13 05	Olaj-víz szeparátorokból származó hulladékok
15 01	Csomagolási hulladékok (beleértve a válogatottan gyűjtött települési csomagolási hulladékokat)
15 02	Abszorbensek, szűrőanyagok, törlőkendők és védőruházat
16 02	Elektromos és elektronikus berendezések hulladékai
16 06	Elemek és akkumulátorok
17 01	Beton, tégla, cserép és kerámia
17 02	Fa, üveg és műanyag
17 04	Fémek (beleértve azok ötvözeteit is)
17 05	Föld (ideértve a szennyezett területekről származó kitermelt földet), kövek és kotrási meddő
17 06	Szigetelőanyagokat és azbesztet tartalmazó építőanyagok
17 09	Egyéb építkezési és bontási hulladékok
19 08	Szennyvíztisztító művekből származó, közelebbről nem meghatározott hulladékok
19 09	Ivóvíz, illetve ipari víz termeléséből származó hulladékok
20 01	Elkülönítetten gyűjtött hulladék frakciók (kivéve 15 01)
20 02	Kerti és parkokból származó hulladékok (a temetői hulladékot is beleértve)
20 03	Egyéb települési hulladék



M-1. ábra: A paksi telephely és környezete

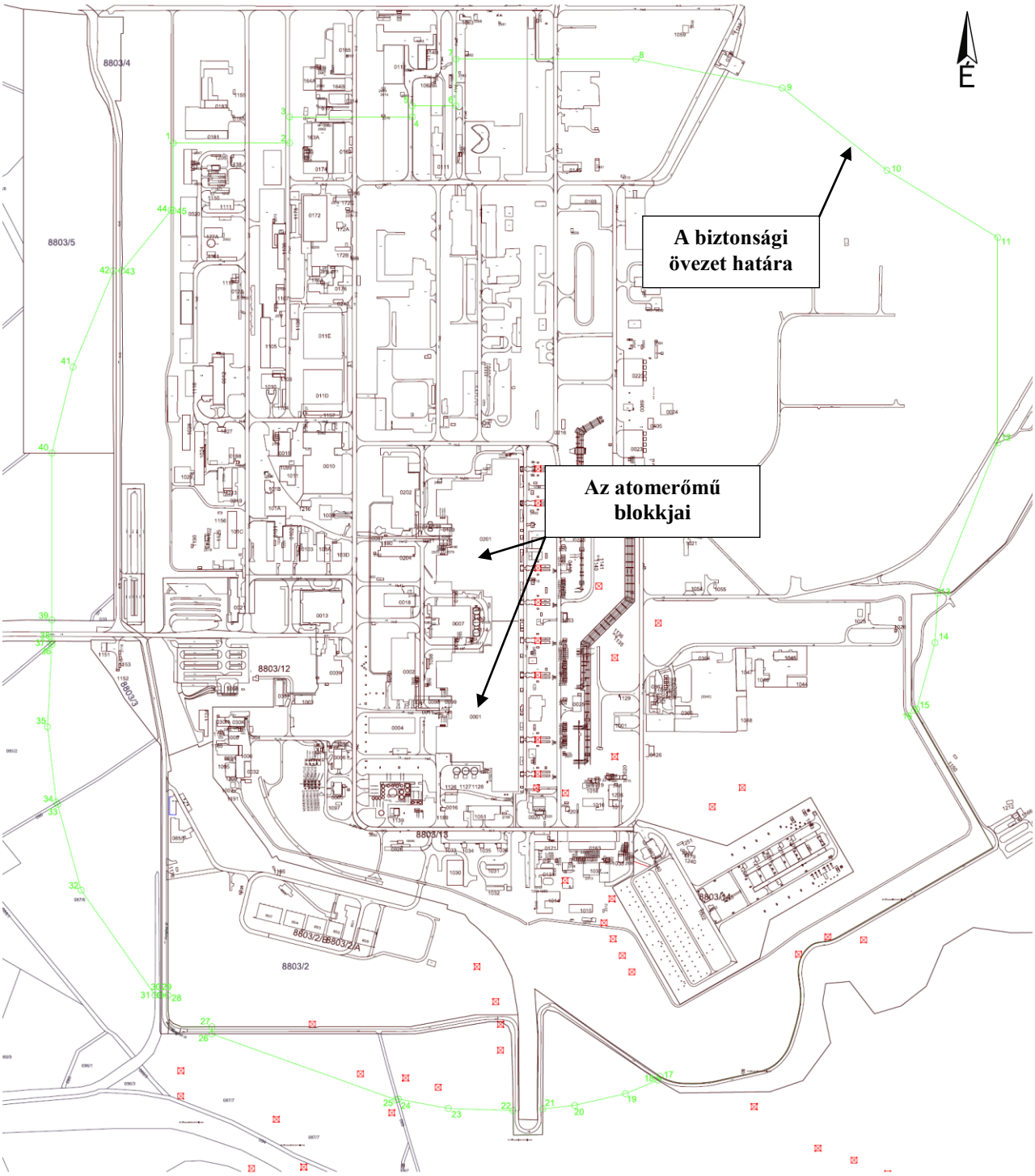


M-2. ábra: A paksi telephely a tervezett új atomerőmű helyének megjelölésével



A 79/2011. (XI. 23.), a 121/2009. (XII. 16.), a 85/2008. (IX. 16.), a 10/2008. (III. 13.) Kt. számú határozattal módosított 3/2003. (II. 12.) Kt. számú határozattal jóváhagyott terv kivonata

M-3. ábra: Az atomerőmű és környéke Paks város településszerkezeti tervében



M-4. ábra: A paksi atomerőmű biztonsági övezete

Érintett környezeti elem/rendszer	Hatótényező	Közvetlen hatás	Közvetett hatások	Ember mint végső hatásviselő
Levegő – klíma	1. Építési munkák (por, szállító- és építőgépek kipufogógázai)	→ Levegőminőség romlás a közvetlen környezetben		
	2. Dolgozók és építőanyagok szállítása az építkezéshez	→ Levegőminőség-változás a tágabb környezetben		Egészségügyi hatások
	3. Az ideiglenes népességnövekedés okozta többletforgalom	→		
	4. Új létesítmények megjelenése (urbánhatás)	→ Klimatikus változások a közvetlen környezetben	Klimatikus változások a mezoklímában	Kellemetlenség
Felszíni és felszín alatti vizek	5. Talajvízszint süllyesztés	→ Talajvízszint és áramlási viszonyok megváltozása	Kiülepedés miatt felszíni vizek minőség változása	
	6. Viszonylag nagy kiterjedésű beépítés	→ Talajvízáramlási, beszivárgási és párolgási viszonyok megváltozása	Felszín alatti vizek minőség változása	Használatok zavarása
	7. Vízkivétel (ivóvíz, szociális és technológiai vízszükséglet)	→ Mennyiségi csökkenés		Kivétel nehezülése
	8. Szennyvízkeletkezés és kezelés	→ Vízminőség romlás a befogadóban		Használat korlátozása
Föld	9. Tartós és ideiglenes (felvonulás) területfoglalás	→ Mennyiségi csökkenés		Összes készlet csökkenése
	10. Nyersanyaglelőhelyek kialakítása, kiaknázása	→ Mennyiségi csökkenés		
	11. Talajvédelmi beavatkozás	→ Humuszanyagok védelme		
	12. Építési munkák (földkiemelés, tereprendezés, út- és közműépítés)	→ Talajminőség változás		Használatok körülményeinek változása
	13. A kitermelt anyag elhelyezése	→ Mennyiségi növekedés		
	14. Hulladékkeletkezés az építés munkák során	→ Talajszennyezés		Használat korlátozása
Élővilág-ökoszisztémák	15. Területfoglalás	→ Pusztulás	Életfeltételek változása	
	16. Építési munkák	→ Életfeltételek romlása	Állatvilág zavarás → Migráció, degradáció	
	17. Növénytelepítés, zöldfelület rendezés	→ Új élőközösség kialakulása, védelmi funkció		Ökológiai folyamatok változása
Művi elemek	18. Művi elemek igénybevétele a szállítás során	→ Állagromlás	Állagváltozás	Fenntartási igény növekedés
	19. Új építmények megjelenése az erőmű területén és környezetében	→ Értékváltozás		Települési környezet használati és esztétikai változása
	20. Új kiszolgáló létesítmények megjelenése a városban	→ Értékváltozás		
Települési környezet (Zaj, rezgés)	21. Építési munkák (a megjelenő építési létszám)	→ Fogyasztás, termelés, vállalkozás változása Infrastruktúra igény	Településszerkezeti változások	Településfejlődés változása, szocio-ökonómiai hatások
	22. Építési munkák	→ Zaj- és rezgésszint változás		
	23. Dolgozók és építőanyagok szállítása az építkezéshez	→ Zaj- és rezgésszint változás		Kellemetlenség, zavarás
	24. Nagyszámú ideiglenes népesség megjelenése, ellátása, forgalma	→ Zaj- és rezgésszint változás Szerkezeti és funkció változások		Feszültségek, konfliktusok
Táj	25. Hosszú idejű folyamatos építés, az ideiglenes népesség elhelyezése	→ Tájhasználat változás Tájképváltozás		Életkörülmények változása

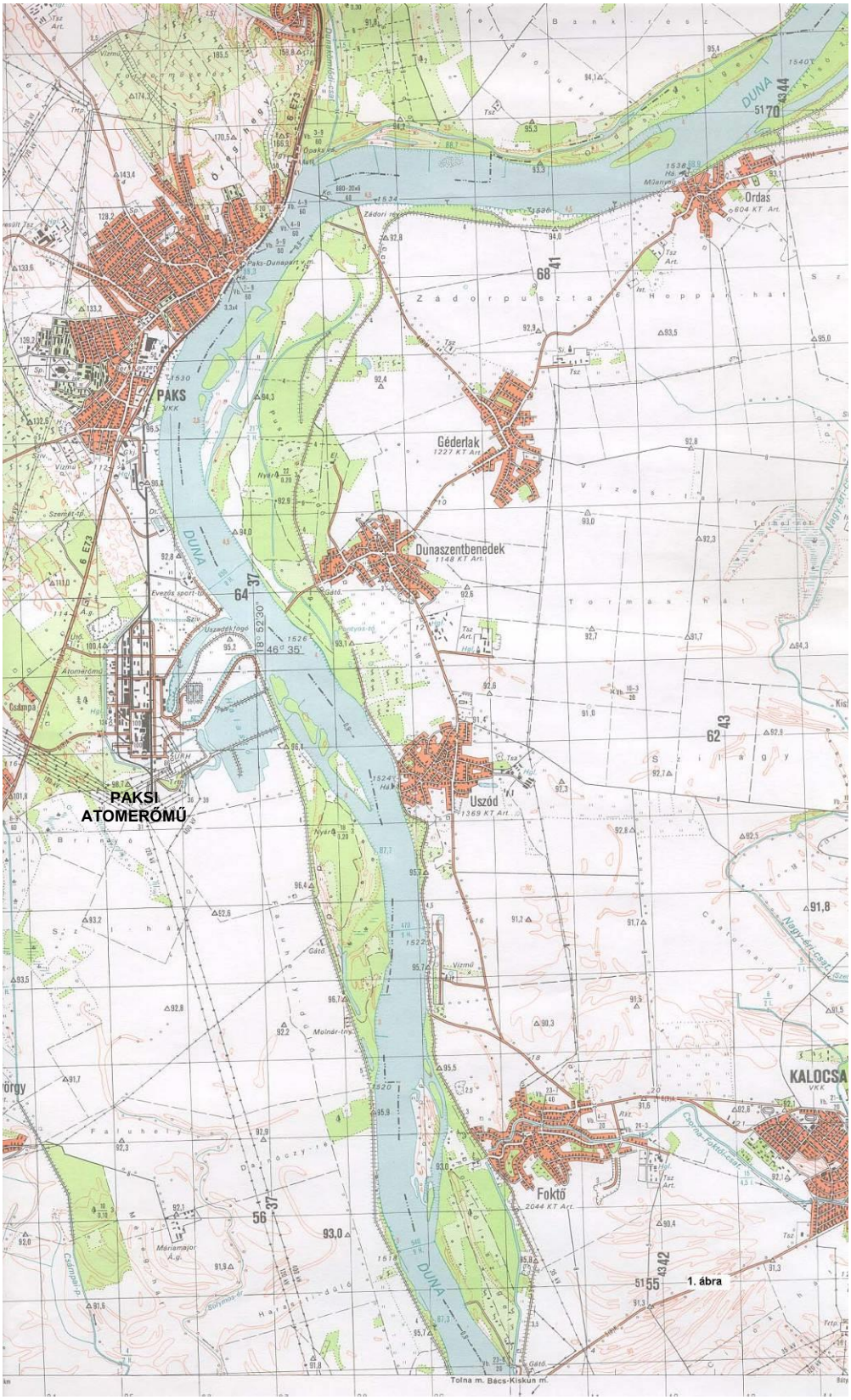
M-5. ábra: Az új atomerőmű építési szakaszának lehetséges környezeti hatásfolyamatai

Érintett környezeti elem/rendszer	Hatótényező	Közvetlen hatás	Közvetett hatások	Ember mint végső hatásviselő
Levegő – klíma	1. Működés radioaktív kibocsátása	→ Háttérterhelés változása		Kockázat növekedés
	2. Működés, szállítás hagyományos légszennyezőanyag kibocsátása	→ Levegőminőség változás a szűkebb környezetben és a megközelítési utakon		Egészségügyi hatások
	3. Működés hőkibocsátása a légtérbe	→ Közvetlen környezet lég-	Mikro- és mezoklimatikus	Egyes használatok
	4. Erőmű léte, urbánhatása	→ hőmérsékletének változása	változás	esetenkénti zavarása
	5. Haváriás légszennyezés	→ Radioaktivitás háttér-terhelést meghaladó nö-vekedése a környezetben		Egészségügyi kockázatok növekedése
Felszíni és felszín alatti vizek	6. Vízkivétel (hűtő- és szociális víz igény)	→ Mennyiségi csökkenés a feszíni és felszín alatti vizekben		Használatkorlátozás
	7. Beépített és burkolt felületek léte	→ Lefolyási és beszivárgási viszonyok változása		
	8. Működés radioaktív kibocsátása	→ Felszíni vizek minőségváltozása		Kockázat növekedés
	9. Működés hagyományos szennyezőanyag kibocsátása – szennyvízkeletkezés, kezelés	→ Felszíni vizek minőségváltozása	Felszín alatti vizek szennyezése	Használatkorlátozás
	10. Működés – felmelegedett hűtővíz kibocsátás	→ Befogadó vízhőmérsékle-tének változása		Egyes használatok időszakos zavarása
	11. Haváriás vízszennyezés	→ Kibocsátási korlátot túllépő szennyezés növekedés a befogadóban, felszín alatti vizekben	Radioaktív anyagok kiülepedése a felszíni vizekre	Egyes használatok időszakos korlátozása
Föld	12. Az atomerőmű, mint építmény léte	→ Folyamatos rétegterhelés	Esetleges elmozdulások	Biztonsági problémák
	13. Működés – hagyományos hulladékok keletkezése	→ Talajszennyezés		Használatok korlátozása
	14. Működés – radioaktív hulladékok keletkezése	→ Talajszennyezés		Kockázat növekedés
	15. Haváriás talajszennyezés	→ Háttérterhelést meghaladó szennyezés növekedés		Használatok korlátozása
Élővilág-ökoszisztémák	16. Magasfeszültségű hálózat léte	→ Ütközés, elektromágneses hatás	Életfeltételek változása → Migráció, degradáció	Biodiverzitás csökkenése
Művi elemek	(nincs közvetlen hatás)		Állagromlás	Fenntartási igény növekedés
Települési környezet (Zaj, rezgés)	17. A létesítmény léte	→ Település léte és fejlődése	Urbánus hatások erősödése	Szerves fejlődés lehetősége Használatok lehetőségének javulása
	18. A létesítmény működése	→ Zaj- és rezgés Fényhatás		Kellemetlenség
Táj	19. A létesítmény léte	→ Tájhasználat korlátozás → Tájképi zavarás		Életkörülmények változása

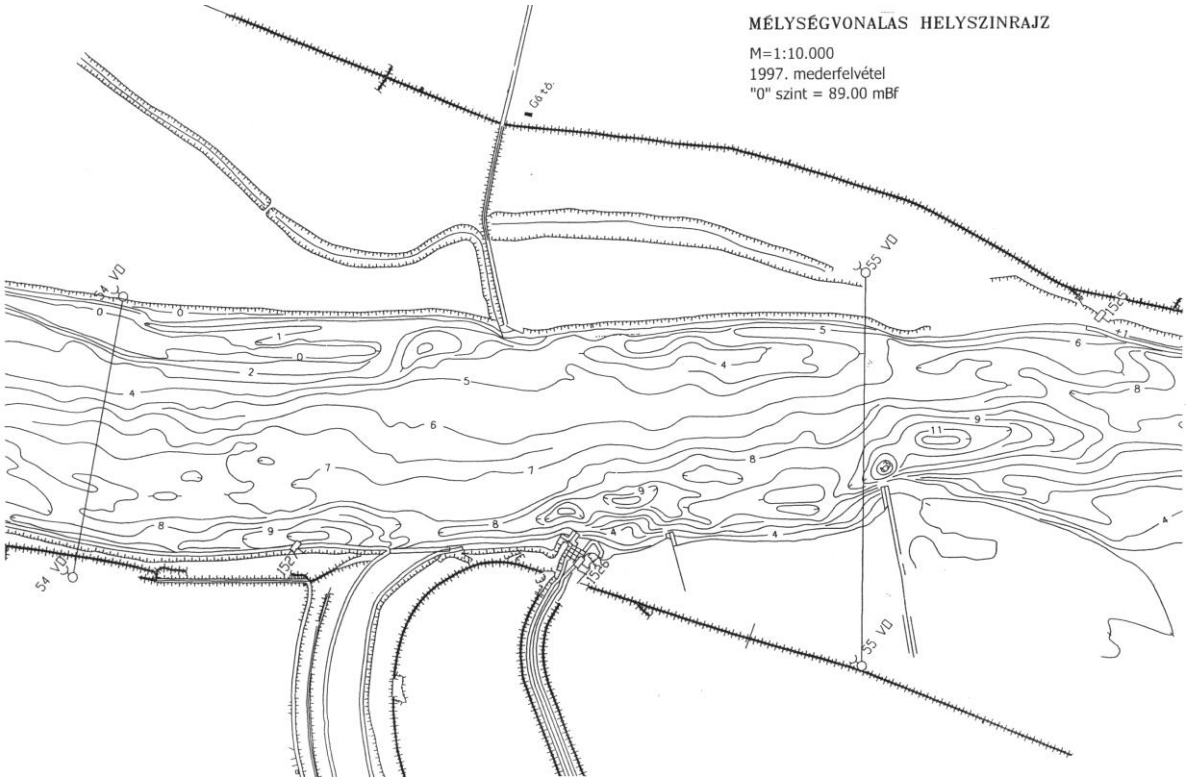
M-6. ábra: Az új atomerőmű működésének (a próbaüzemet is beleértve) környezeti hatásfolyamatai

Érintett környezeti elem/rendszer	Hatótényező	Közvetlen hatás	Közvetett hatások	Ember mint végső hatásviselő
Levegő – klíma	1. Működés radioaktív kibocsátása	→ Háttérterhelés változása		Kockázat növekedés
	2. Működés, szállítás hagyományos légszennyező anyag kibocsátása	→ Levegőminőség változás a szűkebb környezetben és a megközelítési utakon		Egészségügyi hatások
	3. Működés hőkibocsátása a légtérbe 4. Erőmű léte, urbánhatása	→ Közvetlen környezet lég-hőmérsékletének változása	Mikro- és mezoklimatikus változás	Egyes használatok esetenkénti zavarása
Felszíni és felszín alatti vizek	5. Vízkivétel (hűtő- és szociális víz igény)	→ Mennyiségi csökkenés a feszíni és felszín alatti vizekben		Használatkorlátozás
	6. Beépített és burkolt felületek léte	→ Lefolyási és beszivárgási viszonyok változása		
	7. Működés radioaktív kibocsátása	→ Felszíni vizek minőségváltozása		Kockázat növekedés
	8. Működés hagyományos szennyezőanyag kibocsátása – szennyvízkeletkezés, kezelés	→ Felszíni vizek minőségváltozása	Felszín alatti vizek szennyezése	Használatkorlátozás
	9. Működés – felmelegedett hűtővíz kibocsátás	→ Befogadó vízhőmérséklé-tének változása	Radioaktív anyagok kiülepedése a felszíni vizekre	Egyes használatok időszakos zavarása
Föld	10. Az atomerőmű, mint építmény léte	→ Folyamatos rétegterhelés	Esetleges elmozdulások	Biztonsági problémák
	11. Működés – hagyományos hulladékok keletkezése	→ Talajszennyezés		Használatok korlátozása
	12. Működés – radioaktív hulladékok keletkezése	→ Talajszennyezés		Kockázat növekedés
Élővilág-ökoszisztémák	13. Magasfeszültségű hálózat léte	→ Ütközés, elektromágneses hatás	Életfeltételek változása → Migráció, degradáció	Biodiverzitás csökkenése
Művi elemek	(nincs közvetlen hatás)		Állagromlás	Fenntartási igény növekedés
Települési környezet (Zaj, rezgés)	14. A létesítmény léte	→ Település léte és fejlődése	Urbánus hatások erősödése	Szerves fejlődés lehetősége Használatok lehetőségének javulása
	15. A létesítmény működése	→ Zaj- és rezgés Fényhatás		Kellemetlenség
Táj	16. A létesítmény léte	→ Tájhasználat korlátozás → Tájképi zavarás		Életkörülmények változása

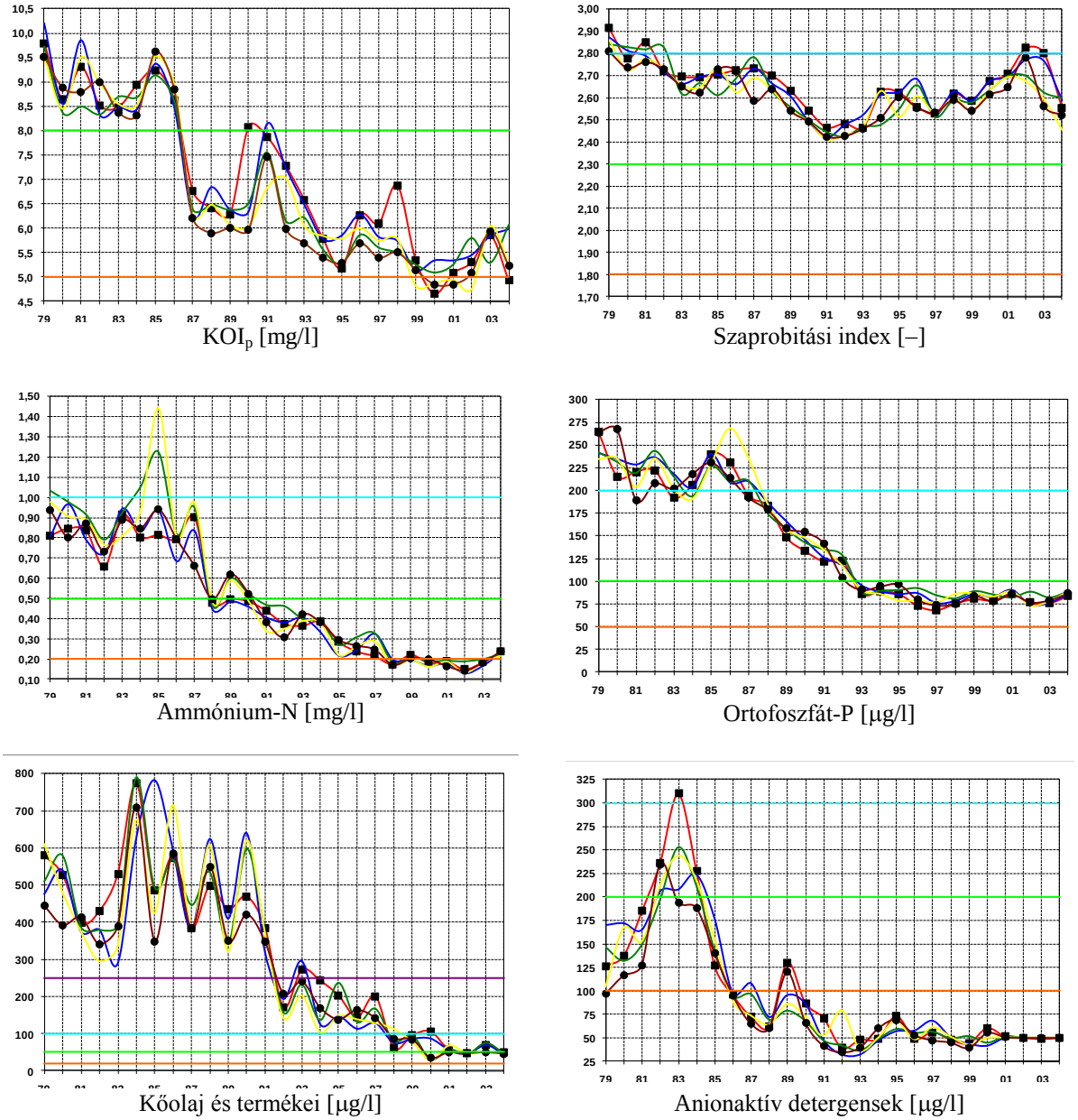
M-7. ábra: A paksi telephelyen üzemelő nukleáris létesítmények együttes környezeti hatásfolyamatai



M-8. ábra: A Duna 1517–1540 fkm közötti szakaszának áttekintő térképe

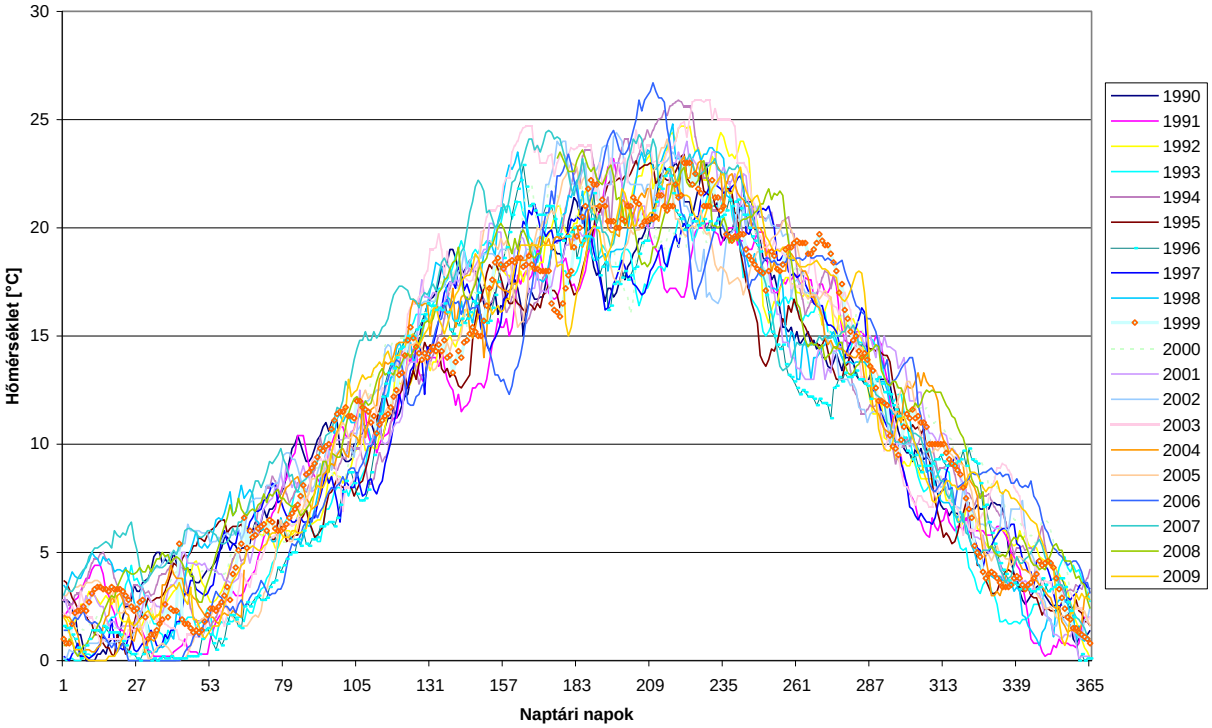


M-9. ábra: A Duna-meder 1997. évi felmérésének eredménye

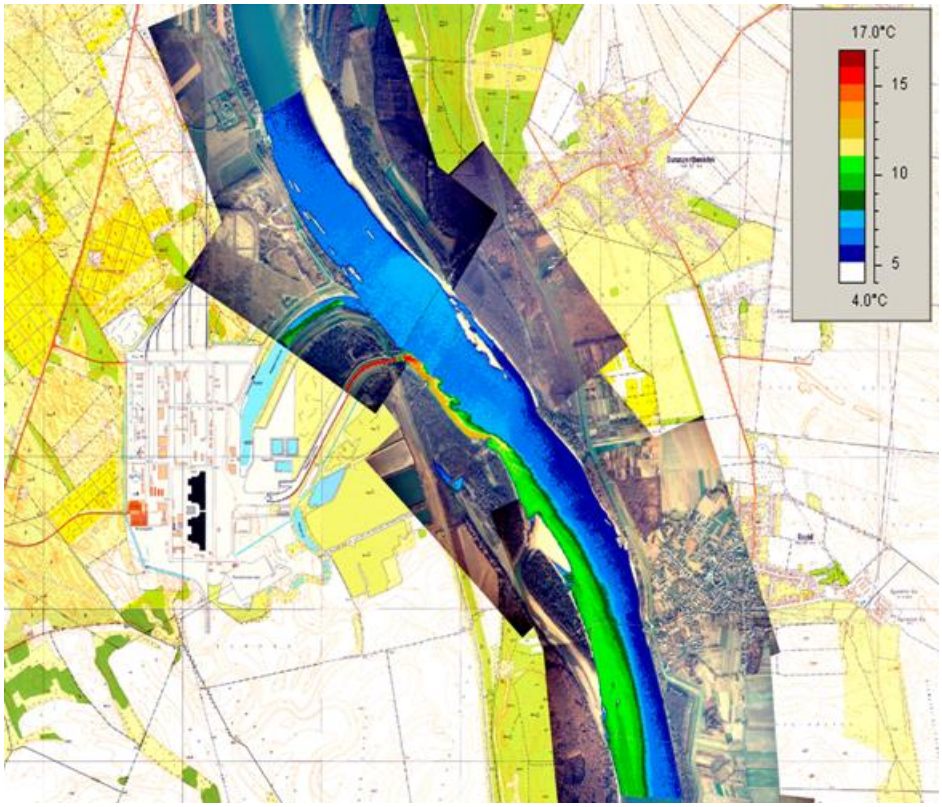


Piros – Dunaföldvár (közép), kék – Fajsz, zöld – Baja, sárga – Mohács, lila – Hercegszántó.

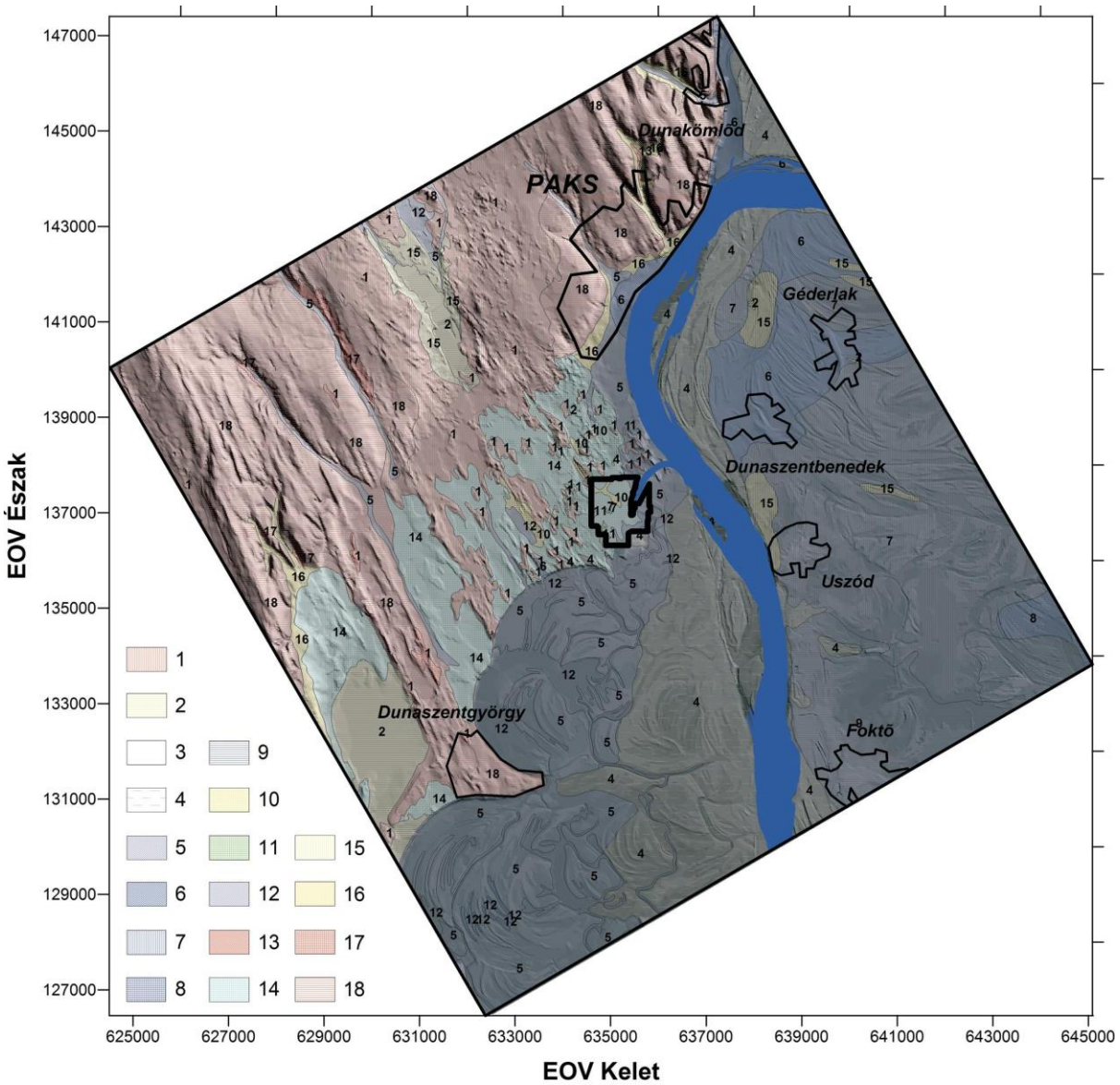
M-10. ábra: Vízminőségi paraméterek éves 90%-os tartósságú értékének alakulása a Dunaföldvár–Hercegszántó szakaszon (1979–2004)



M-11. ábra: A Duna vízhőmérsékletének éves alakulása a paksi mérőállomáson (1990–2009)

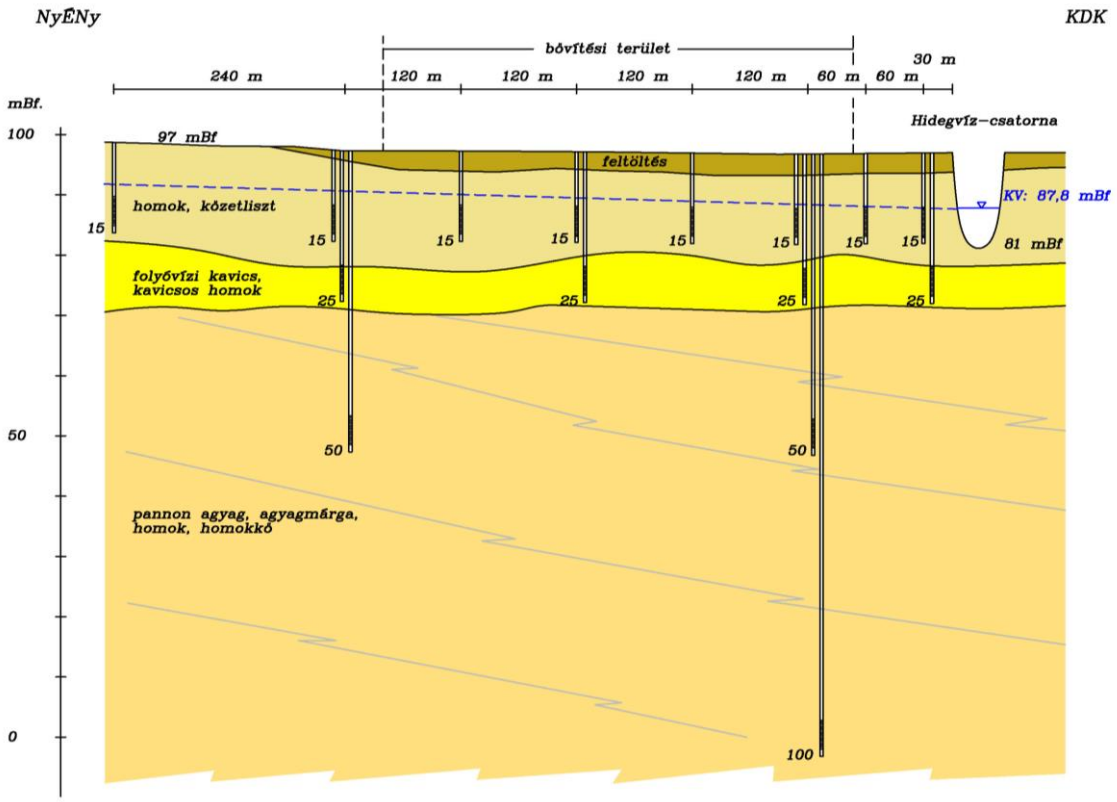


M-12. ábra: A Duna hőtérképe termovíziós felvétel alapján (2005. november 20.)

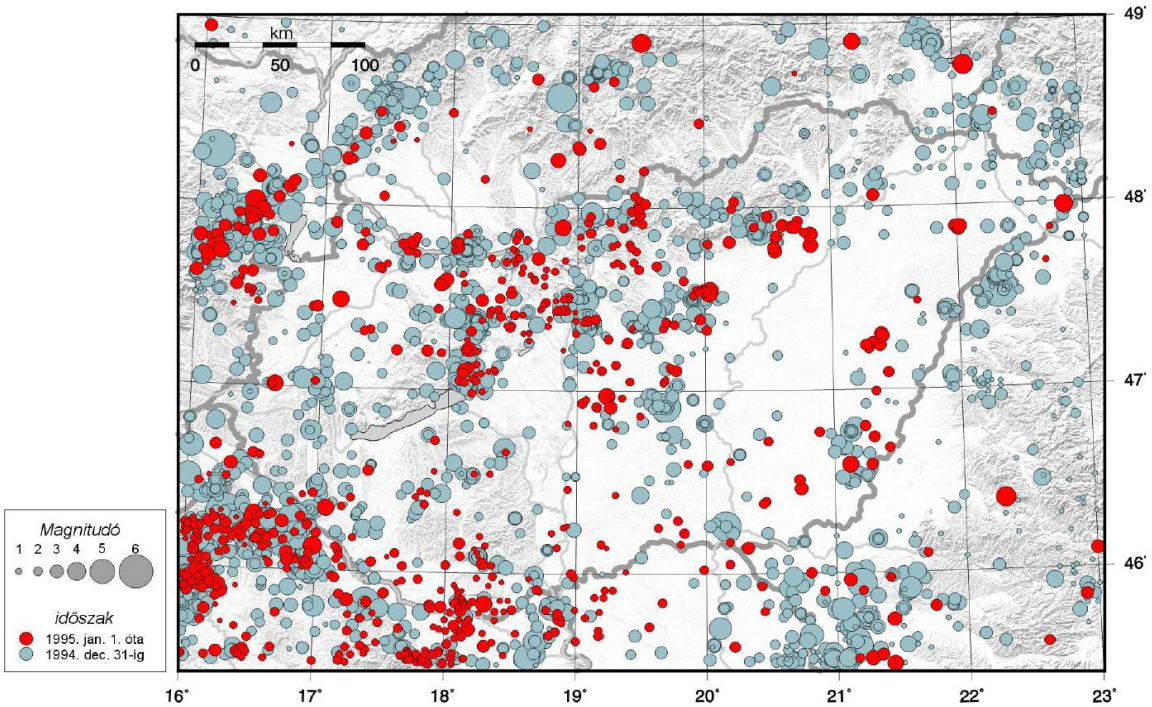


Holocén képzőmények: eolikus futóhomok (1); limnikus agyagos kőzetliszt (2); limnukus tőzeg (3); folyóvízi homok (4); folyóvízi kőzetlisztes homok (5); folyóvízi homokos kőzetliszt (6); folyóvízi kőzetliszt (7); folyóvízi agyagos kőzetliszt (8); folyóvízi kőzetlisztes agyag (9); folyóvízi-limnikus kőzetlisztes homok (10); folyóvízi-limnikus kőzetliszt (11); folyóvízi-limnikus agyagos kőzetliszt (12); folyóvízi-lejtő kőzetlisztes homok (13).
Pleisztocén képződmények: folyóvízi-eolikus homok (14); folyóvízi homok (15); lejtőfáciesű kőzetliszt (16); eolikus homok (17); eolikus lösz összlet (18).

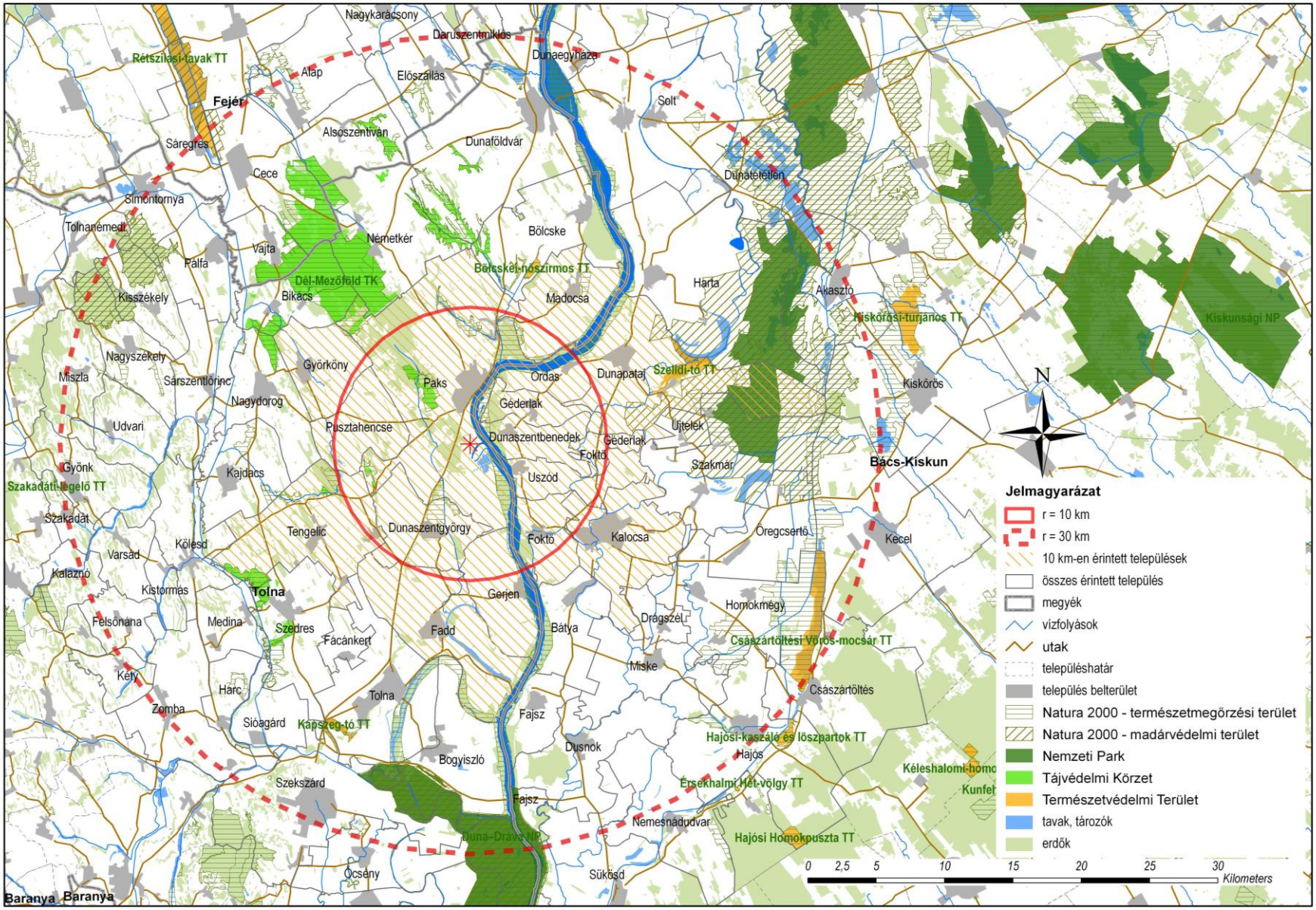
M-13. ábra: Az atomerőmű térségének felszíni földtani képződményei



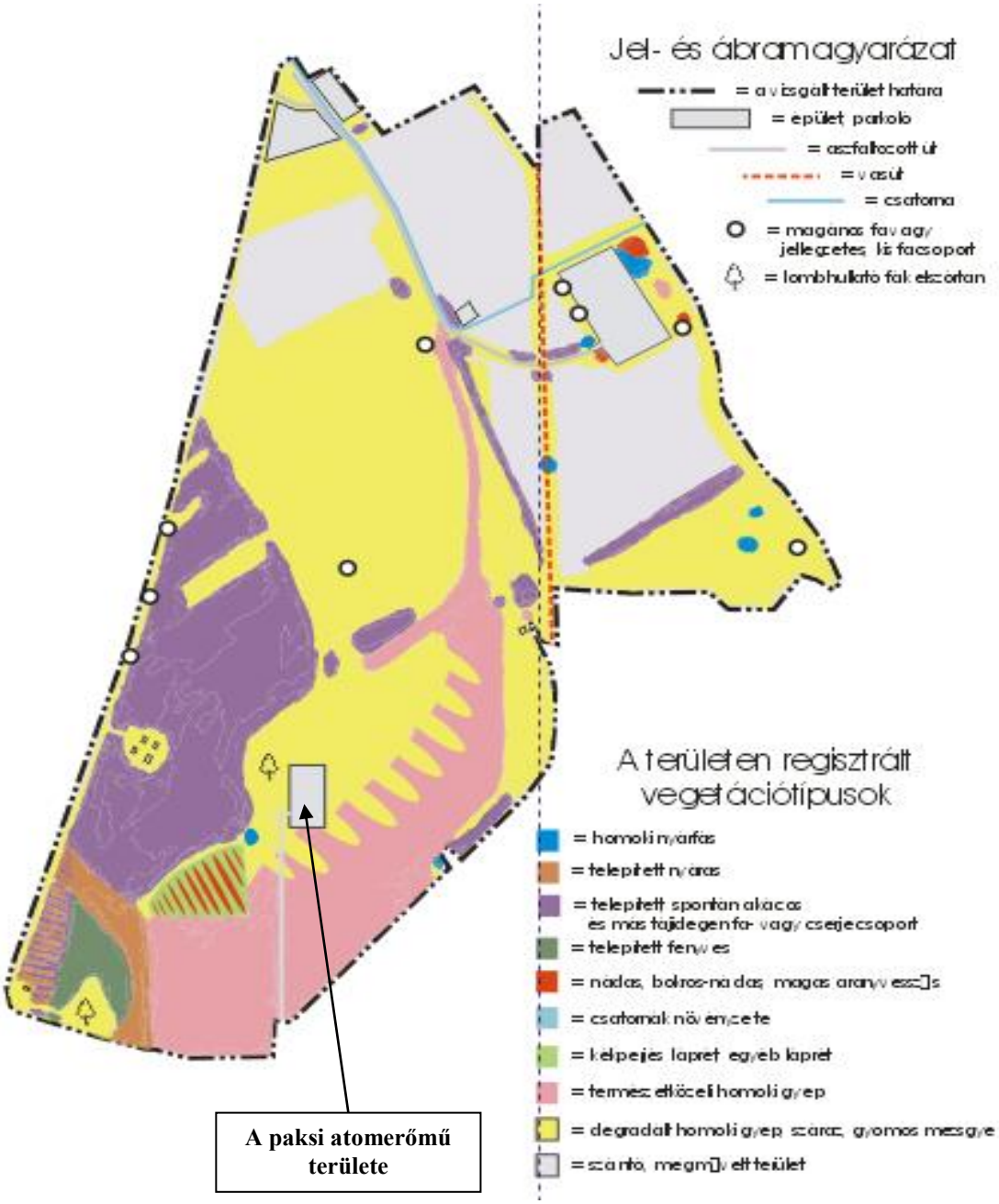
M-14. ábra: Földtani szelvény a tervezett új blokkok területén keresztül



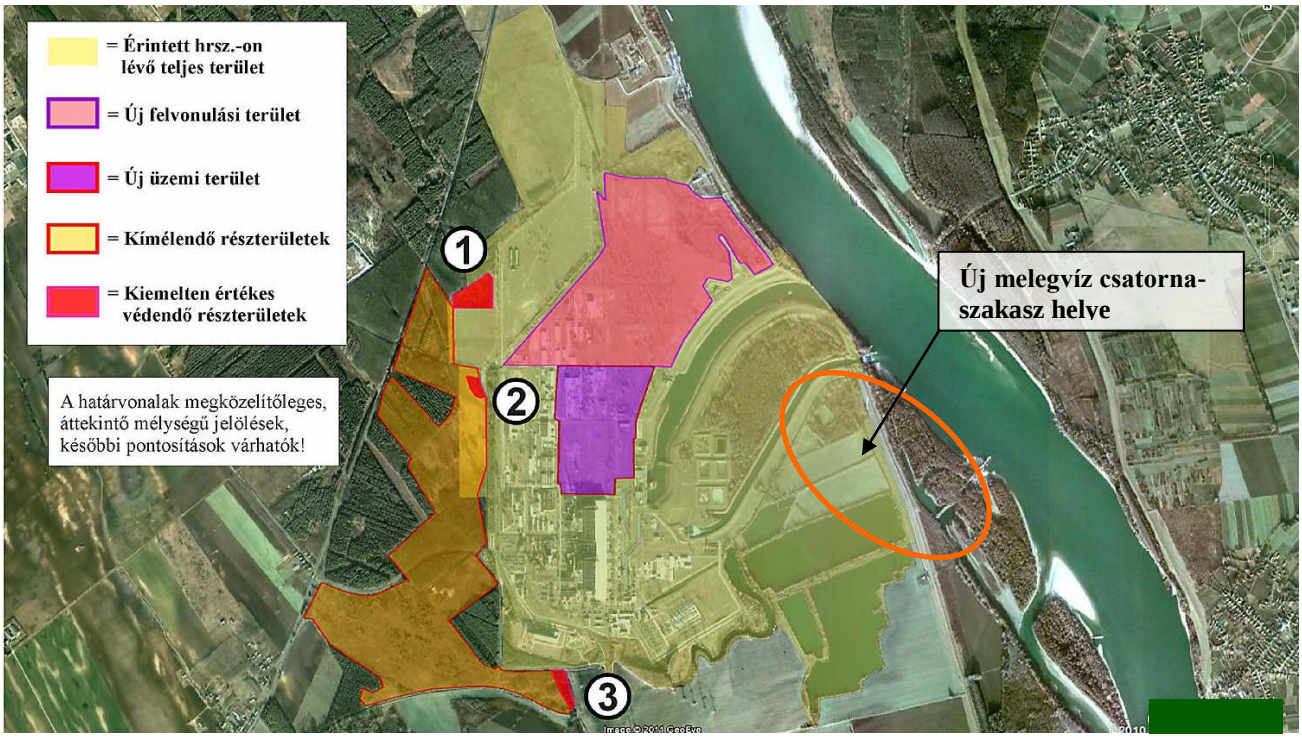
M-15. ábra: A Magyarország és szűkebb környezetében kipattanó földrengések epicentrumai (2005-ig)



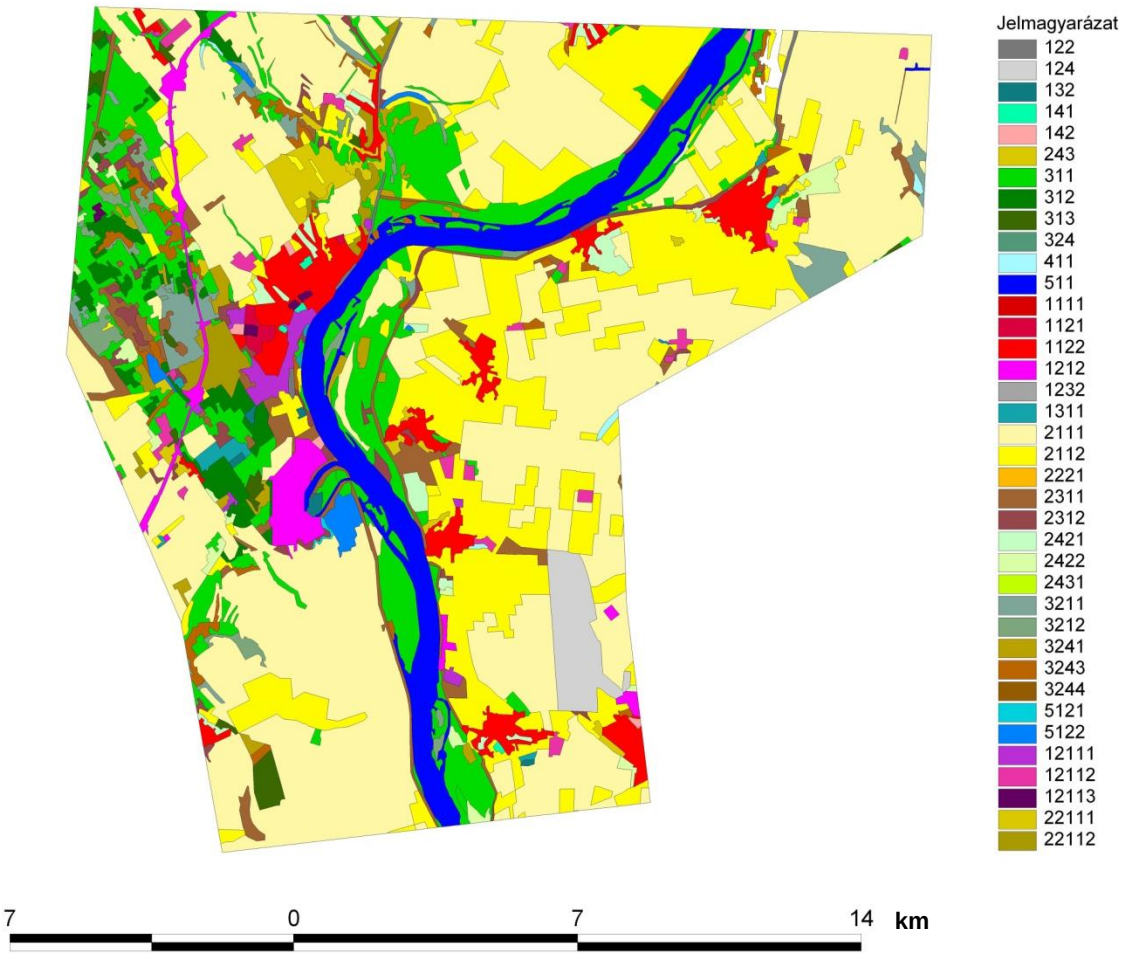
M-16. ábra: A vizsgált térség védett természeti területei



M-17. ábra: A részletesen vizsgált terület vegetációtérképe



M-18. ábra: A beavatkozások helyszínei és a természetvédelmi szempontból kímélendő területek



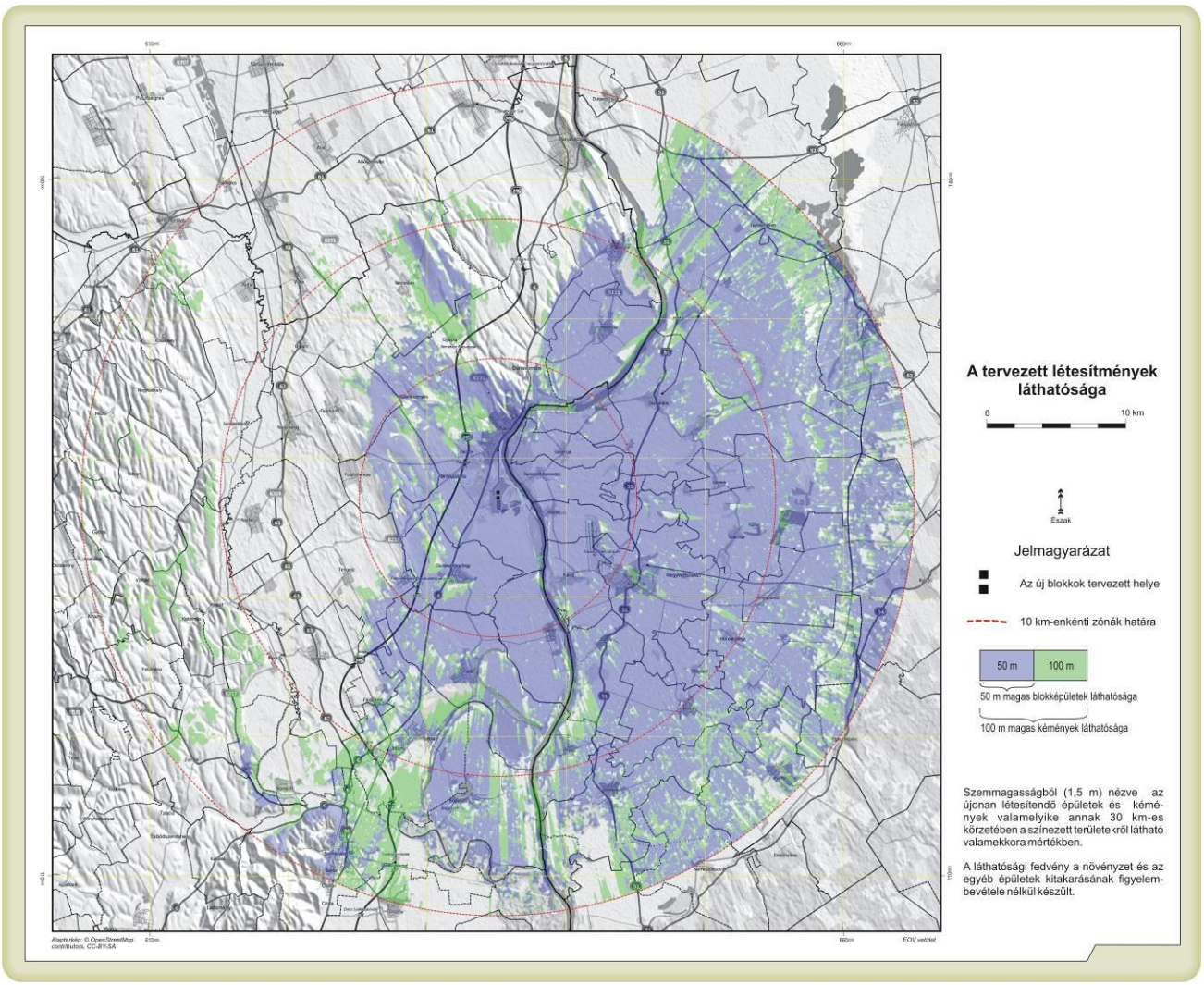
M = 1:200 000

Adatforrás: FÖMI, digitális légifelvétel (színes és színes infra), 2009. július 14.

Az ábrán használt jelkulcs:

122	Út- és vasúthálózatok	1111	Városközpontok	3211	Természetes gyepek
124	Repülőterek	1121	Többemeletes lakóházak, lakótelepek	3212	Természetes gyepek fákkal és bokrokkal
132	Lerakóhelyek (meddőhányók, zagytavak)	1122	Családi házas beépítés, kertvárosok	3241	Fiatalos erdők és vágásterületek
141	Városi zöldövezetek	1212	Speciális műszaki létesítmények	3243	Spontán cserjésedő-erdősödő terület
142	Sport- szabadidő- és üdülő övezetek	1232	Folyami kikötők	3244	Csemetekert
243	Elsődlegesen mezőgazdasági területek jelentős természetes képződménnyel	1311	Külszíni bányák	5121	Természetes tavak
311	Lombhullató erdő	2111	Nagytáblás szántóföld	5122	Mesterséges tavak, víztározók
312	Tűlevelű erdő	2112	Kistáblás szántóföld	12111	Ipari és kereskedelmi létesítmények
313	Vegyes erdő	2221	Gyümölcsfa ültetvények	12112	Agrárgazdaságok, tanyaközpontok, farmok
324	Átmeneti erdős cserjés területek	2311	Intenzív legelők és degradált gyepek	12113	Oktatási és egészségügyi intézmények
411	Szárazföldi mocsarak	2312	Int. legelők és degr. gyepek fákkal, bokrokkal	22111	Nagytáblás szőlőültetvények
511	Folyóvizek, csatornák	2421	Kertes művelés (zártkertek)	22112	Kistáblás szőlőültetvények
		2422	Kertes művelés (zártkertek) épületekkel		

M-19. ábra: A paksi atomerőmű környékének felszínborítása 2009-ben



M-20. ábra: A tervezett létesítmények láthatósága

M-21. ábra: Madártávlati kép Paks város felől az új EPR blokkok beillesztésével

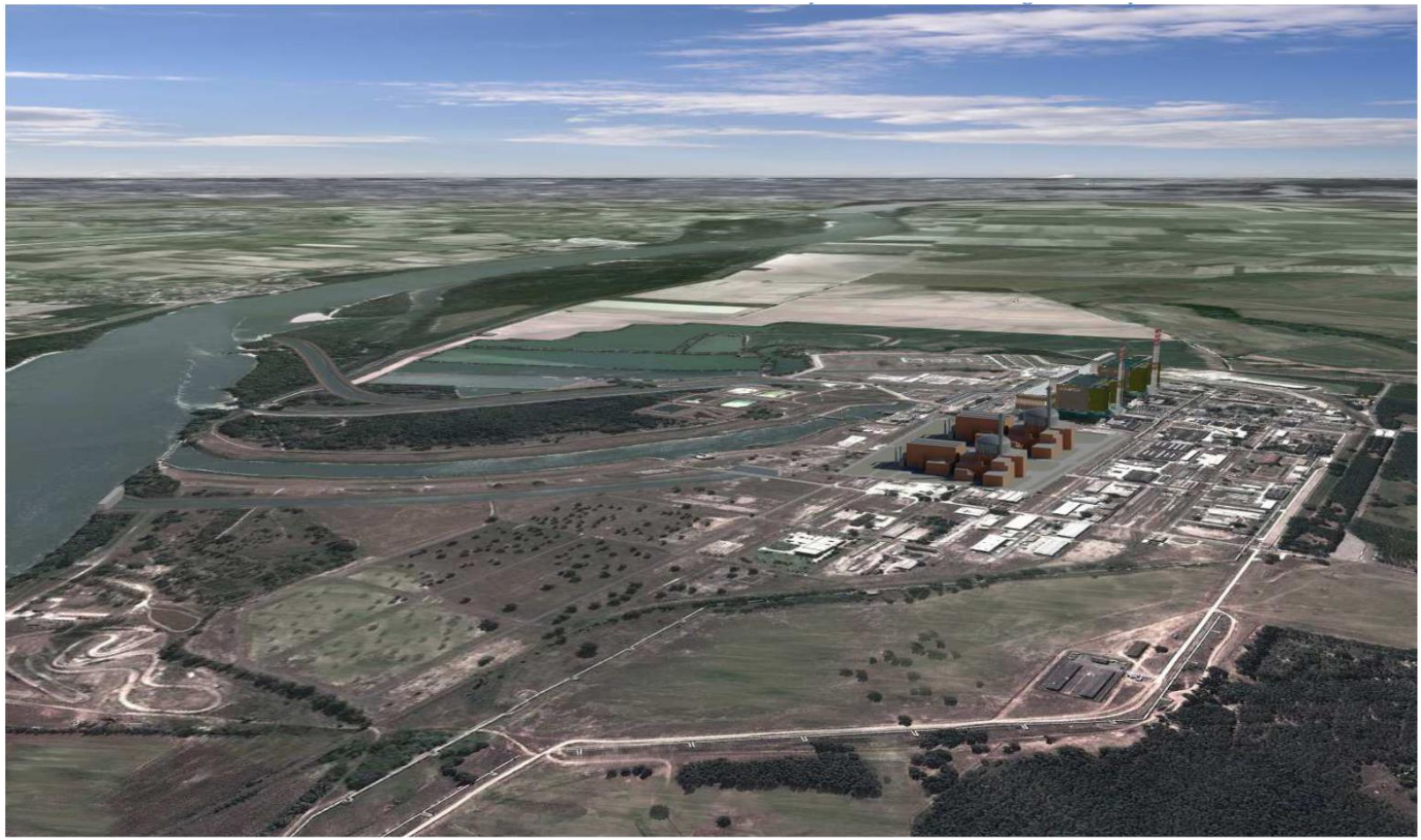
M-22. ábra: Az új EPR blokkok a hidegvíz csatorna nyugati vége felől

M-23. ábra: Az új MIR.1200 blokkok, háttérben a meglévő erőművel

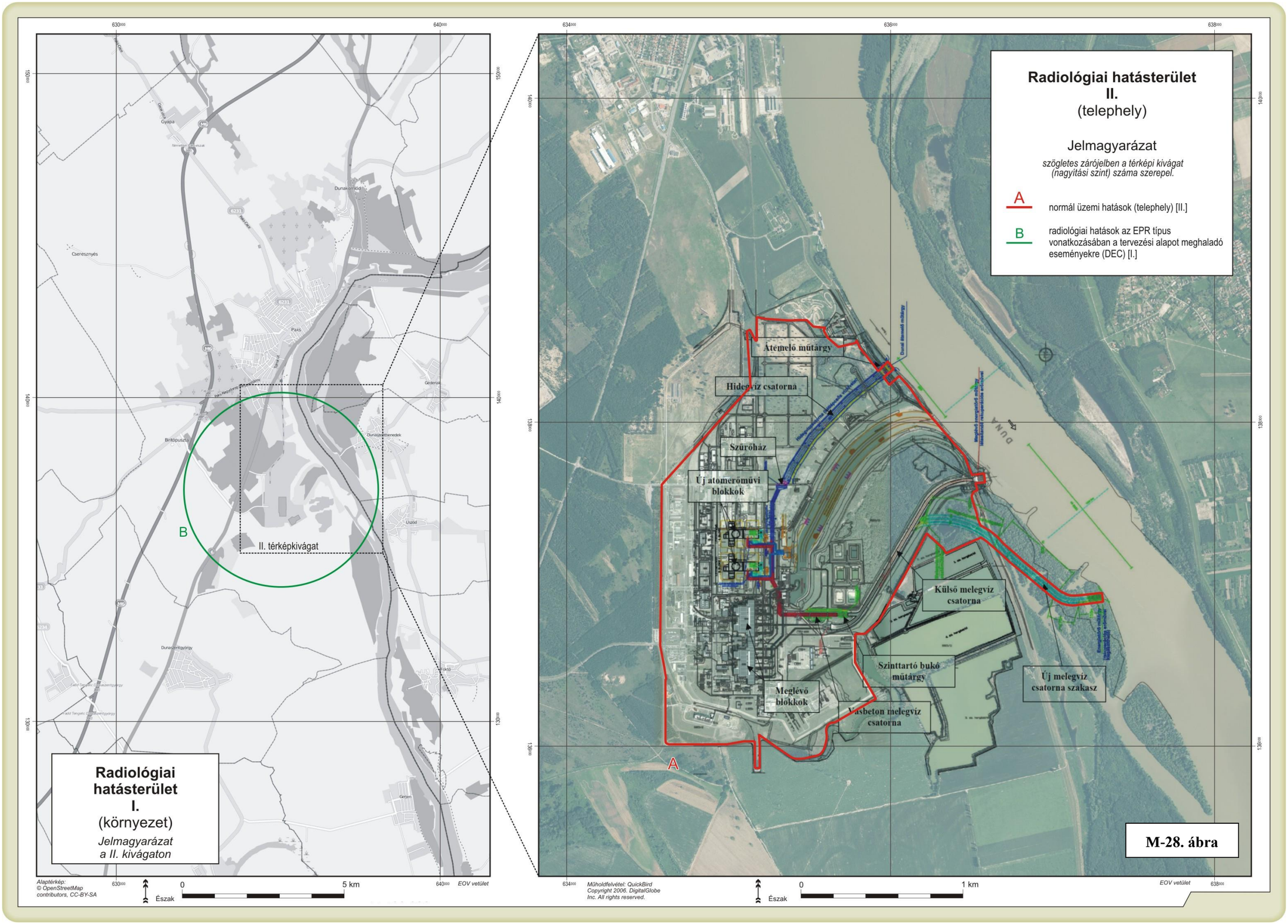
M-24. ábra: Az új ATMEA1 blokkok a hidegvíz csatorna nyugati vége felől

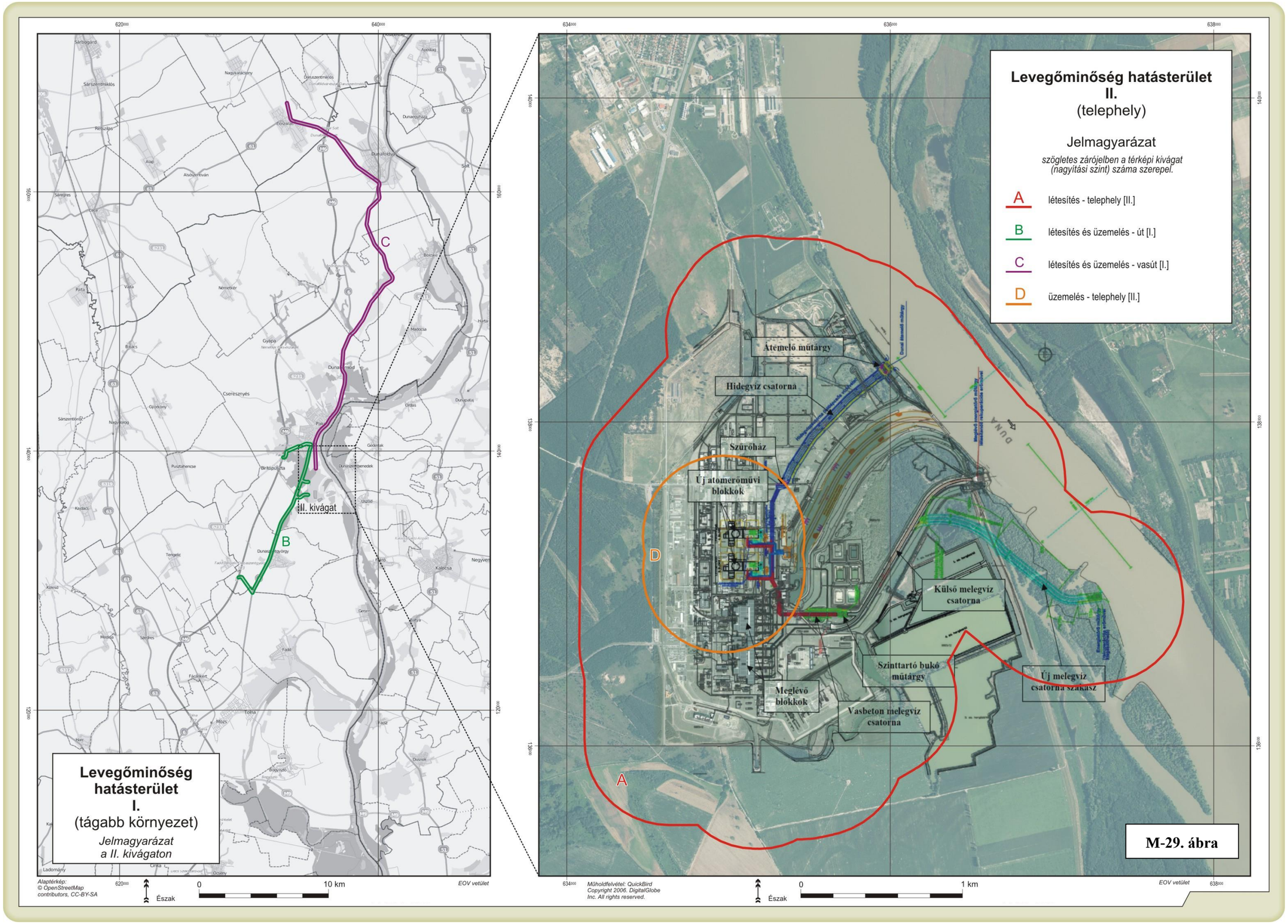
M-25. ábra: Az új AP1000 blokkok az M6 autópálya felől

M-26. ábra: Az új APR1400 blokkok az erőmű lakótelep felől

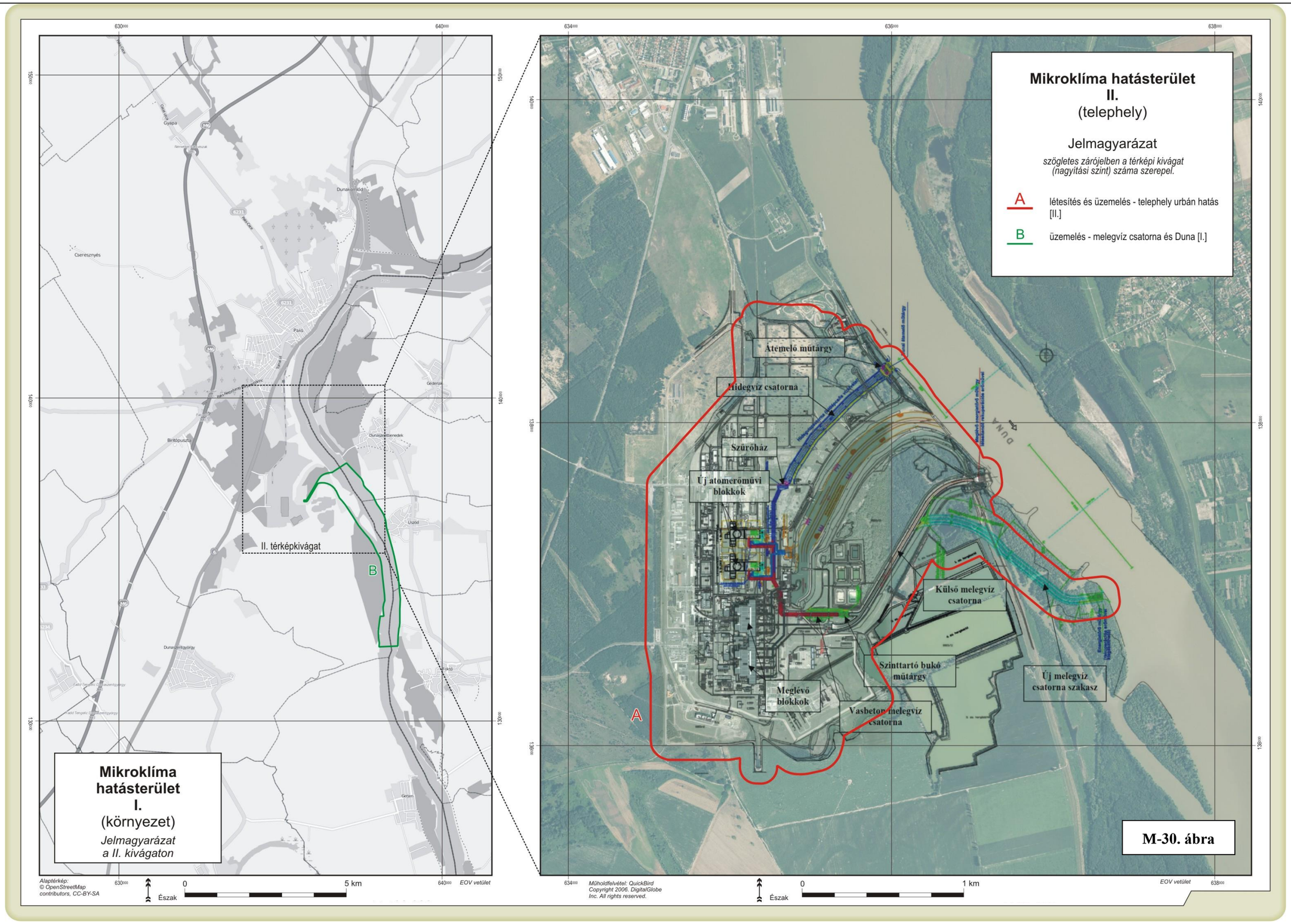


M-27. ábra: A frissvízhűtéses hűtési technológia látványterve [95]

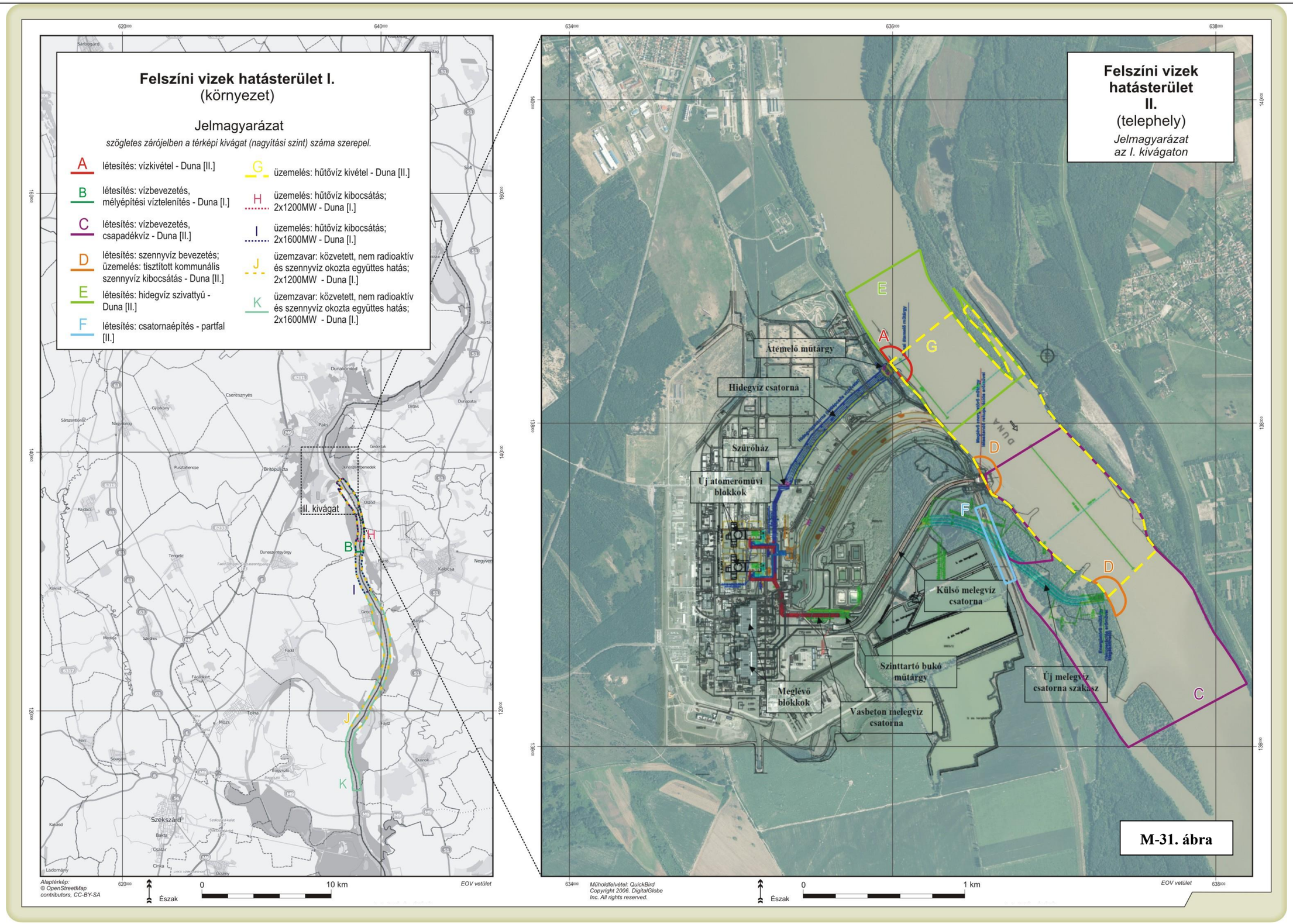

Radiológiai hatásterület
II.
(telephely)
Jelmagyarázat
szögletes zárójelben a térképi kivágat (nagyítási szint) száma szerepel.
A
normál üzemi hatások (telephely) [II.]
B
radiológiai hatások az EPR típus vonatkozásában a tervezési alapot meghaladó eseményekre (DEC) [I.]
Átemelő műtárgy
Hideg víz csatorna
Szűrőház
Új atomerőművi blokkok
Meglévő blokkok
Vasbeton melegvíz csatorna
Szinttartó bukó műtárgy
Külső melegvíz csatorna
Új melegvíz csatorna szakasz
DUNA
Műholdfelvétel: QuickBird
Copyright 2006. DigitalGlobe Inc. All rights reserved.
Észak
0
1 km
EOV vetület
Radiológiai hatásterület
I.
(környezet)
Jelmagyarázat a II. kivágaton
II. térképkivágat
B
Gyapa
Dunakömlőd
Cseresznyés
Paks
Gerdetal
Dunaszentbenedek
Biritópuszta
Uszód
Dunaszentgyörgy
Gerjen
Alaptérkép:
© OpenStreetMap contributors, CC-BY-SA
5 km
M-28. ábra


Levegőminőség hatásterület
I.
(tágabb környezet)
Jelmagyarázat
a II. kivágaton
II. kivágat
A
B
C
D
Alaptérkép:
© OpenStreetMap
contributors, CC-BY-SA
Észak
0
10 km
EOV vetület
Levegőminőség hatásterület
II.
(telephely)
Jelmagyarázat
szögletes zárójelben a térképi kivágat
(nagyítási szint) száma szerepel.
létesítés - telephely [II.]
létesítés és üzemelés - út [I.]
létesítés és üzemelés - vasút [I.]
üzemelés - telephely [II.]
Átemelő műtárgy
Hidegvíz csatorna
Szűrőház
Új atomerőművi blokkok
Külső melegvíz csatorna
Szinttartó bukó műtárgy
Meglévő blokkok
Vasbeton melegvíz csatorna
Új melegvíz csatorna szakasz
DUNA
Műholdfelvétel: QuickBird
Copyright 2006. DigitalGlobe
Inc. All rights reserved.
Észak
0
1 km
EOV vetület

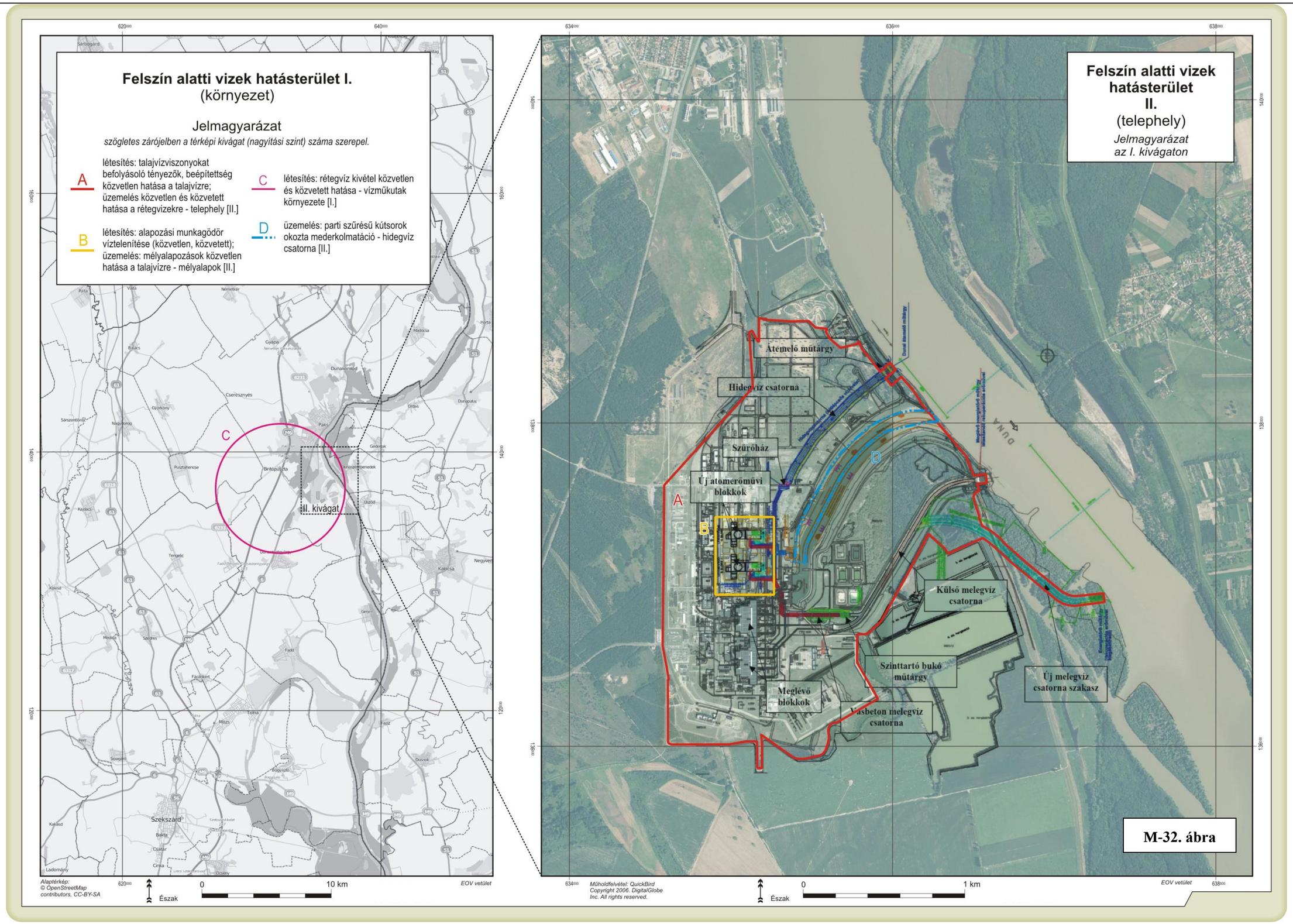
M-29. ábra


Mikroklíma hatásterület
II.
(telephely)
Jelmagyarázat
szögletes zárójelben a térképi kivágat (nagyítási szint) száma szerepel.
A
létesítés és üzemelés - telephely urbán hatás [II.]
B
üzemelés - melegvíz csatorna és Duna [I.]
Átemelő műtárgy
Hidegvíz csatorna
Szűrőház
Új atomerőművi blokkok
Meglévő blokkok
Szinttartó bukó műtárgy
Vasbeton melegvíz csatorna
Külső melegvíz csatorna
Új melegvíz csatorna szakasz
DUNA
Műholdfelvétel: QuickBird
Copyright 2006. DigitalGlobe
Inc. All rights reserved.
Észak
0
1 km
EOV vetület
Mikroklíma hatásterület
I.
(környezet)
Jelmagyarázat
a II. kivágaton
II. térképkivágat
Alaptérkép:
© OpenStreetMap
contributors, CC-BY-SA
5 km
Paks
Dunakömlőd
Cseresznyés
Gyapa
Bátaapáti
Dunaszentgyörgy
Gerjen
Uzsód
Gerdály
Dunaszentbenedek
Birtópuszta

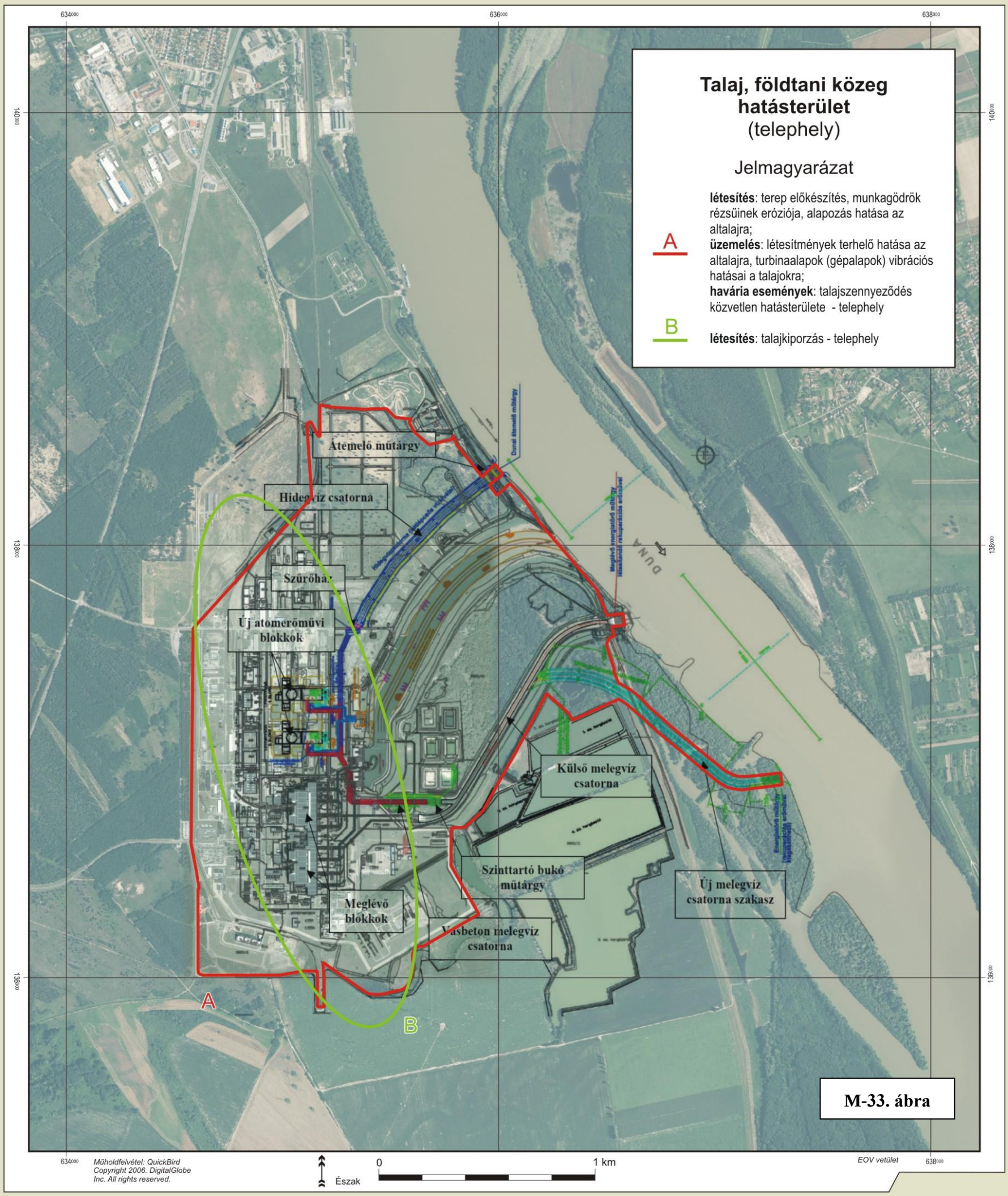
M-30. ábra


Felszíni vizek hatásterület I.
(környezet)
Jelmagyarázat
szögletes zárójelben a térképi kivágat (nagyítási szint) száma szerepel.
A létesítés: vízkivétel - Duna [II.]
B létesítés: vízbevezetés, mélyépítési víztelenítés - Duna [I.]
C létesítés: vízbevezetés, csapadékvíz - Duna [II.]
D létesítés: szennyvíz bevezetés; üzemelés: tisztított kommunális szennyvíz kibocsátás - Duna [II.]
E létesítés: hidegvíz szivattyú - Duna [II.]
F létesítés: csatornaépítés - partfal [II.]
G üzemelés: hűtővíz kivétel - Duna [II.]
H üzemelés: hűtővíz kibocsátás; 2x1200MW - Duna [I.]
I üzemelés: hűtővíz kibocsátás; 2x1600MW - Duna [I.]
J üzemzavar: közvetett, nem radioaktív és szennyvíz okozta együttes hatás; 2x1200MW - Duna [I.]
K üzemzavar: közvetett, nem radioaktív és szennyvíz okozta együttes hatás; 2x1600MW - Duna [I.]
II. kivágat
Szekszárd
Paks
Alaptérkép: © OpenStreetMap contributors, CC-BY-SA
Észak
0
10 km
EOV vetület
Felszíni vizek hatásterület II.
(telephely)
Jelmagyarázat az I. kivágaton
Átemelő műtárgy
Hidegvíz csatorna
Szűrőház
Új atomerőművi blokkok
Külső melegvíz csatorna
Szinttartó bukó műtárgy
Meglévő blokkok
Vasbeton melegvíz csatorna
Új melegvíz csatorna szakasz
Műholdfelvétel: QuickBird Copyright 2006. DigitalGlobe Inc. All rights reserved.
Észak
0
1 km
EOV vetület

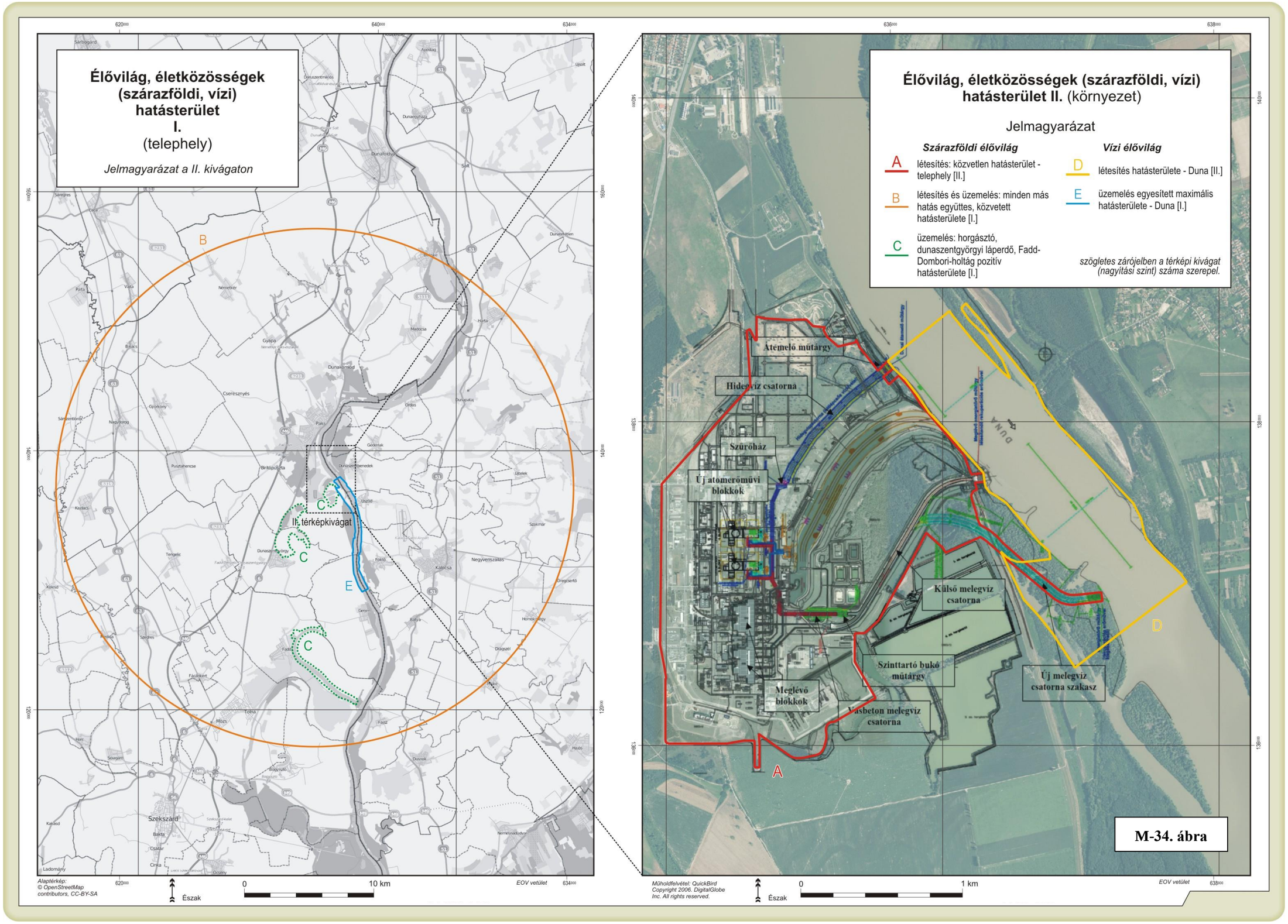
M-31. ábra


Felszín alatti vizek hatásterület I.
(környezet)
Jelmagyarázat
szögletes zárójelben a térképi kivágat (nagyítási szint) száma szerepel.
A
létesítés: talajvízviszonyokat befolyásoló tényezők, beépítettség közvetlen hatása a talajvízre; üzemelés közvetlen és közvetett hatása a rétegvizekre - telephely [II.]
B
létesítés: alapozási munkagödör víztelenítése (közvetlen, közvetett); üzemelés: mélyalapozások közvetlen hatása a talajvízre - mélyalapok [II.]
C
létesítés: rétegvíz kivétel közvetlen és közvetett hatása - vízműkutak környezete [I.]
D
üzemelés: parti szűrésű kútsorok okozta mederkolmatáció - hidegvíz csatorna [II.]
II. kivágat
Paks
Dunakömlőd
Cserdi
Szekszárd
Alaptérkép: © OpenStreetMap contributors, CC-BY-SA
Észak
0
10 km
EOV vetület
Felszín alatti vizek hatásterület II.
(telephely)
Jelmagyarázat az I. kivágaton
Átemelő műtárgy
Hideg víz csatorna
Szűrőház
Új atomerőművi blokkok
Meglévő blokkok
Szinttartó bukó műtárgy
Vasbeton melegvíz csatorna
Külső melegvíz csatorna
Új melegvíz csatorna szakasz
Műholdfelvétel: QuickBird Copyright 2006. DigitalGlobe Inc. All rights reserved.
Észak
0
1 km
EOV vetület

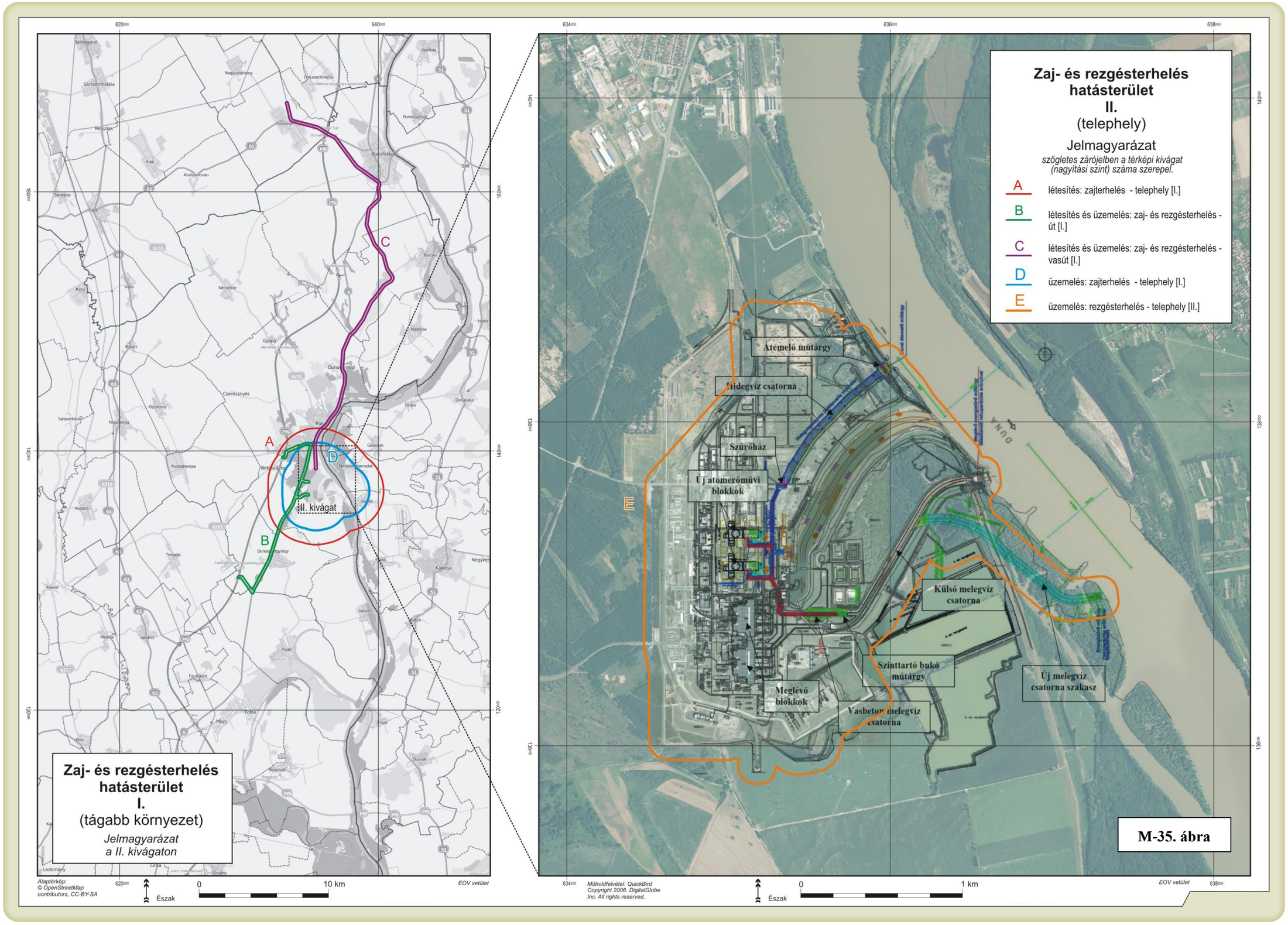
M-32. ábra


Talaj, földtani közeg hatásterület
(telephely)
Jelmagyarázat
A
létesítés: terep előkészítés, munkagödrök rézsűinek eróziója, alapozás hatása az altalajra;
üzemelés: létesítmények terhelő hatása az altalajra, turbinaalapok (gépalapok) vibrációs hatásai a talajokra;
havária események: talajszennyeződés közvetlen hatásterülete - telephely
B
létesítés: talajkiporzás - telephely
Átemelő műtárgy
Hideg víz csatorna
Szűrőház
Új atomerőműi blokkok
Meglévő blokkok
Vasbeton melegvíz csatorna
Szinttartó bukó műtárgy
Külső melegvíz csatorna
Új melegvíz csatorna szakasz
DUNA
A
B
Műholdfelvétel: QuickBird
Copyright 2006. DigitalGlobe
Inc. All rights reserved.
Észak
0
1 km
EOV vetület

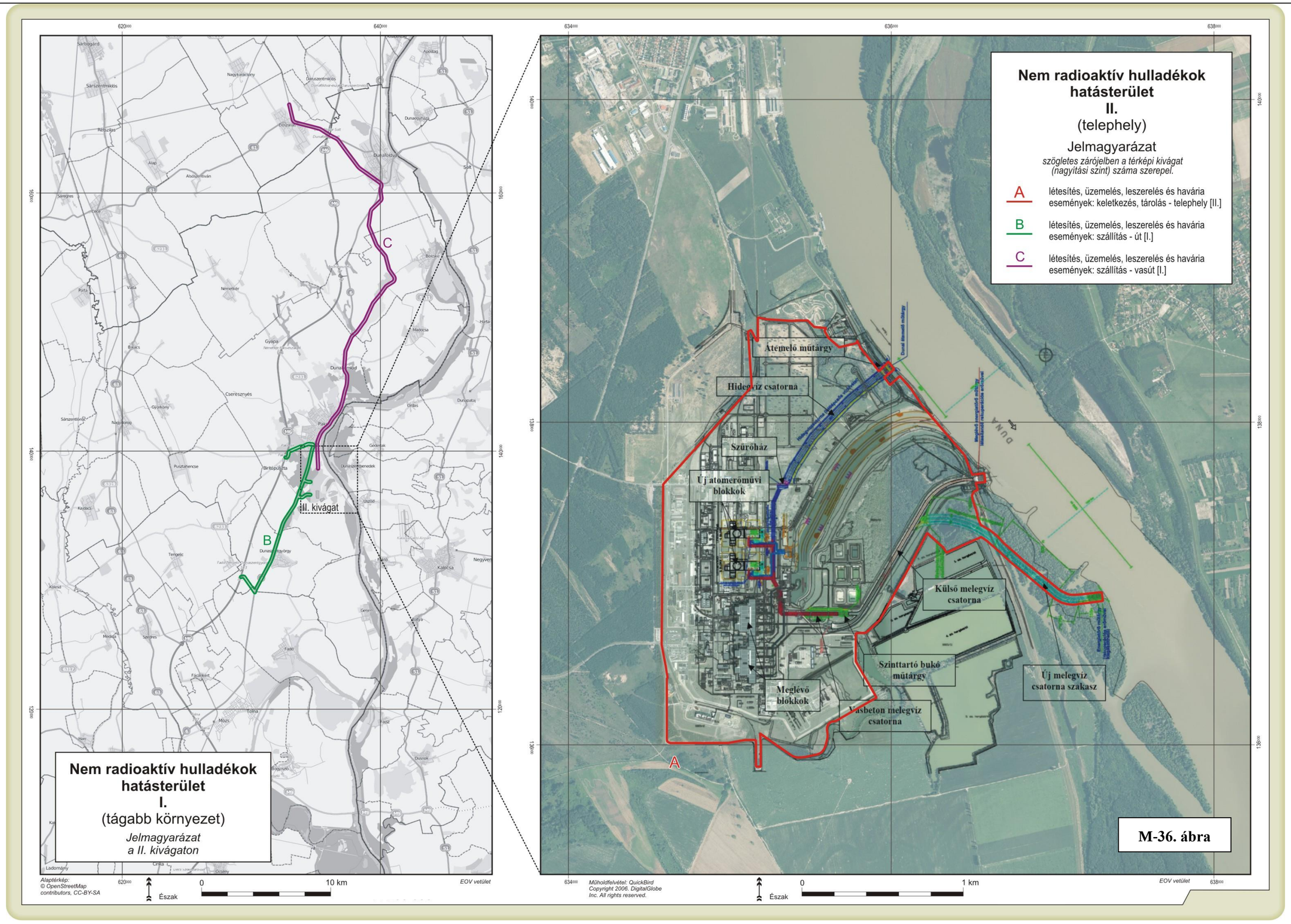
M-33. ábra


Élővilág, életközösségek (szárazföldi, vízi) hatásterület I. (telephely)
Jelmagyarázat a II. kivágaton
II. térképkivágat
Paks
Dunaföldvár
Szekszárd
Tolna
Mőcs
Gyapa
Dunakömlőd
Cserdi
Dunaszentgyörgy
Fadd
Bátaszék
Madocsa
Alaptérkép: © OpenStreetMap contributors, CC-BY-SA
Észak
0
10 km
EOV vetület
Élővilág, életközösségek (szárazföldi, vízi) hatásterület II. (környezet)
Jelmagyarázat
Szárazföldi élővilág
A létesítés: közvetlen hatásterület - telephely [II.]
B létesítés és üzemelés: minden más hatás együttes, közvetett hatásterülete [I.]
C üzemelés: horgásztó, dunaszentgyörgyi láperdő, Fadd-Dombori-holtág pozitív hatásterülete [I.]
Vízi élővilág
D létesítés hatásterülete - Duna [II.]
E üzemelés egyesített maximális hatásterülete - Duna [I.]
szögletes zárójelben a térképi kivágat (nagyítási szint) száma szerepel.
Átemelő műtárgy
Hideg víz csatorna
Szűrőház
Új atomerőművi blokkok
Külső melegvíz csatorna
Szinttartó bukó műtárgy
Meglévő blokkok
Vasbeton melegvíz csatorna
Új melegvíz csatorna szakasz
DUNA
Műholdfelvétel: QuickBird Copyright 2006. DigitalGlobe Inc. All rights reserved.
Észak
0
1 km
EOV vetület

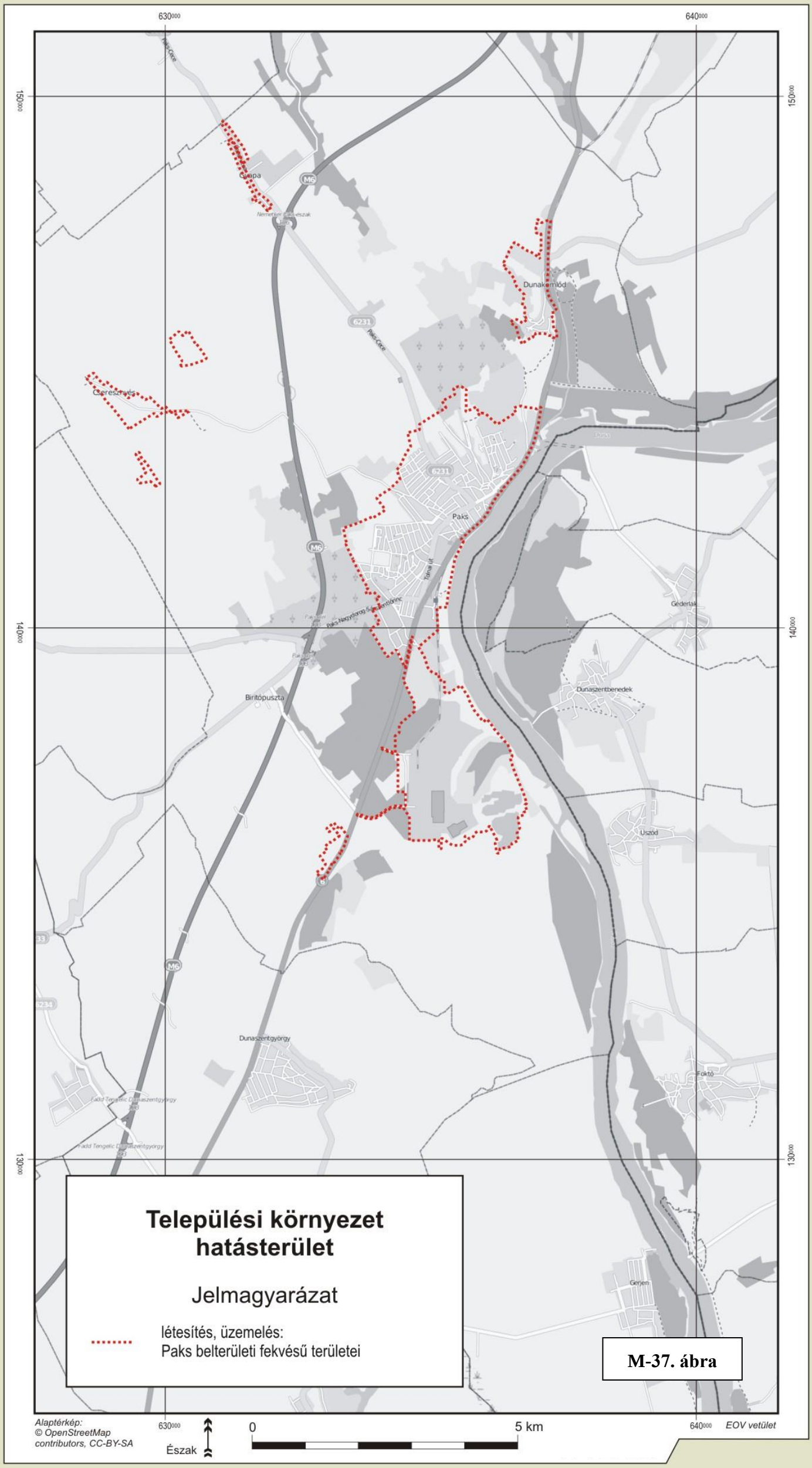
M-34. ábra

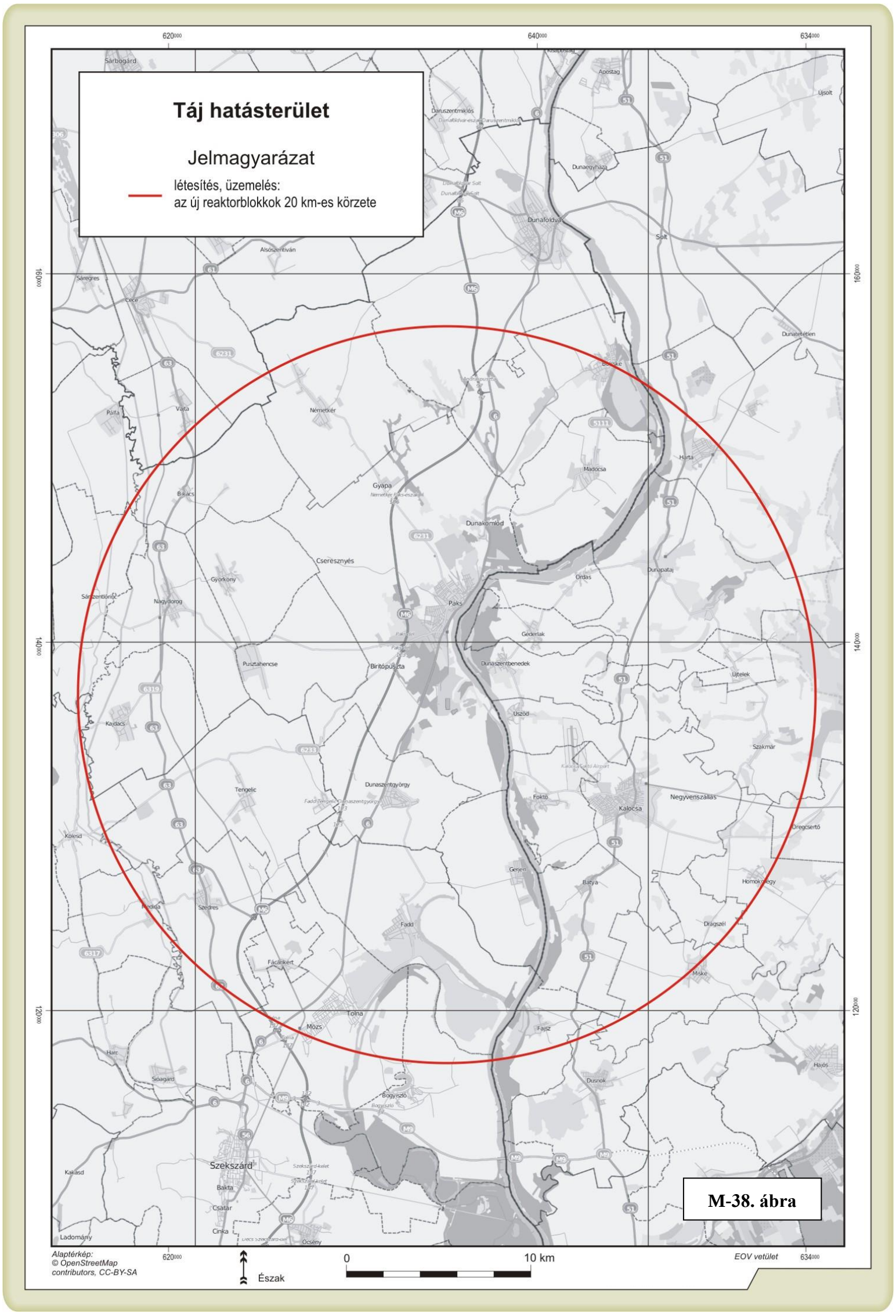

Zaj- és rezgésterhelés hatásterület
II.
(telephely)
Jelmagyarázat
szögletes zárójelben a térképi kivágat (nagyítási szint) száma szerepel.
A létesítés: zajterhelés - telephely [I.]
B létesítés és üzemelés: zaj- és rezgésterhelés - út [I.]
C létesítés és üzemelés: zaj- és rezgésterhelés - vasút [I.]
D üzemelés: zajterhelés - telephely [I.]
E üzemelés: rezgésterhelés - telephely [II.]
Átemelő műtárgy
Hűtővíz csatorna
Szűrőház
Új atomerőművi blokkok
Külső melegvíz csatorna
Szinttartó bukó műtárgy
Meglévő blokkok
Vasbeton melegvíz csatorna
Új melegvíz csatorna szakasz
DUNA
II. kivágat
Zaj- és rezgésterhelés hatásterület
I.
(tágabb környezet)
Jelmagyarázat
a II. kivágaton
Alaptérkép: © OpenStreetMap contributors, CC-BY-SA
Műholdfelvétel: QuickBird Copyright 2006. DigitalGlobe Inc. All rights reserved.
Észak
0
10 km
1 km
EOV vetület

M-35. ábra

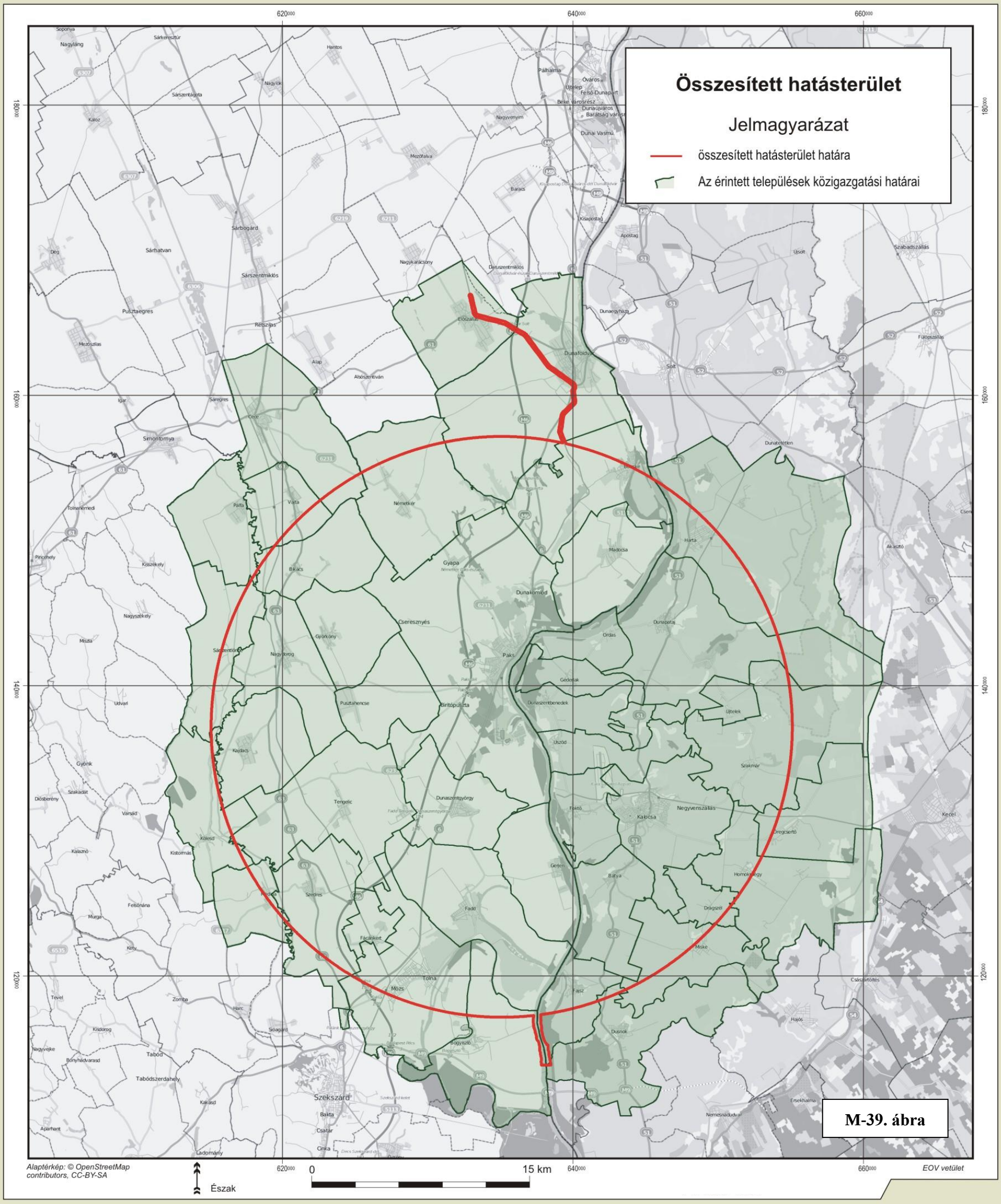

Nem radioaktív hulladékok hatásterület
I.
(tágabb környezet)
Jelmagyarázat
a II. kivágaton
C
B
II. kivágat
Alaptérkép:
© OpenStreetMap
contributors, CC-BY-SA
Észak
0
10 km
EOV vetület
Nem radioaktív hulladékok hatásterület
II.
(telephely)
Jelmagyarázat
szögletes zárójelben a térképi kivágat
(nagyítási szint) száma szerepel.
A
létesítés, üzemelés, leszerelés és havária
események: keletkezés, tárolás - telephely [II.]
B
létesítés, üzemelés, leszerelés és havária
események: szállítás - út [I.]
C
létesítés, üzemelés, leszerelés és havária
események: szállítás - vasút [I.]
Átemelő műtárgy
Hideg víz csatorna
Szűrőház
Új atomerőművi blokkok
Meglévő blokkok
Vasbeton melegvíz csatorna
Szinttartó bukó műtárgy
Külső melegvíz csatorna
Új melegvíz csatorna szakasz
A
Műholdfelvétel: QuickBird
Copyright 2006. DigitalGlobe
Inc. All rights reserved.
Észak
0
1 km
EOV vetület

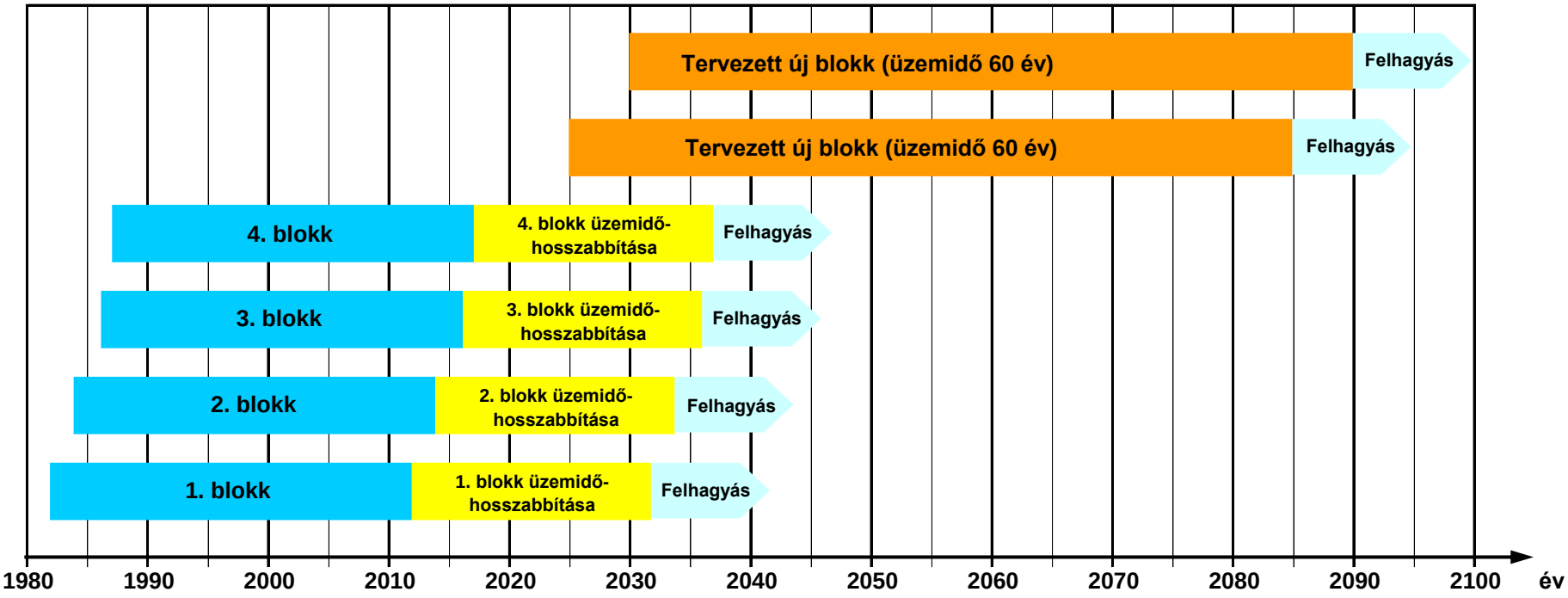
M-36. ábra


630000
640000
150000
140000
130000
Csepa
Dunakömlőd
Cseresznyés
Paks
Gerjen
Biritópuszta
Dunaszentbenedek
Uszód
Dunaszentgyörgy
Fáklt Tengelic Dunaszentgyörgy
Fáklt Tengelic Dunaszentgyörgy
Fáktó
Gerjen
Paks-Cece
Paks-Nagydorog-Szekszárd-Bátaszéknél
Fánia út
M6
6231
6234
Települési környezet
hatásterület
Jelmagyarázat
létesítés, üzemelés:
Paks belterületi fekvésű területei
M-37. ábra
Alaptérkép:
© OpenStreetMap
contributors, CC-BY-SA
Észak
0
5 km
EOV vetület


Táj hatásterület
Jelmagyarázat
létesítés, üzemelés:
az új reaktorblokkok 20 km-es körzete
Paks
Dunaföldvár
Dunakömlöd
Cseresznyés
Biritópuszta
Dunaszentgyörgy
Tengelic
Kalocsa
Negyvenszállás
Tolna
Mözs
Fadd
Szekszárd
Bátaszék
Madocsa
Gyapa
Németkér
Alsószentiván
Dunaszentbenedek
Gederlak
Ordas
Dunapataj
Üszód
Fokto
Gerjen
Batya
Fajsz
Dusnok
Bogyiszló
Pusztahencse
Györkony
Nagydorog
Kajdacs
Kölesd
Szedres
Fácánkert
Bikács
Párta
Vajta
Sárbogárd
Sárszentlőrinc
Harc
Sióagárd
Kakasd
Bakta
Csatár
Cinka
Ladomány
Ócsény
Dunaegyháza
Dunatetétlen
Hőrta
Szakmár
Dregcsertő
Homokmégy
Drágszél
Miske
Hajós
Ujtelek
Ujsolt
Solt
Apostag
Daruszentmiklós
Alaptérkép:
© OpenStreetMap
contributors, CC-BY-SA
Észak
0
10 km
EOV vetület
620000
640000
634000
160000
140000
120000

M-38. ábra


Összesített hatásterület
Jelmagyarázat
összesített hatásterület határa
Az érintett települések közigazgatási határai
620000
640000
660000
180000
160000
140000
120000
Paks
Dunakömlőd
Cserkeszőlő
Gyapa
Bátaszék
Tolna
Szekszárd
Kalocsa
Fadd
Dunaföldvár
Alaptérkép: © OpenStreetMap contributors, CC-BY-SA
Észak
0
15 km
EOV vetület
M-39. ábra



M-40. ábra: A paksi atomerőmű meglévő blokkjainak és a tervezett új blokkok üzemideje

			Hatásviselő környezeti elemek/rendszerek									
			Természetes környezeti elemek/rendszerek					Társadalmi, szociológiai, gazdasági rendszerek				
			Levegő	Víz	Földterület és talaj	Flóra és fauna	Táj	Földhasználat, területhasznosítás	Kultúra	Infrastruktúra	Emberi szempontok	Népesség és gazdaság
Leszerelési projekt tevékenységei	Veszélyes (radioaktív és mérgező) anyagok kezelése		H+R	H+R	H+R	H+R	H	H+R	H	H	H+R	H
	Folyékony és gáznemű kibocsátások		H+R	H+R	H+R	H+R					H+R	
	Radioaktív hulladékok tárolása		R	R	R	R	H	R			R	H
	Szállítás		H			H				H	H	H
	Épületek lebontása		H+R	H+R	H+R	H	H	H		H	H	H
	Hulladékok tárolása, újrahasznosítása, feldolgozása		H	H	H		H					H
	Inaktív építési törmelék felhasználása, földmunkák		H	H	H	H	H	H		H		H
	A lebontási tevékenység kockázatai (potenciális balesetek, nem tervezett események)	Tűzesetek	H+R				H				H+R	H
		Szivárgások	H+R	H+R	H+R						H+R	
		Karbantartási hibák							H		H	
		Külső hatások által okozott szerkezeti károsodások	H+R	H+R	H+R			H		H	H+R	H

Jelmagyarázat: H – hagyományos környezeti hatások
R – radiológiai hatások

M-41. ábra: Környezeti hatások azonosításának mátrixos reprezentációja