

5. A tervezett új blokkok létesítése és az építés környezeti hatásainak bemutatása

A környezeti hatásvizsgálat alapvető célja a tervezett tevékenység következtében a környezet egyes elemeiben/rendszerében beálló változások előrebecslése és minősítése a végső hatásviselőben beálló változások alapján. A hatástanulmányoknál a legfontosabb a hatótényező → közvetlen hatások → közvetett hatások, azaz a hatásfolyamatok → közvetlenül és közvetetten érintettek, azaz hatásviselők → végső hatásviselők logikai lánc végigkövetése. Tehát 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 jól bevált módja a beruházási hatásvizsgálatoknál a hatásfolyamat-ábra készítése. A hatásfolyamat-ábrák elvi jellegűek, ami azt jelenti, hogy a tervek ismeretében ezen környezeti folyamatok kialakulására lehet számítani.

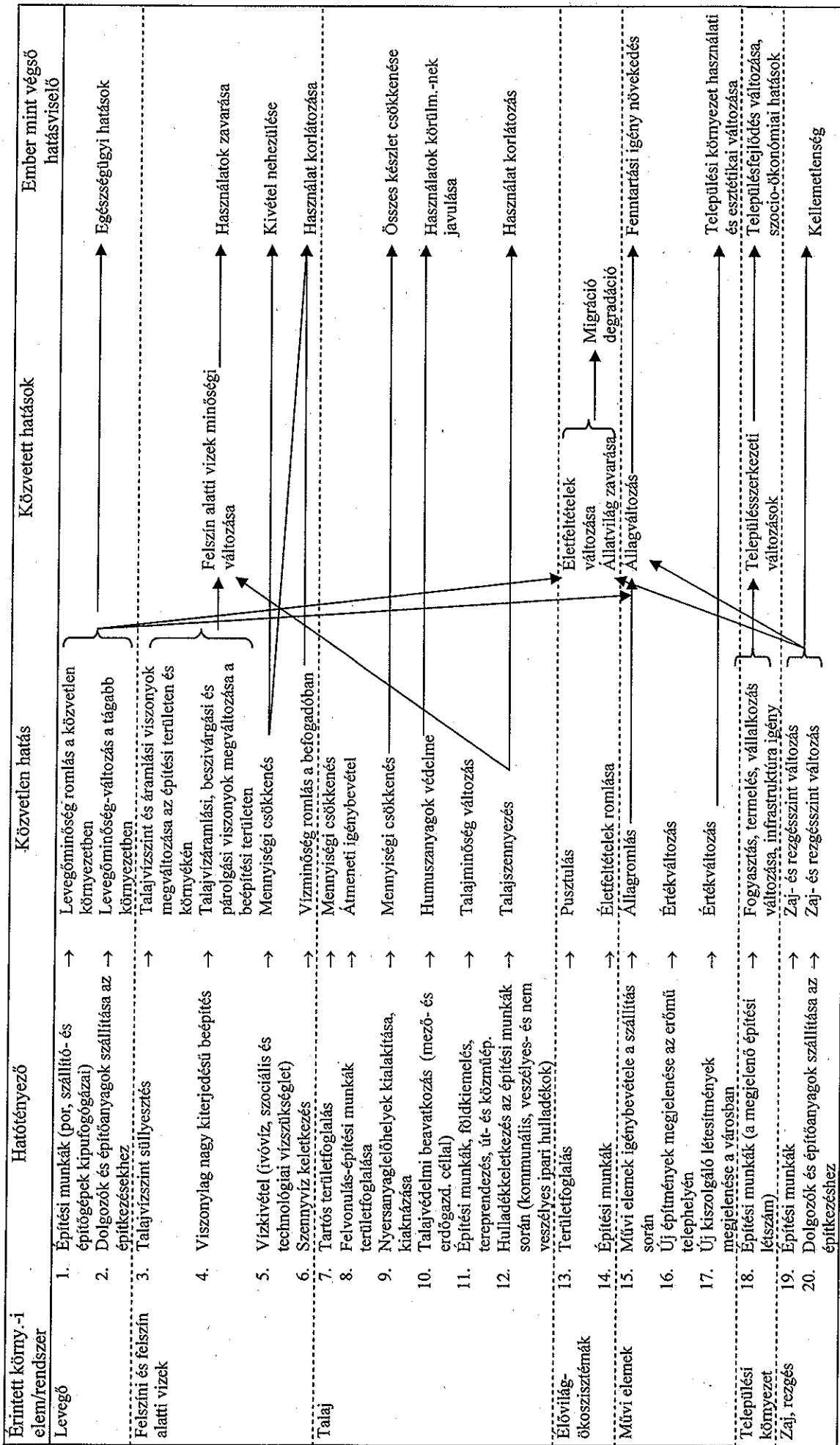
A hatásfolyamat-ábra (5.-1. ábra) felépítése a hatásvizsgálatoknál megszokott, tehát az első oszlop az érintett környezeti elemet, vagy rendszert jelzi. A második oszlop sorszámozás, a tervezett tevékenység várható hatótényezői a harmadik oszlopban szerepelnek. Az adott hatótényező mindig annál a környezeti 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 ez után következő oszlopban szerepelnek. A nyilak a hatások tovagyrűzését jelzik a végső hatásviselő irányába. A tovagyrűzés számtalan fázison keresztül történhet, többnyire egyre csökkenő, ritkán erősödő hatásfokkal. Általában a tovagyrűzés 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 blokkok létesítése során jelentkező környezeti hatások az 1–4. blokk építésének és eddigi üzemének tapasztalatai alapján – más zöldmezős beruházásokhoz képest – nagyobb biztonsággal becsülhetők. A blokkok 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 területfoglalás, 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),
- új építmények megjelenése az erőmű telephelyén és a városban.

Ezek közül elsősorban a légszennyezés, a zajterhelés és a hulladékkeletkezés hatásaira lehet számítani. Várhatóan a hulladékkeletkezés lesz meghatározó, hiszen a korszerű, a kibocsátásokat csökkentő technológiák, intézkedések alkalmazása, a telephely kiterjedése és a lakóterületek nagy távolsága garantálja, hogy számottevő légszennyezés, zajterhelés a végső hatásviselőt ne érje.

A paksi telephelyen tervezett új atomerőművi blokkok környezeti hatásainak típusától független előzetes vizsgálata



5.-1. ábra: Az atomerőmű bővítés építési szakaszának lehetséges környezeti hatásfolyamatai

Az építési, kivitelezési munkák során, – hasonlóan az egyéb nagy ipari beruházásokhoz – sajnos statisztikailag számolni kell sérüléssel és esetleg halálos balesetek előfordulásával, melyek elkerülése érdekében minden lehetséges intézkedést meg kell tenni.

Az előző fejezetben bemutatásra került az erőmű környezetének jelenlegi állapota, vagyis a tervezett két új atomerőművi blokk szempontjából az alapállapotot jelentő környezet. Jelen fejezet csak a létesítéshez köthető tevékenységek környezeti hatásaival foglalkozik. A paksi atomerőmű körzetének az építkezés időtartamára vonatkozó teljes környezeti értékelését a jelen fejezetben és az előző fejezetben leírtak együttesen adják meg.

Az új blokkok létesítésének általános ismertetése mind a 600 MW, 1000 MW és 1600 MW tervezett teljesítményű blokkokra egyaránt érvényes. Az anyagáramok (ipari anyagfelhasználás) a 2×600 MW teljesítményű blokkra vonatkozóan kerültek megadásra, hozzá kell tenni azonban, hogy a 2×1000 MW esetén kb. 30%-kal, a 2×1600 MW blokk esetében pedig 40%-kal nagyobb anyagáramokkal lehet számolni. A földhasználat, tereprendezés, a dolgozói létszámhoz köthető szállítás, ivóvízszükséglet, szennyvíz, kommunális hulladék mennyiségének növekedésével nem kell számolni a nagyobb teljesítményű blokkok esetében sem.

Területkijelölés, tartós földhasználat

A tervezett bővítésre alkalmas terület – a leendő üzemi terület – a paksi atomerőmű ún. beruházási területéhez tartozik, melyen az erőmű működéséhez szükséges külső intézmények, vállalatok karbantartó műhelyei, raktárai, irodaépületei stb. találhatóak. A bővítésre kijelölt üzemi terület az atomerőmű meglévő blokkjaitól északra helyezkedik el, alapterülete 400×312 m. A helyigényt a 2. fejezet 2.-2. ábráján kék vonallal körülhatárolt területek jelölik, mely tartalmazza a hűtőtornyok elhelyezésének lehetőségét is a hidegvíz csatorna északi oldalán. A bővítés új 400 kV-os alállomás telepítését is igényli, amely a telephely északi részén helyezhető el.

A jelenlegi ismeretek szintjén a tervezett beruházás megvalósítása nem érint mező- és erdőgazdasági hasznosítású területeket, viszont a földkitermelés, tereprendezés során a termőtalaj (a talaj felső 25–30 cm vastagságú rétege) megfelelő védelmére figyelmet kell fordítani. Meghatározott hely(ek)en és módon deponálva a kivitelezés befejezése után a termőtalaj az eredeti funkciójának megfelelően visszakerülhet a talajra, például rekultivációs célokra. A felső talajrétegek letermelésével járó, környezeti szempontból kedvezőtlen folyamat hatása semlegesíthető (sőt a felhasználás helyén javító hatása is lehet).

Az üzemi terület tartós használatba vételének időtartamára nézve a következő becslést lehet adni a jelenlegi ismeretek birtokában:

a beruházás kivitelezése	10 év
a blokkok tervezett üzemideje	60 év,
a leállítás utáni, leszerelés, pihentetés, teljes lebontás, rekultiváció	min. 15–20 év,
összegezve:	min. 85–90 év.

Ideiglenes földhasználat

A felvonulási létesítmények építésére igénybe vehető terület számára az üzemi területhez északról és nyugatról közvetlenül csatlakozó területrészek látszanak a legalkalmasabbnak, melyeken jelenleg is több felvonulási jellegű épület áll. A rendezett terepszinten található terület a létesítési időszak tervezett felvonulási és szerelő területe, úgy mint a telephelyre bejövő vasúti vágánytól keletre a Duna felé eső terület, amely már közművekkel is rendelkezik.

A felvonulási létesítmények építése több (akár 15–20) hónapot is igénybe vehet. Az építkezések befejezése után azonban a felvonulási épületeket nem feltétlenül és nem mind bontják le, hanem új funkciót kapva (pl. raktározás) az üzemelés ideje alatt is fennmaradhatnak. Az iparterület tartós, illetve ideiglenes használatba vétele, részbeni beépítése a talaj környezeti elem szempontjából gyakorlatilag semleges hatású.

Földmunka

A talajvízszint süllyesztés az alapozási munkák a munkagödör mélyítésének, kialakításának egyik fontos feltétele. Célja a (mély)építési munkaterület szárazon tartása. A földmunkák elvégzése lényegében két nagyobb szakaszra osztható:

- Az első szakasz terep-előkészítést, tereprendezést és közműkiváltásokat tartalmaz. Ebben a szakaszban kell precíziós geodéziai felmérés alapján az üzemi terület talajszintjét a tervezési alapszintre (97,15 mBf) nivellálni, valamint az építkezést akadályozó tereptárgyakat, magas- és mélyépítési műtárgyakat megszüntetni, illetve kiváltani. E szakaszban komoly, nagy volumenű munkálatokra nem lehet számítani (a feltöltés korábban gyakorlatilag már megtörtént).
- A második szakasz földmunkái a földkiemelést, talajstabilizációt és a hozzájuk szervesen kapcsolódó víztelenítést tartalmazzák.

Az előkészítő munkák jelen ilyen szakaszában még nem állnak rendelkezésre olyan talajmechanikai vizsgálatokkal alátámasztott tervdokumentációk, melyek a tervezett blokkok alapozásához szükséges munkagödör méreteit, geometriáját, rézsű dőlésszögét stb. tartalmazzák. Feltételezve, hogy egy blokk megépítéséhez szükséges munkagödör felszíni metszete min. 150×150 m, 4 m-es átlagos alapozási mélység mellett, a konténment 60×60 m, 8 m alapozási mélységgel, akkor a kitermelt illetve megmozgatott föld mennyisége blokkonként, függetlenül annak méretétől (600 MW, 1000 MW vagy 1600 MW) mintegy 100 000 m³-re becsülhető.

Alapozási, geotechnikai szempontból a megfelelő talajstabilizáció eléréséhez szükség van a létesítmény alatti talaj tömörítésére, teherbírásának javítására. Ezen műszaki beavatkozások módszerét és volumenét csak részletes mérnökgeológiai vizsgálatokkal lehet meghatározni.

Szállítás

A blokkok létesítéséhez szükséges szállítási tevékenység két csoportra osztható:

- az építési anyagok szállítása,
- az építkezésen dolgozó munkavállalók szállítása.

A létesítéshez nagy mennyiségű építőanyagot kell a telephelyre szállítani. Ehhez 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. Megvizsgálandó ideiglenes kikötő létesítése közvetlenül a telephely melletti Duna parton, hogy a hidegvíz csatorna forgalma ne veszélyeztesse a működő blokkok üzemét. Amennyiben az anyagszállítás teljes egészében közúton történik a szükséges anyagmennyiségekből kiindulva az anyagbeszállításhoz tartozó forgalom becsült nagysága átlagban kb. 60 db nehézgépjármű, illetve az építési csúcspanna mintegy 130 nehézgépjármű naponta. Az előzetes feltételezések szerint az építkezésen folyó munka három műszakos, míg az anyagbeszállítás napi 12 órában történik. A megadott gépjármű forgalomnak mintegy 70%-a telephelyen belüli, 30%-a pedig be- és kiszállítást jelent.

Az építkezésen három műszakban a becslések szerint csúcsidőszakban 3000–5000 fő dolgozik majd, (ez műszakonként 1000, illetve mintegy 1700 fő) akiket céljاراتokkal, mintegy 10–15 km-ről, de a nagy többséget (kb. 70%) Paksról fogják beszállítani. Paks városából a munkások összegyűjtése körforgalmi járattal megoldható.

A szállítások megfelelő kezelésével, szervezésével, környezetbarát megoldások alkalmazásával, az építkezés kezdetére valószínűsíthetően megépülő M6-os autópályával a szállítási utak melletti terhelés összességében elviselhetőnek minősíthető, mivel a kibocsátás nem folyamatos, viszonylag alacsony a terhelésnövekedés és a koncentrált terhelések a lakott területeket elkerülik. Az építési területen jelentkező szennyezés ezeknek a területeknek a levegőminőségét nem befolyásolja érdemben, ezért várhatóan ez esetben semleges hatással lehet számolni.

Anyagfelhasználás, hulladékkezelés

A betonozáshoz szükséges, az építőanyag nagy részét kitevő adalékanyagokat várhatóan meglévő anyagnyerőhelyekről (pl. Délegyháza térsége, Hegyeshalom) szállítják az atomerőmű területére, így új nyersanyag lelőhelyek megnyitásával nem kell számolni. Ezek kiaknázásának környezeti hatása elviselhető, vagy műszaki eszközökkel azzá tehető. A létesítmények építéséhez szükséges beton mennyiségek egy blokk esetén mintegy 55 300 m³, illetve további 1300 m³ (provizórium), ami összességében 56 600 m³/blokk beton mennyiséget jelent. A szerkezeti fém mennyiségeket tekintve ez minimum 4100 tonna/blokk volument jelent.

Az atomerőmű területén belül az építőanyagot valószínűleg a rekultivált építési törmeléklerakó területén fogják tárolni. Az építkezéshez az üzem területén belül legalább 2500 fm útépítés szükséges, és legalább ugyanennyi a felvonulási provizorokhoz.

Az építőipari létszám miatt az ivóvízkivétel mintegy 0,25–0,3 millió m³-rel növekedik éves szinten. Ez a térségben jelenleg meglévő mintegy 1,6–1,75 millió m³ vízkivételhez képest nem jelentős, a csámpai ivóvízbázisra nézve azonban nagy mértékű növekedés. Várhatóan az építés ideje alatt – az ivóvíz kivétel miatt – új kút létesítésére nem lesz szükség, a meglévő kutakból kivehető vízmennyiség mind a jelenlegi, mind az építés alatti megnövekedett vízszükségletet biztosítani tudja. Az új vízkivételek hatására a térség felszín alatti vizeinek mennyisége – a fentieket figyelembe véve – csak elviselhető mértékben változik meg.

A szennyvízkibocsátás jelentős mennyiségi növekedése azonban várható. A tisztított szennyvíz befogadója a jelenlegi rendszer szerint – a melegvíz-csatornán keresztül – a Duna. Az építés-szerelés csúcs időszakában mintegy 3000–5000 fő foglalkoztatása várható. A szociális- és ivóvízigény kielégítéséből eredő szennyvíz mennyiségét mintegy 200–250 liter/fő/nap mennyiségnek becsülve, a jelenlegi kapacitásának mintegy 50%-án működő teljes oxidációs és biológiai fokozattal rendelkező, 1800 m³/nap összkapacitású szennyvízkezelő jelentősen túl lenne terhelve, a csúcsidőszakban foglalkoztatott építőipari létszám egymagában lekötné a szennyvíztisztító mű teljes kapacitását. Ezért az építés-szerelés időszakára egy új szennyvíztisztító műtárgyat kell létesíteni, majd az építés befejezése után – a csökkenő kapacitásigény miatt – a jelenleg meglévő szennyvíztisztító műtárgy leállítható és felszámolható. A megnövekedett szennyvízkibocsátást a szennyvízkezelő műtárgyak így el tudják látni, ezért ez a hatás semlegesnek mondható.

Az építkezés során keletkező hulladékok típusai (nem veszélyes építési és ipari hulladék, veszélyes hulladék, kommunális hulladék) és időbeni eloszlása az építés ideje alatt nem egyenletes. A jelenlegi ismeretek birtokában a keletkező hulladékok mennyiségét nehéz megbecsülni, a tapasztalatok alapján egy atomerőmű beruházásnál keletkező építési-szerelési hulladékok mennyisége a normál üzemmódban keletkező építési törmelék és nem veszélyes ipari hulladék hat-nyolcszorosára tehető. A hulladékok egy része (pl. fém, papírgöngyöleg, stb.) szelektív gyűjtés

után újraértékesíthető, a többi a paksi települési szilárd hulladéklerakó helyen ártalmatlanítható. A keletkező hulladékok mennyiségétől függően a paksi kommunális hulladéklerakó bővítése szükségessé válhat, amennyiben erre nincs lehetőség a keletkező hulladékokat máshol lévő tárolóban kell elhelyezni. A hulladékok összegyűjtéséről, elszállításáról és lerakásáról a vonatkozó rendeletek, előírások szerint kell eljárni, s ez esetben a hatás a talaj környezeti elemre nézve semlegesnek tekinthető.

Zaj és rezgésvédelem

A létesítés hatótényezői közül a zaj- és rezgéshatásokat a szállítási tevékenység (anyag és személyszállítás egyaránt), a földmunkák és az építési tevékenység ideje alatt kell figyelembe venni. Az építési tevékenységhez szorosan hozzátartozó szerelési munkák környezeti zajhatása a létesítés alatti többi zajterhelés mellett elhanyagolható. A létesítés alatt a legjelentősebb környezeti zajterhelés az építési tevékenységtől várható. A környező lakóterületek szempontjából az erőmű bővítés zajhatása semlegesnek értékelhető.

Ökológiai hatások

Az élővilágot, a növény- és állattársulásokat érő hatások két csoportra oszthatóak:

- a többnyire az egyed vagy társulás pusztulásával együtt járó ún. közvetlen hatások, illetve
- a közvetett hatások sora, mely a többi környezeti elem közvetítésével jut el az élővilághoz, és általában az életfeltételek, az egészségi állapot romlásával, a társulások összetételének kedvezőtlen megváltozásával jár.

Közvetlen hatások tekintetében a jelen terület beépítése ökológiai (illetve természetvédelmi, botanikai és dendrológiai) szempontból értékvesztéssel nem jár együtt, tehát az élővilágra gyakorolt közvetlen hatások semlegesnek tekinthetők.

Az építkezési területen illetve az építkezési munkák közvetett hatásterületén nem található kiemelkedő jelentőségű, illetve érzékeny élőközösségek, ráadásul a szennyezés-terhelés mértéke és időtartama sem olyan, hogy e közvetett hatások jelentős változásokat generálhatnának az atomerőmű környezetében található természetes és természetyszerű élőközösségekben. Ezért a közvetett hatások elviselhetőnek tekinthetők.

Épített környezet, művi elemek

Az építkezések kapcsán a művi elemek száma mind a telephelyen, mind Paks településen belül növekszik. A megvalósulás és az utóhasznosítás lehetőségeinek függvényében a környezeti hatások tekintetében a javító hatástól (pl. infrastrukturális bővülés, új vállalkozási lehetőségek) a terhelőig (pl. a lakosság zavarása, közbiztonság) minden előfordulhat.

Irodalomjegyzék

- [5.-1] A Paksi Atomerőmű bővítése AP 600 típusú blokk(ok)kal, Előzetes környezeti hatástanulmány, AT000ET0 SU00280C, ETV-ERŐTERV Rt., 1998. július 7.
- [5.-2] A Paksi Atomerőmű üzemidő-hosszabbítása, Környezeti hatástanulmány, 000000K00004ERE/A, ETV-ERŐTERV Rt., 2006. február 20.

6. Az új atomerőművi blokkok üzemeltetéséhez köthető környezeti hatások

A tervezett új blokkok üzemeléséhez köthető hatásfolyamatok meghatározásának módja megegyezik a létesítési fázisnál leírtakkal. Először meghatározásra kerültek a hatótényezők és ezekből kiindulva a potenciális hatásfolyamatok, hatásfolyamat-ábra készítésével. Jelen esetben az üzemelő erőmű hatótényezőiből és hatásfolyamataiból ki lehet indulni, a működő, felismerhető hatótényezőket kell összegyűjteni. Ezután megvizsgálható, hogy a további blokkokkal bővített, megnövelt kapacitású atomerőmű esetében hogyan változnak ezek a folyamatok, illetve kell-e új, az eddiektől eltérő hatótényező megjelenésével számolni. Ezt követően kerülhet sor az egyes hatásfolyamatok jelentőségének megítélésére. Az üzemelés meghatározó hatótényezőiként a következők jelölhetők meg:

- radioaktív kibocsátások a működés során (levegő, víz, talaj),
- személy és tehergépjármű forgalom (levegőszennyezés, zaj- és rezgésterhelés, zavarás),
- hőkibocsátás a légtérbe a hűtőtornyon keresztül (mikroklíma módosulás),
- az erőmű léte (tájkép, tájszerkezet, urbánhatás),
- vízkivétel (szociális víz igény),
- beépített és burkolt felületek léte (talaj és felszín alatti vizek mennyiségi és minőségi változása),
- szennyvíz keletkezés, haváriás vízszennyezés (befogadó minőségváltozása),
- hagyományos és radioaktív hulladékok keletkezése.

Az atomerőmű működésének környezeti hatásfolyamatait összefoglaló folyamatábra (6.-1. ábra) a létesítmény eddig rendelkezésre álló üzemelési tapasztalatai alapján készült el. A 6.-1. hatásfolyamat-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.

6.1. Radiológiai hatások

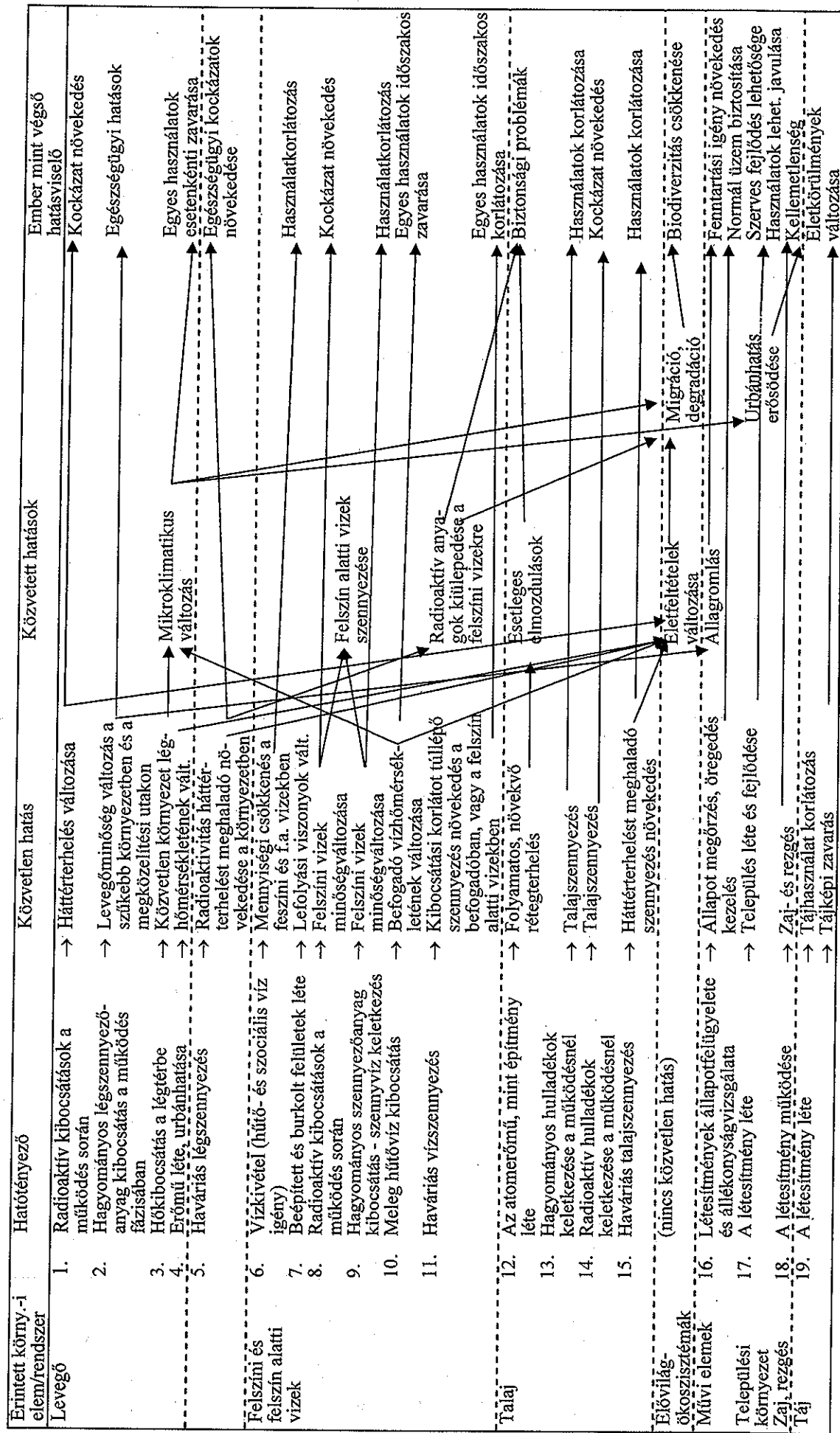
6.1.1. Az új blokkok várható radioaktív kibocsátásainak becslése

Az új atomerőművi blokkok létesítésének jelen, kezdeti fázisában, amikor a típus és a kapcsolódó technológiák kiválasztása még nem történt meg, a várható kibocsátásokra csak előzetes, a biztonság érdekében konzervatív becslést lehet adni [6.-1].

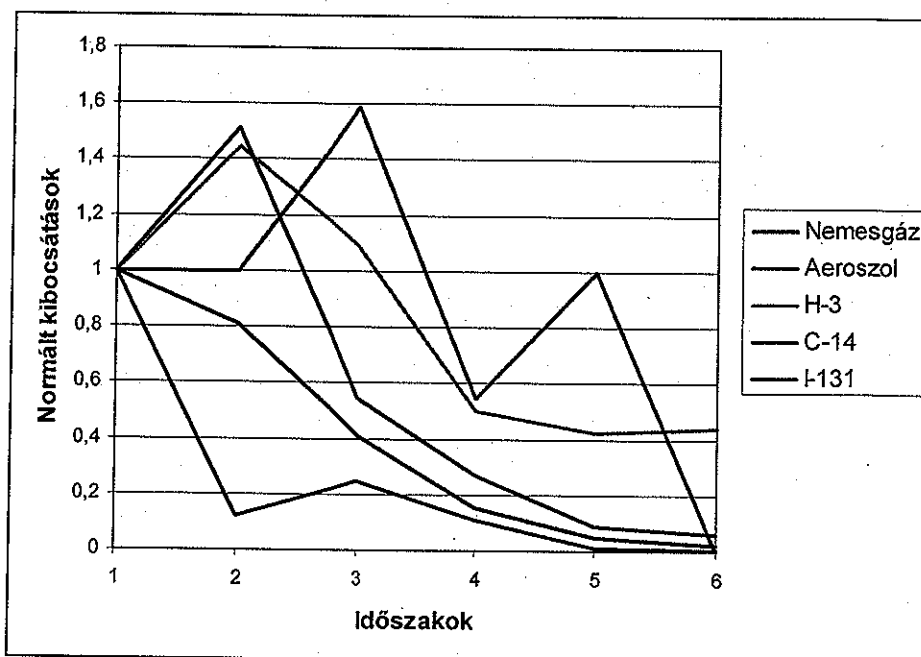
A becslés egyik alapfeltevése, hogy a létesítendő blokkok kibocsátásai újkori állapotban nem rosszabbak a jelenlegi, PWR típusok átlagánál. A minél konzervatívabb megközelítés érdekében az UNSCEAR 1997-ig terjedő adatai [6.-2] kerültek felhasználásra. Az éves villamosenergia-termelésre, illetve az 1970–74 közötti időszak kibocsátásaira normált adatok változását a legfontosabb összetevőkre a légnemű és folyékony kibocsátásokra a 6.-2. és 6.-3. ábra szemlélteti.

Az ábrákból láthatóan a folyékony trícium kibocsátások kivételével minden kibocsátás összességében csökkenő trendet mutat, azaz az 1995–97 közötti értékek kisebbek az 1970–74 közöttiéknél. Konzervatív feltevésként tehát elfogadható, hogy az új blokkok kibocsátási jellemzői nem lesznek rosszabbak a PWR típusok 1995–97 közötti átlagos értékeinél, azaz a csökkenési trendet itt „rögzítettük”.

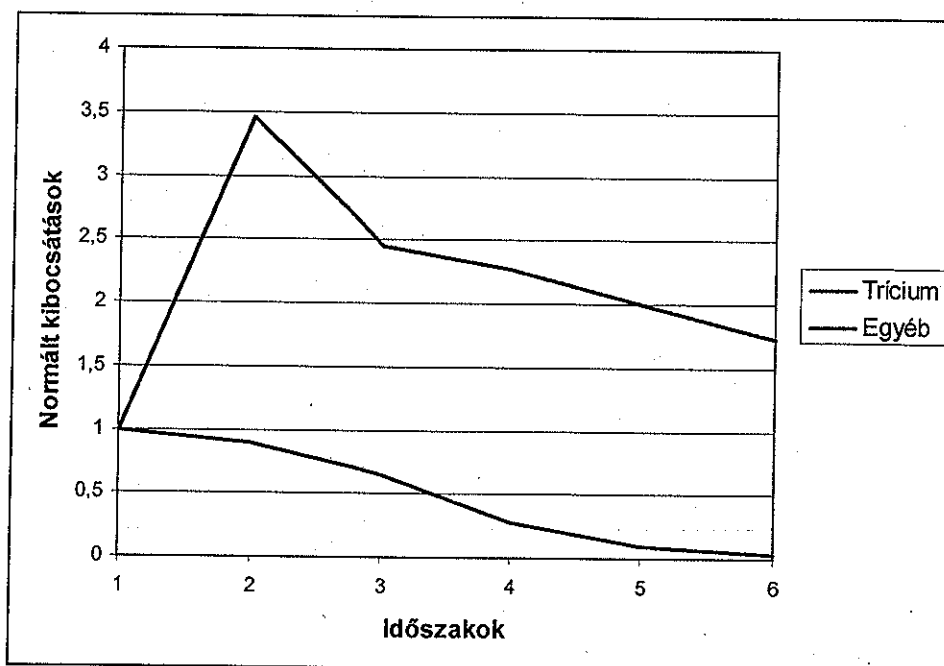
A paksi telephelyen tervezett új atomerőművi blokkok környezeti hatásainak típusától független előzetes vizsgálata



6.-1. ábra: Az új atomerőművi blokkok működésének környezeti hatásfolyamatai



6.-2. ábra: PWR reaktorok légnemű kibocsátásainak világátlagai (villamosenergia-termelésre és az 1970-74 közötti időszakra normálva)



6.-3. ábra: PWR reaktorok folyékony kibocsátásainak világátlagai (villamosenergia-termelésre és az 1970-74 közötti időszakra normálva)

Ezeket a trendeket a jelenlegi paksi blokkok üzemeltetési tapasztalataival összevetve elmondható, hogy mindenképpen konzervatív eredményre vezet, ha mind az új blokkok esetén, mind a jelenlegiek esetében elfogadjuk az 1995-97-es időszakra vonatkozó, villamosenergia-termelésre normált megfelelő adatokat (6.-1. táblázat).

A kibocsátásokat, azok útvonal – légnemű, folyékony – szerinti megoszlását nem befolyásolja a jelenlegi frissvízhűtés helyett az új blokkoknál várhatóan alkalmazandó hűtőtornyos megoldás, azonban a telephely térségében a légköri áramlási, hígulási viszonyokra hatással lehet.

6.-1. táblázat: A paksi atomerőmű jelenlegi és új blokkjainak villamosenergia-termelésre normált kibocsátásainak prognosztizált értékei

	Légnemű [TBq/(GW _e év)]					Folyékony [TBq/(GW _e év)]	
	Nemesgáz	Aeroszol	³ H	¹⁴ C	¹³¹ I	³ H	Egyéb
Jelenlegi blokkok	63	0,0005	2,9	0,57	0,0002	12	0,0006
Új blokkok	13	0,0001	2,4	0,22	0,0002	19	0,008

6.1.2. Lakossági sugárterhelés az új blokkokkal történő bővítés következtében

A telephely közelében élő lakosság (vonatkoztatási csoport) a működésből származó sugárterhelésének becsléséhez kiindulópontnak vehető, hogy a jelenlegi telephelyen létesítendő új blokkok esetén a telephelyre vonatkozó (100 µSv/év) dózismegszorítást egyelőre továbbra is érvényesnek kell tekinteni. A telephelyre előírt dózismegszorítás azonban csak egytized része a 16/2000. (VI. 8.) EüM rendeletben a lakosság mesterséges forrásokból származó sugárterhelésére vonatkozóan meghatározott évi 1 mSv dóziskorlátnak. Ezért a tervezett új blokkok – mint további terhelést okozó mesterséges források – belépésekor az OTH a sugáregészségügyi helyzetet figyelembe véve a telephelyre vonatkozóan meghatározhat a jelenleginél magasabb dózismegszorítást.

Az új blokkokkal bővített erőmű környezeti hatásainak vizsgálata a következő időskálán történt:

- 2020–25-ig csupán a jelenlegi blokkok működnek,
- 2020–25-ben belépnek az új blokkok, így 2037-ig, a jelenlegi blokkok – a vizsgálatban feltételezett – leállításáig a régiék és újak párhuzamosan üzemelnek,
- 2037-től 2080-ig csak az új blokkok üzemelnek.

Ily módon, a 6.-1. táblázatban prognosztizált kibocsátások segítségével felső becslés adható a lakosság vonatkoztatási csoportjának éves sugárterhelésére, feltételezve, hogy a meteorológiai viszonyok, fogyasztási stb. adatok ilyen időskálán nem változnak jelentősen:

- 2020-ig az 1995–97-es évek átlagaként 0,11 µSv/év,
- 2020–2037 között a régi blokkoknál az 1995–97-es értékek átlaga, a új blokkoknál a régi blokkokból származó dózist a 6.-1. táblázat szerint arányokkal korrigálva, mindösszesen 0,21 µSv/év,
- 2037–2080 között 0,10 µSv/év.

Összefoglalva elmondható, hogy a telephelyi bővítés hatására a lakosság vonatkoztatási csoportjának éves sugárterhelése – konzervatív becsléssel – a 0,21 µSv/év értéket nem fogja meghaladni, ami a telephelyre vonatkozó dózismegszorításnak mindössze két ezreléke. [6.-1]

6.1.3. Az új blokkokkal bővített telephely várható radiológiai hatásai

A környezeti hatásokat az egyes környezeti elemekben a kibocsátások következtében kialakuló aktivitáskoncentrációk oldaláról megközelítve felmerül, hogy a jelenlegi blokkok 50 éves üzemidejével szemben összesen 95 évet kell figyelembe venni, ami egyes, hosszú felezési idejű radionuklidoknál nagyobb felhalmozódást eredményez.

Két, az akkumuláció szempontjából elsődlegesen szóba jövő környezeti elem – a légnemű kibocsátások esetében a talaj, a vízi kibocsátások esetében az üledék – két jelentősebb, hosszú felezési idejű radioizotóp – ^{60}Co és ^{137}Cs – felhalmozódásának időfüggését modellezéssel vizsgálták. A számítások a lakosság vonatkoztatási csoportjának lakhelyére (Csámpa, illetve Gerjen) kerültek elvégzésre.

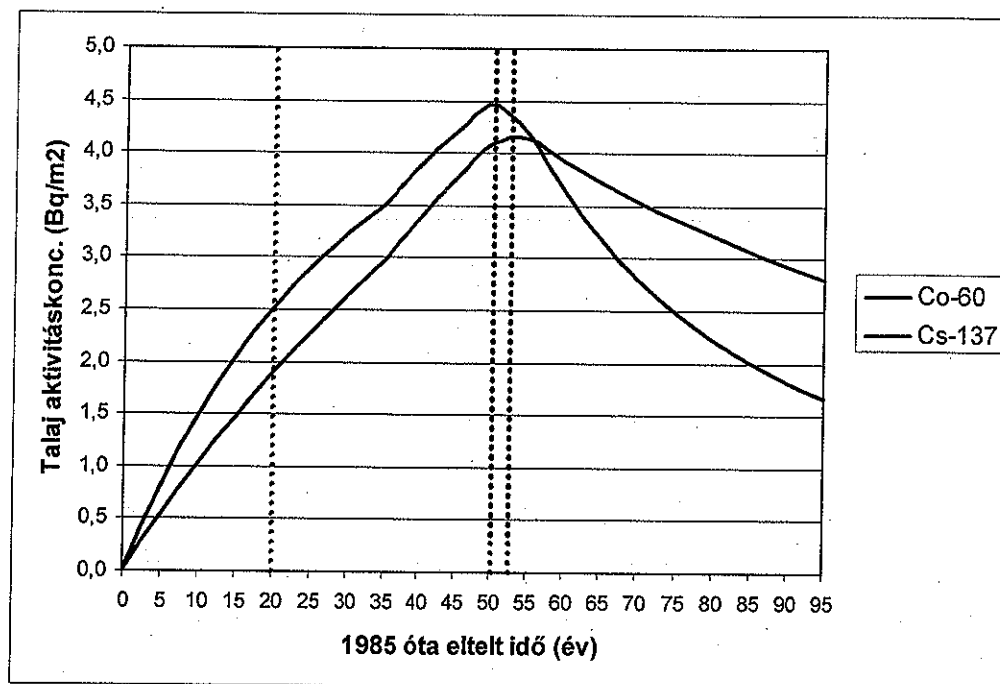
A fentiek konzervatív megközelítéseket jelentenek a többi környezeti elem és radionuklid tekintetében, valamint környezeti referencia pont értelemben is:

- a talajra és az üledékre – bár környezetükkel dinamikus kölcsönhatásban vannak – a leginkább jellemző, hogy bennük a radionuklidok hosszú ideig felhalmozódhatnak (pl. a légkörben található radioaktív szennyezők a levegővel együtt eltávoznak, a növényeket betakarítják, a folyóvizek magukkal viszik a szennyeződést),
- a ^{60}Co és ^{137}Cs jó képviselői a hosszú felezési idejű korróziós és hasadási termékeknek, éves kibocsátásuk viszonylag jelentős, környezeti migrációjuk kismértékű,
- a lakossági vonatkoztatási csoport lakóhelyei a légköri és vízi kibocsátások tekintetében a legközelebbi lakott pontok.

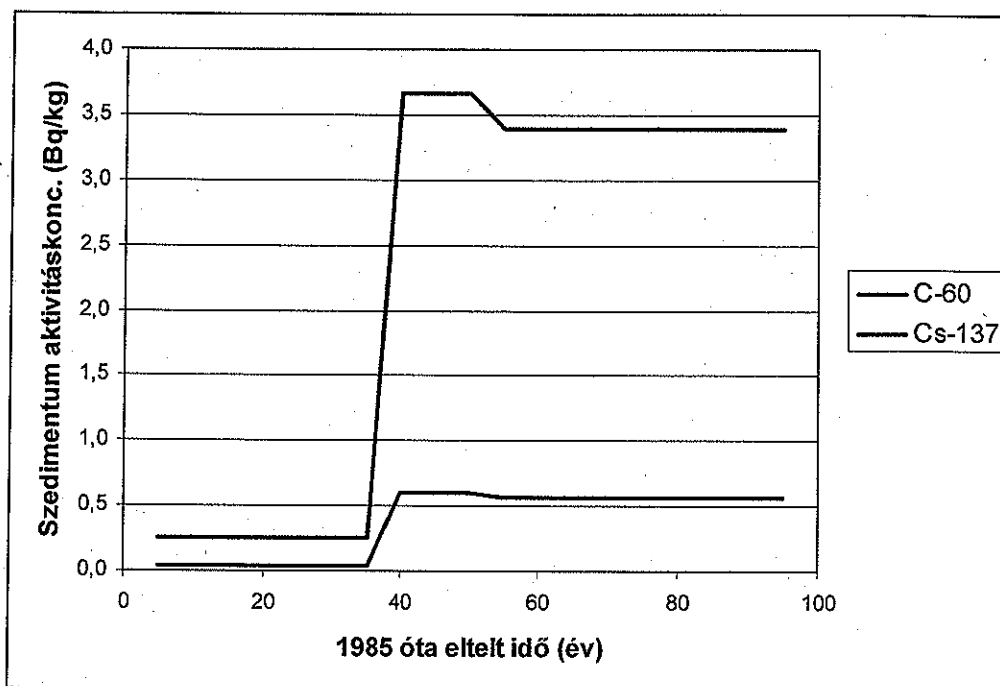
A talaj esetében éves szinten állandó, azonban a fenti időintervallumokban megfelelően változtatott kiülepedést vettek figyelembe, a talaj gyökérszónájából való eltávolodásra 13,6 év környezeti felezési időt feltételeztek [6.-3].

Az üledéknél, mivel ez dinamikus egyensúlyban van a felszíni vízzel, az adott radionuklid aktuális (éves átlag) koncentrációjával és megoszlási tényezőjével számoltak. [6.-3].

A felhalmozódás időfüggésére kapott eredményeket a légköri és vízi kibocsátások esetére a 6.-4. és 6.-5. ábra szemlélteti.



6.-4. ábra: A talaj felületi aktivitáskoncentrációjának változása 1985–2080 között



6.-5. ábra: Az üledék aktivitáskonzentrációjának változása 1985–2080 között

Látható, hogy a jelenlegi szinthez képest (első szaggatott vonal) a 2035–2040 körül várható maximális értékek (második és harmadik szaggatott vonal) kerekén kétszer lesznek nagyobbak. Ezek azonban még mindig olyan kis értékek, amelyek – a környezet-ellenőrzésben rendelkezésre álló érzékeny mérés technika ellenére – kimutatása az adott területen sem a ^{60}Co sem a ^{137}Cs radioizotóp esetében nem várható. Az in-situ gamma-spektrometriai mérés kimutatási határa $20\text{--}30\text{ Bq/m}^2$ körüli, a talajminták laboratóriumi mérése ennél legfeljebb kétszer érzékenyebb. A ^{137}Cs esetében a csernobili eredetű kihullás akkor várható értéke is jóval nagyobb lesz az előrejelzés szerinti kis mértékű atomerőművi hatásnál.

Az üledék esetén – az 1995–97 közötti PWR világadatok alkalmazása miatt – jelentős, mintegy 13-szoros növekedés várható 2025–2040 között. Mivel a gamma-spektrometriai mérés kimutatási határa $0,5\text{ Bq/kg}$ körüli, a ^{60}Co prognosztizált értékének mérhetősége biztosra vehető. A ^{137}Cs esetében azonban figyelembe veendő, hogy a csernobili kihullásból származó aktivitáskonzentráció még 2006-ban is a $0,6\text{--}61\text{ Bq/kg}$ tartományban mozgott és mintegy 10 év alatt feleződött le [6.-4], tehát a megfigyelt csökkenési trendet feltételezve a vizsgált időszakban is legalább hasonló nagyságú lesz, mint az előre jelzett, igen kis atomerőművi eredetű növekmény.

6.1.4. A radiológiai kibocsátások becsült hatásainak összefoglalása

A paksi atomerőmű jelenlegi és prognosztizálható normál üzemi kibocsátásaira, valamint a telephely új blokkokkal történő bővítésének környezeti hatásaira vonatkozóan a következő megállapítások tehetők:

- az eddigi kibocsátások következtében a lakosság vonatkoztatási csoportjának éves sugárterhelése a dózismegszorításnak mindössze 1–2 ezrelékét tette ki,
- a kibocsátások összességükben időben csökkenő trendet mutatnak, azaz a blokkok öregedését megfelelő üzemvitellel ellensúlyozni lehet,

- a határértékekhez képest nagyságrendekkel kisebb kibocsátások hatására – a radiológiai környezet-ellenőrzésben alkalmazott érzékeny mérés technikák ellenére – az erőmű közvetlen közelében is csak néhány radionuklid alkalmankénti kimutatása volt lehetséges,
- a PWR reaktorok kibocsátásainak világszerte csökkenő tendenciát mutatnak, így feltehető, hogy az új blokkok nem rendelkeznek majd az 1995–97 közötti átlagnál rosszabb jellemzőkkel, és ezeket az üzemeltetés során mindvégig tartani tudják,
- a telephelyi bővítés következtében a lakosságot érő sugárterhelés legfeljebb megduplázódik, azonban a dózismegszorításnál így is több, mint 400-szor kisebb marad, azaz a változás jelentéktelen mértékű,
- a telephelyi blokkok összesen 95 évi feltételezett működése során a talajban akkumulálódó radionuklidok a jelenlegi szintnek legfeljebb kétszeresére nőnek, így a lakossági környezetben – a környezetellenőrzésben alkalmazott érzékeny mérés technikák ellenére – továbbra sem mutathatók ki; a Duna üledékében azonban a ^{60}Co radionuklid valószínűleg mérhetővé válik (arra az erősen konzervatív feltevésre alapozva, hogy új blokkok nem fognak jobb paraméterekkel rendelkezni a PWR reaktorok 1995–97 közötti átlagos kibocsátásainál).

6.1.5. Radioaktív hulladékok keletkezése

Az atomerőmű normál üzemeltetése során szükségszerűen keletkeznek radioaktív hulladékok, azaz olyan radioaktív izotópokat tartalmazó anyagok, amelyek további felhasználásra nem alkalmasak, kezelésükről, átmeneti és végleges tárolásukról gondoskodni kell.

A radioaktív hulladékok osztályozásának szabályait jelenleg a *radioaktív hulladékok átmeneti tárolásának és végleges elhelyezésének egyes kérdéseiről, valamint az ipari tevékenységek során bedúsuló, a természetben előforduló radioaktív anyagok sugáregészségügyi kérdéseiről* szóló 47/2003. ESzCsM rendelet, valamint az MSZ 14344-1:2004 szabvány határozza meg.

Az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény szerint – az atomreaktoron kívüli – újrahasznosíthatóságuk miatt nem minősülnek radioaktív hulladéknak az atomerőművek kiegészítő fűtőelemei.

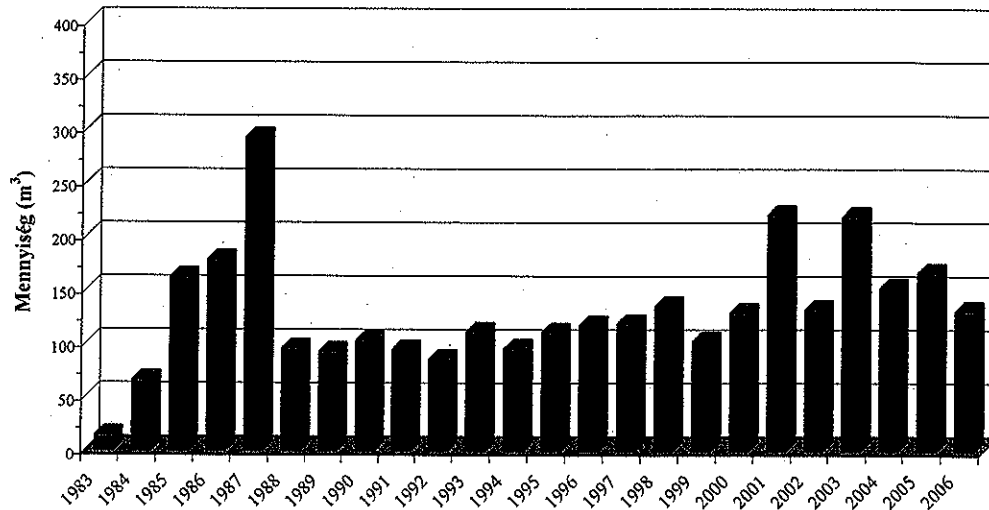
Radioaktív hulladékok kezelése és tárolása a paksi atomerőműben

Az atomerőmű üzemeltetése során keletkező szilárd radioaktív hulladékok főbb forrásai a következők [6.-5]:

- karbantartás és üzemeltetés során keletkező puha hulladékok (elhasznált ruhák, egyéni védőfelszerelések, törlőrongyok, fóliák stb.),
- karbantartó műhelyekben képződő fémhulladékok, forgácsok, elhasznált szerszámok,
- reaktorból kivett komponensek (szabályozó kazetták abszorbensei, termoelemek stb.),
- elhasznált és felaktíválódott, vagy felületileg szennyezett berendezések, csővezetékek, szerelvények, hőszigetelések, stb.
- átalakításokból származó építési anyagok (betontörmelék, faanyag stb.).

A paksi atomerőműben jelenleg évente átlagosan $115\text{--}130\text{ m}^3$ (580–660 darab 200 literes hordó) kis és közepes aktivitású szilárd hulladék keletkezik, a maximális értékek $220\text{--}280\text{ m}^3$ (1100–1400 darab hordó) körül voltak. A feldolgozott hulladékok mennyiségét éves bontásban mutatja be a 6.-6. ábra. 1988-tól tapasztalható a feldolgozás utáni mennyiségek radikális csökkenése, mely a

tömörítő berendezés üzembe helyezésének köszönhető. A kis és közepes aktivitású szilárd radioaktív hulladékokat tartalmazó hordók átmeneti tárolása a végleges tároló megépítéséig az erőmű fő- és segédépületeiben történik.



6.-6. ábra: Szilárd radioaktív hulladékok mennyisége feldolgozást követően, éves bontásban

A blokkok üzemvitele és főképp az üzemanyag átrakások alatt a kis és közepes aktivitású szilárd hulladékok mellett nagy aktivitású szilárd hulladékok is keletkeznek. Ezen hulladékok jelentős részben az erőmű ellenőrzött zónájában kialakított tároló kutakban kerülnek elhelyezésre. Az atomerőműben 2006. december 31-ig nettó $36,35 \text{ m}^3$ (bruttó $67,349 \text{ m}^3$) nagy aktivitású hulladék képződött. A kutakban lévő hulladékok végleges elhelyezéséről az erőmű leszerelésekor kell gondoskodni.

A folyékony radioaktív hulladékok erőművön belüli átmeneti tárolása a segédépületi tartályparkokban történik. Az erőműben keletkező folyékony radioaktív hulladékok fő típusai a következők [6.-5]:

- bepárlási maradékok (sűrítmények),
- evaporátor savazó oldatok,
- elhasznált primerköri ioncserélő gyanták,
- aktív oldószerkeverékek,
- elszennyeződött technológiai bórsavoldatok.

A paksi telephelyre tervezett új atomerőművi blokkok egyik lehetséges típusa az 1600 MW teljesítményű ún. Európai Nyomottvízes Reaktor (EPR – European Pressurized Water Reactor). A Franciaországban létesülő EPR blokk üzemeltetése során keletkező hulladékok fajtáit és becslött mennyiségeit foglalja össze a 6.-2. táblázat [6.-6].

6.2. táblázat: Az EPR típusú reaktor üzemeltetése során keletkező radioaktív hulladékok éves mennyisége

Hulladék típusa	Hulladék éves mennyisége [m ³]	Hulladékkézelés módja	Hulladéksomag/ feldolgozatlan hulladék aránya	Feldolgozott hulladéksomagok éves mennyisége [m ³]
Kis aktivitású hulladék				
Üzemeltetésből származó hulladék	bepárlásból visszamaradó koncentrátum	3	elégetés	0
	levegő és víz szűrők (<2 mSv/h)	4	tömörítés/aprítás	0,8
	gőzfejlesztő leiszapolásánál használt ioncserélő gyanta	2,5 / 7,5	nem kezelt	1
Karbantartásból származó hulladék	technológiai hulladék (<2 mSv/h)	50	elégetés (75%) tömörítés (25%)	0,1 0,8
	olajok	2	elégetés	0
	fémhulladék	6	olvasztás (60%) nem kezelt (40%)	0,08 1
				3,8 10 0 0,5 2,4
Közepes aktivitású hulladék				
Üzemeltetésből származó hulladék	ioncserélő gyanta	3	polimer mátrixba törtéző ágyazás	5,18
	iszap (gyűjtőaknák, tartályok)	1	cementezés	6,45
	víz szűrők (>2 mSv/h)	5	cementezés	4,72
Karbantartásból származó hulladék	technológiai hulladék	1	cementezés	4,55
Összesen		77,5 / 82,5		73 / 78

A paksi telephelyen tervezett új atomerőművi blokkok üzemeltetése során – egyrészt a régi blokkokkal való párhuzamos működés, másrészt az új blokkok hosszú, kb. 60 évre tervezett üzemideje miatt mind a kis és közepes, mind a nagyaktivitású radioaktív hulladékok tekintetében a keletkező mennyiségek növekedésével kell számolni. Ezért az új blokkokhoz kapcsolódóan szükséges lesz új radioaktív hulladék átmeneti tárolókapacitások kiépítésére. A keletkező radioaktív hulladékok mennyiségének előrejelzésére a létesítendő új blokkok típusának pontos ismeretében lesz majd lehetőség. Figyelembe kell azonban venni – ahogy az EPR blokk becslő adataival összehasonlítva is látszik –, hogy az atomerőművi technológia jelentős fejlődésének köszönhetően az új blokkoknál a keletkező radioaktív hulladékok fajlagos mennyisége a jelenlegiekhez képest várhatóan alacsonyabb lesz. A két új bloktól várható hulladékmennyiségek nagyságrendileg a meglévő blokkoknál tapasztalt hulladékképződéshez képest maximum 50–50%-os növekményt jelenthetnek.

Radioaktív hulladékok végleges elhelyezése

A paksi atomerőmű kis és közepes aktivitású hulladékainak elhelyezésére az ún. Nemzeti Projekt keretein belül 1993 óta folynak kutatások. 1996-ban a földtani, műszaki biztonsági és gazdasági vizsgálatok záródokumentuma Üveghuta (Bátaapáti) térségében javasolt további vizsgálatokat a felszín alatti, gránitban történő elhelyezésre. 1998-ban az elvégzett földtudományi munkákról szóló kutatási zárójelentésben a Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) javaslatot tett arra, hogy az üveghutai kutatási területen kezdődjenek meg az engedélyezést és létesítést megalapozó részletes geológiai és telephely-jellemzési munkák. A kutatási zárójelentést a programot felügyelő szakértők elfogadásra javasolták. A Magyar Geológiai Szolgálat szintén szakvéleményezte az elvégzett kutatásokat, és azzal egyetértett. A kutatási eredményekre támaszkodó biztonsági elemzések igazolták, hogy a területen a tároló biztonságosan üzemeltethető.

A paksi atomerőmű üzemeltetése és majdani leszerelése során keletkező kis és közepes aktivitású radioaktív hulladékok végleges elhelyezésére a tervek szerint a Bátaapáti térségében létesítendő felszín alatti – jelenleg engedélyezés alatt álló – Nemzeti Radioaktív Hulladéktároló (NRHT) létesítményben fog sor kerülni.

Az egyes hulladékfajták (vegyes szilárd hulladékok, cementezett iszapok, cementezett bepárlási maradékok, cementezett ioncserélő gyanták) felszín alatti elhelyezése a Bátaapáti NRHT-ben elkülönítetten, a gránit kőzetben bányászati módszerekkel kialakított egyedi tárolóvágtatokban, lezárt betonkonténerekben történik. A lezárás után a tároló hosszú távú biztonságát a hulladékforma és csomagolás, a kialakított mérnöki gátak (tárolókamrák lezárása, tömedékelés,) és a megfelelő földtani környezet együtt szavatolja.

A tervezett új blokkok üzemeltetéséből és leszereléséből származó kis és közepes aktivitású hulladékok elhelyezését a felszín alatti tárolótér bővítésével kell megoldani, ami a szükséges engedélyezési eljárások után végezhető el. Amennyiben az engedélyezés majdani feltételrendszere alapján a Bátaapáti NRHT bővítése nem lenne lehetséges, új kis és közepes aktivitású végleges tároló létesítésével kell számolni.

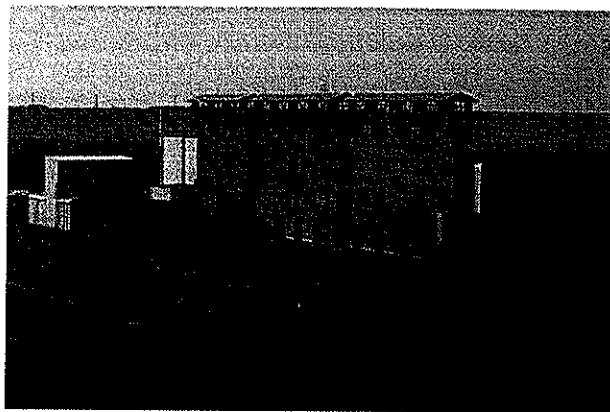
6.1.6. Kiegett fűtőelemek kezelése és tárolása

Az erőmű üzemeltetése során keletkező kiegett üzemanyagot 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 az időtartamra (3–5 év), amíg a reaktorból kikerülő üzemanyag fajlagos aktivitása és hőfejlődése olyan értékre csökken, amely már lehetővé teszi a kiegett üzemanyag kiszállítását az

erőműből. A pihentetést követően a kiégett fűtőelemek az erőmű szomszédságában található átmeneti tároló létesítményben, a Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolójában (KKÁT) kerülnek elhelyezésre. A 6.-7. ábrán látható KKÁT moduláris, aknás száraz tároló (MVDS – Modular Vault Dry Storage), melyet az RHK Kft. üzemeltet. A több ütemben megépített 16 kamra mellett a jelenlegi engedélyek további 17, azaz összesen 33 kamra megépítését teszik lehetővé.

2007 végére a KKÁT-ban összesen 5107 kiégett üzemanyag kazetta került elhelyezésre, a létesítmény teljes kapacitása jelenleg 7200 üzemanyag kazetta. A KKÁT teljes kiépítése után az átmeneti tároló teljes kapacitása 16 519 kazetta lesz, így a tároló az erőmű eredetileg tervezett 30 éves üzemideje alatt (az Oroszországba már kiszállítottan felül) keletkező teljes mennyiséget képes befogadni. A tervezett 20 éves üzemidő-hosszabbítás során keletkező kiégett kazettákat is figyelembe véve összesen 17 926 kazetta átmeneti tárolását kell biztosítani. Ez azt jelenti, hogy az üzemidő-hosszabbítás alatt keletkező kazetták meghatározó része is elhelyezhető a KKÁT-ban. Mindössze 1407 kazetta átmeneti tárolását kell megoldani, de a létesítésnél alkalmazott moduláris soros elrendezés lehetővé teszi, hogy a tervezett 33 kamra további néhány kamrával bővíthető legyen.

A jelenlegi üzemeltetési engedély szerint a 2004-ben kiadott használatbavételi engedélytől számítottan 50 évig lehet kiégett kazettát tárolni a KKÁT-ban, de a tárolás meghosszabbításának műszaki szempontból elvileg nincs akadálya. Az erőmű üzemidejének meghosszabbításával összehangoltan lehet a KKÁT üzemidejét is meghosszabbítani, abban az esetben, ha 2054-ben még nem lehetne biztosítani a kazetták paksi telephelyről történő elszállítását. A kiégett fűtőelemek végső kezelésének tekintetében így elegendő időtartalék áll rendelkezésre egy átfogó felkészülési terv az üzemanyag cikluszárási döntés megalapozására. A program további előkészítése az RHK Kft. feladata. [6.-7]



6.-7. ábra: A Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolója

Az új blokkok létesítésekor is számolni kell azzal, hogy a kiégett kazettákat néhány évre, vagy évtizedre átmeneti tárolóban kell majd elhelyezni. (Előzetes becslés szerint két új blokk 60 éves üzemelése során – teljesítménytől függően – összesen 2000–8000 kiégett kazetta keletkezésével lehet számolni.) Mivel a jelenleg potenciálisan létesíthető reaktor típusokban használt üzemanyag kazetták mérete jóval nagyobb mint a most használt VVER-440 kazettáké, ezért szükség lesz a kiégett kazetták jelenlegi átmeneti tárolójától független átmeneti tároló létesítésére.

A kiégett nukleáris üzemanyag teljes körű feldolgozására, azaz a zárt üzemanyagciklus ipari léptékű megvalósítására még valószínűleg évtizedeket kell várni. A zárt üzemanyagciklus nemzetközi szintű megvalósítására nemrég létrehozott amerikai kezdeményezéshez (GNEP) Magyarország is csatlakozott.

6.2. A hagyományos szennyezőanyagok kibocsátása, igénybevételek és terhelések

6.2.1. Levegőszennyezés

Az erőmű bővítés területén „hagyományos” légszennyező anyag kibocsátás csak a biztonsági okokból telepített dízelaggregátorok időszakos üzeméből ered. A berendezések egyenkénti teljesítménye – hasonlóan a jelenleg is üzemelő berendezésekhez – néhány MW. Egy-egy

berendezés évente – a korábbi működtetéshez hasonlóan – kb. 10 órát lesz üzemben, az üzemképesség ellenőrzésére. A működtetéshez üzemanyagként várhatóan gázolajat fognak használni. A kibocsátás és a hatásterület a kibocsátó források (kémények) magasságától is függ. Figyelembe véve az igen rövid hatásidőt, a berendezések alacsony számát és azt, hogy a telephelytől legközelebb lévő lakóterület távolsága több kilométer a hatás gyakorlatilag elhanyagolható, jelentős hatás semmiképpen nem várható. (A jelenlegi aggregátok hatásterülete 600 m alatt van.)

Üzemi kibocsátásnak minősülhet még elvben a festőműhely kibocsátása is. A festőműhely a 2000-es évek elején működött utoljára, de ekkor is kevesebbet, mint 50 órát, és a számított emissziók minden szennyezőanyag esetében jóval határérték alattiak voltak. Tehát itt is csak kismértékű kibocsátást és igen rövid hatásidőt kell figyelembe venni, így jelentős hatás nem várható.

Az erőmű területén kívüli, de az erőmű tevékenységéhez köthető hatás a közlekedés, a személy- és terherszállítás. A 6. sz. főúton a meglévő napi közel 10 000 jármű forgalom az M6-os autópálya megépülése után várhatóan valamivel csökkenni fog. Az új blokkok beüzemelése után viszont az erőművet üzemeltetők létszáma átmenetileg növekedni fog. Így amíg a jelenleg üzemelő blokkok le nem állnak, valamivel a szállítási teljesítmény is nőni fog. A forgalomváltozás azonban várhatóan nem lesz egyenesen arányos a teljesítmény növekedéssel.

A közlekedési hatások kimutatható változásával becsülhetően csak az erőmű déli és északi bejárájának környezetében kell számolni. Itt védendő objektumok nincsenek, ezért a kimutatható többletterhelés ellenére sem várható jelentős hatás.

A levegőkörnyezeti terhelések egy sajátos esete a hőterhelés növekedése. Az új blokkok hűtése – mivel a Duna hőterhelése jelentősen már nem növelhető – hűtőtornyos megoldással képzelhető el. A hűtőtornyok a hőt közvetlen a levegőkörnyezetbe bocsátják ki. Ez a közvetlen közelben a hőmérséklet emelkedését okozza, melynek további következményeként a nedvesség, a párolgás, a szélviszonyok is módosulhatnak. E hatás jelentősége jelen fázisban nem dönthető el, de várhatóan nem lesz a lokális klímaváltozásból adódóan sem jelentős hatás.

Az új blokkok létesítése jelentős felületek beépítésével, burkolásával jár. A beépített/burkolt felületek és a természetes felszín energiaháztartásának eltérése miatt ilyen területeken az átlaghőmérséklet magasabb, mint a szomszédos területeken. A telephely és környékének „élete” (a gépkocsi mozgás, a légszennyezés, a hőkibocsátás stb.), a létesítmény működése további befolyásoló tényezőként jelentkeztek. Az ilyen területeken a hőtöbblet erősítheti a záporok kialakulási feltételeit. A felszíni tagoltság és a környéktől eltérő hőháztartás a helyi légáramlási viszonyok, légmozgás módosulását is eredményezheti, e miatt a párolgási, légnedvességi viszonyok is megváltozhatnak a közvetlen környezetben. Ez tovább módosíthatja a mikroklímát, mely folyamatot urbánus hatásnak neveznek. Természetesen létezik negatív, a városi hatást csökkentő visszacsatolási mechanizmus is. Ilyen például a felhőzet növekedése és/vagy a nagyobb szélsébség, mely csökkenti a kontrasztot a város és környéke között.

A paksi 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, a párolgási viszonyokat, a biológiai aktivitást.

A jelenlegi kiépítés és a meteorológiai mérések eredményei között jellegzetes összefüggéseket nem lehetett találni. Az üzemidő-hosszabbítás előkészítése során végzett tartós meteorológiai mérések kimutatható (de nem jelentős) hatást csak a melegvíz dunai befolyásnak környékén regisztráltak.

Az új blokkok megjelenése tehát várhatóan nem jár együtt a jelzett mechanizmusok, a „városi” hatás számottevő erősödésével. Ennek elsődleges oka, hogy a blokk területe már korábban is a telephelyhez tartozott, és nem biológiailag aktív felület volt. Tehát a felszín jelentős változásával

nem kell számolni az épületek kialakítása során. A felszín módosulása csak az újonnan kiépítendő utak és a hűtőtorony esetén jelentkezik, ez azonban a telephelyen belül marad (pl. a növényállomány pusztulásával), így az energia- és vízháztartás jelentős módosulásával e hatótényezőnél sem kell számolni.

Összességében az új blokkok és a hozzájuk tartozó létesítmények kialakítása következtében számottevő mikroklimatikus hatással nem kell számolni. Várhatóan a mért meteorológiai paraméterekben továbbra sem lesz kimutatható a létesítmény mikroklímára gyakorolt hatása.

6.2.2. Talaj- és felszín alatti vizek

Az új blokkok üzemelése során a vízkivételek növekedésére lehet számítani. A vízkivétel növekedése mind a technológiai, mind a szociális (ivó-) víz mennyiségi növekedését jelenti. Mivel azonban az új blokkoknál nem frissvíz hűtéses, hanem hűtőtornyos műszaki megoldást terveznek, – a Duna további hőterhelésének megakadályozása érdekében – így a technológiai vízmennyiség növekedése nem lesz jelentős. Természetesen e megoldásnál is szükséges lesz technológiai vízre a blokkoknál, de ennek mennyisége nem jelentős a jelenlegi blokkok vízigényéhez képest. Az ivóvíz igény viszont a jelenlegi és az új blokkok párhuzamos üzemelése idején a korábbihoz képest jelentősen megnő.

A növekvő vízkivételek környezeti jelentősége a mennyiségek mellett az igények biztosíthatóságától is függ. A technológiai vizek egy része közvetlen dunai vízkivétellel is biztosítható. A csámpai vízműutakból felhasználható engedélyezett vízmennyiség 350 000 m³/év, a tényleges éves fogyasztás átlagosan 260 000 m³/év, tehát közel egyharmadnyi tartalékkapacitás áll rendelkezésre. A vízkivételek hatásainak megítélése a részletek, a műszaki megoldások, a mennyiségek tisztázása után történhet meg. Várhatóan csak olyan probléma merül fel, mely műszaki eszközökkel kezelhető, ezért nem valószínű, hogy jelentős környezeti hatással számolni kell.

A beépített és burkolt felületek mennyiségének növekedése, majd léte a felszín alatti víz áramlási viszonyaiban, pontosabban a talajvíz szintvonalak lefutásában némi módosulást okozhat. Ennek oka a konténmentek talajvizet is érintő mélyalpozása. Ugyancsak a beépített, burkolt felületek növekedésének következményeként a felszíni vizek lefolyása is módosul. Ezekben a felületeken a csapadék gyorsabban lefut, kevesebb víz tud a talajba leszivárogni. A csapadékvizeket az előírások szerint, a korábbi műszaki megoldásoknak megfelelően kezelve, ez a hatás elhanyagolható, nem jelentős.

A beépítések területén – az eddigi tapasztalatok szerint – várható a rétegterhelés növekedése is. Ennek következtében esetlegesen kisebb mértékű elmozdulások is jelentkezhetnek a korábbi tapasztalatokra alapozva. Ez gyakorlatilag fordított hatás, hiszen ilyen esetben a környezet változása befolyásolhatja kedvezőtlen módon a létesítményt. Ezért ezt a veszélyt a létesítmény alapozásának tervezésekor és a kivitelezéskor figyelembe kell venni. A későbbi fázisban elvégzendő mérnökgeológiai és geotechnikai vizsgálatok alapján kell meghatározni a szükséges műszaki megoldásokat (pl. talajstabilizáció, talajtömörítés) az elmozdulás, illetve süllyedés meggátolására. A műszaki megoldásokkal e hatás, a veszélyeztetés mértékének kockázata elfogadhatóvá válik.

Az új blokkok üzemelése alatt a talaj és a felszín alatti vizek, mint környezeti elemek vonatkozásában, a jelenlegi helyzetekhez képest számottevő új hatásokkal nem kell számolni.

6.2.3. Felszíni vizek

A tervezett új blokkok üzemelése alatt a felszíni vizeket – gyakorlatilag a Dunát – két közvetlen hatás érheti, mégpedig a technológiai vízkivétel; és a blokkokat kiszolgáló személyzet ivó- és szociális vízszükséglete kielégítéséből keletkező tisztított szennyvíz bevezetésből eredő hatás. Itt meg kell jegyezni, hogy az említett két hatásból eredő többlet-terhelések a Dunát csak abban az időszakban érik, ameddig az új mellett a régi négy blokk is üzemel. Ez az időszak a jelenlegi információk szerint kb. 10–15 évet ölelhet fel.

A szükséges többlet technológiai vizek kivételéről jelen fázisban sem a mennyiségre, sem a vízkivétel helyére, módjára vonatkozóan még nem állnak rendelkezésre információk. Lehetséges megoldás a technológiai vizek egy részének közvetlen Dunából történő kivétele. A hűtővízrendszerek vízfogyasztására jelenleg lekötött érték 3,1 milliárd m³/év. A jelenlegi vízfogyasztás a hatósági korlát 90%-a alatt marad. Ez azt jelenti, hogy a vízkivétel hosszú távon is biztosítható, s e mellett kb. 10% tartalék kapacitás is van. A műszaki megoldási lehetőségek közül úgy kell kiválasztani az optimálisat, hogy jelentős környezeti hatás ne léphessen fel, a hatósági korlátokat az erőmű ne lépje át (pl. időbeli, vízállásbeli korlátozások).

Az atomerőműből jelenleg kétféle terhelés kerül a Dunába, a hőterhelés és a szennyvízterhelés. Az üzemidő-hosszabbítás előkészítésénél elvégzett, és a hosszú távú, idősoros vízkémiai és hidrobiológiai vizsgálatok megállapítása szerint az erőmű által felmelegített hűtővíz számottevően nem változtatja meg a folyó vízminőségét. Az új blokkokkal bővített atomerőmű üzemelésének időszakában a Duna hőterhelésének növekedése az új blokkokhoz tervezett hűtőtornyos hűtőrendszer alkalmazásával elkerülhető.

Az atomerőműből élővízbe kerülő szennyvizek tisztítás után kerülnek a melegvíz csatornába, s onnan ellenőrzés után a Dunába. Az új blokkok működéséhez – már az építés-szerelés idejére – egy új szennyvíztisztító műtárgyat kell létesíteni. Az új blokkok létesítésének befejezése után a csökkenő kapacitásigény miatt a jelenlegi szennyvíztisztító műtárgy leállítható és felszámolható. A műszaki eszközökkel a tisztítás minősége megfelelő lehet, minden elvárt vízminőségi követelmény teljesíthető, így várhatóan kimutatható, de nem jelentős hatást fognak okozni a szennyvizek a Duna vízminőségében.

6.2.4. Hulladékkezelés

A tervezett új blokkok üzemelésének következtében – a meglévő blokkokkal való párhuzamos működés miatt – kezdetben a különböző típusú hulladékok keletkező mennyiségének növekedésével kell számolni. A hulladékok gyűjtési rendszere és telephelyen belüli tárolási helyei a jelenlegi igényeknek megfelelően kiépültek, valószínűleg ezek kapacitásának bővítésével lehet megoldani a jogszabályoknak megfelelő hulladékkezelést. A hulladékok ártalmatlanítását az erőmű eddig is, és az új blokkokkal bővített üzemelés során is a jogszabályoknak megfelelő módon végzi, vagy végezteti el. (Kiemelendő például, hogy a nem veszélyes ipari hulladékok több mint 90%-a hasznosításra kerül.)

A bővítés során a jogszabályoknak megfelelő módon ki kell alakítani az üzemi gyűjtőhelyeket, és megoldani a szelektíven gyűjtött hulladékok kezelését és ártalmatlanítását azaz:

- ki kell építeni, vagy bővíteni kell a meglévő veszélyes hulladék gyűjtőhelyet, a munkahelyeken fajtánként elkülönítve, szelektíven, környezetszennyezést kizáró módon kell gyűjteni az ilyen hulladékokat,
- a nem veszélyes termelési hulladékok gyűjtőhelyét oly módon kell létesíteni, hogy ott szelektív gyűjtésre lehetőség legyen.

Kommunális hulladék az új blokkokhoz tartozó munkaterületeken (irodáknban, műhelyekben, szociális helyiségekben, étkezdékben, laborokban, stb.), az ellenőrzött, illetve a szabad zónában egyaránt fog keletkezni. A kommunális hulladékok gyűjtése keletkezési helyükön hagyományosan, szeméttartókban, konténerekben, s az erre a célra kijelölt tárolókban történik majd.

Gazdaságossági és környezetvédelmi szempontok alapján a fejlesztésekkel párhuzamosan célként lehet kijelölni a keletkező hulladékok mennyiségének csökkentését, hulladékok hasznosítási arányának továbbnövelését, a hulladékok szelektív gyűjtési rendszerének továbbfejlesztését.

A hulladékkeletkezés mindenképpen olyan hatótényező, mely esetén az atomerőmű bővítése miatt a kezelendő mennyiségek növekednek. A veszélyes, a termelési és a kommunális hulladékok keletkezése, gyűjtése, kezelése és ártalmatlanítása igazodni fog a térség megoldásaihoz, jelentős környezeti hatása nem várható.

6.2.5. A működés zajterhelése

A beruházás megvalósulása után az atomerőmű környezeti zajkibocsátása várhatóan nem fog észrevehetően megváltozni. Ennek oka, hogy a tervezett új blokkok a jelenlegi főépület mellett a telephely középső részén helyezkednek el, és az erőmű 500 m-es körzetében a jövőben sem várható zaj ellen védelmet igénylő új létesítmény telepítése.

Feltételezhető, hogy az atomerőmű zaj ellen védendő létesítményeit a jelenleginél nagyobb zaj terheli majd, de ez egyrészt nem tartozik a környezeti zajvédelem hatáskörébe, másrészt a munkahelyi zajhatárértékeknek elsősorban a helyiségek belsejében kell teljesülniük. A homlokzati hangszigetelés növelésével ez minden esetben elérhető lesz.

A beruházás megvalósulása az anyag és a személyszállítás volumenét átmenetileg (a régi és az új blokkok együttes működésének idejére) megnöveli. Mint azt a levegőtisztaságvédelmi fejezet leírja, ennek következtében, ha nem is egyenes arányban, de megnő a szállítási teljesítmény. Kimutatható zajhatás változás az erőmű déli és északi bevezető útjának mentén várható. A hatás azonban itt sem jelentős, hiszen itt védendő objektumok nem találhatók.

6.2.6. Ökológiai hatások

Az új blokkok működése közben az élővilágot, élőközösségeket érő közvetlen hatásokkal nem kell számolni, közvetlen hatások gyakorlatilag csak az építkezést megelőzően, az előkészítő munkák során jelentkeznek.

Közvetett hatások adódhatnak a hagyományos szennyezőanyag terhelésből és a radioaktív kibocsátásokból. A hagyományos szennyezőanyagok kibocsátása illetve a más jellegű környezetterhelések jelen esetben elhanyagolható mértékűek (lásd az eddig leírtakat). Hasonló eredmények adódnak a radioaktív kibocsátások vizsgálatánál, ahol megállapításra került, hogy a többletterhelés a háttérterhelésből várhatóan nem lesz kimutatható. Így az atomerőmű hatásterülete élővilágának terhelésével nem kell számolni, a hatás nem lesz jelentős.

A paksi atomerőmű tervezése, létesítése és működtetése során a környezetrendezés, tájbaillesztés kérdése is kiemelt figyelmet kapott, aminek köszönhetően a létesítmény környezetében parkosításra és fásításra került sor. A létesítéskor fontos szempont volt, hogy a tájbaillesztést elősegítő fásítás állományalkotó fajtái gyors növekedésűek legyenek, a kis sor- és tőtávolság, a jó záródás és a habitusbeli jellemzők alapján sűrű, szinte áthatolhatatlan textúrát képezzenek, ezáltal az átlátást viszonylag rövid időn belül korlátozzák.

A terepbejárások tapasztalatai azt mutatják, hogy szükséges, időszerű és célszerű volna ezen állományok egy részének fokozatos cseréje, figyelembe véve a jelenlegi fajok vágásfordulóját,

funkcionális és díszítő szerepét, illetve ezek várható változását. A termőhelyi adottságokat, illetve az élőhelyeknek a Duna-menti jellegből fakadó természetes élőhelyi zonációját alapul véve lehetőség nyílik a táj karakteréhez és a területfelhasználáshoz jobban illeszkedő új állományok telepítésére (pl. keményfás ligeterdő fajainak telepítésére). Javasolható, hogy a véderdő telepítése az új terület mellett is megtörténjen és az új blokkok környékét a régiékhöz hasonló módon parkosítsák.

6.2.7. Táj- és területfelhasználás

Jelen esetben az atomenergia, mint környezeti potenciál hasznosítása (amely jelenleg tény és lehetőség), annak módja (az erőmű bővítése, amelynek társadalmi megítélése az erőmű környezeti kockázati tényező jellegével szorosan összefügg), illetve az erőmű bővítésével járó egyéb környezeti hatások (terület-felhasználás, tájlesztés) együttesen jelennek meg.

A társadalmi megítélésben várhatóan sokkal inkább a szociológia, a környezeti tudatosság és – érzékenység körébe tartozó, illetve az emocionális, pszichikai tényezők dominálnak majd, mintsem a tájképi és területfelhasználási megfontolások. Mindazonáltal a szűkebb térség lakossága, tulajdonosai, gazdálkodói, valamint a tágabb közvélemény számára a terület-felhasználási és a tájképi szempontok is közvetlen, illetve közvetett jelentőséggel bírnak.

A vizsgálat során a várható hatásokat általában három fő szempont szerint szükséges értékelni tájökológiai, tájképi és tájhasználati megközelítésből.

A tájökológiai hatások értékelése

Az ökológiai, tájökológiai folyamatok esetében a fő kritérium az, hogy az egyes elemekre, rendszerekre és/vagy a rendszer-folyamatokra gyakorolt hatások miatt bekövetkező állapotváltozások ne haladják meg az adott rendszer kvázi állandó minőségét, illetve állapotát (a környezetminőséget, tájpotenciált).

Az egyes környezeti elemekre az előző fejezetek vizsgálatai és értékelései alapján elmondható, hogy az ezen elemeket érő környezeti hatások az építés és a normál működés esetében együttesen sem érik el a rendszerstruktúra megváltoztatásának azt a szintjét, amely táji szintű állapotváltozáshoz vezethetne.

Az egyes létesítményekhez kötődő környezeti hatások tájökológiai szempontból elsősorban az adott környezeti rendszer anyag- és energiaforgalmát érintik, így:

- A beépített és burkolt területen az albedó megváltozásával a sugárzási, hő- és vízháztartási viszonyok módosulnak, de ennek mértéke – e felületek teljes telephelyhez és a már beépített területekhez viszonyított nagysága, aránya következtében – elhanyagolható.
- A környezetállapot szabályozásában meghatározott szerepet játszó biológiailag aktív, növényzettel borított területek aránya a beépített és burkolt területek kiterjedésének függvényében csökken. Ezen csökkenésnél azonban azt is figyelembe kell venni, hogy zömmel parlag területekről van szó, amelyek a növényzet jellege és ökológiai jellemzői miatt ezen tájökológiai szerepüket egyébként is csak korlátozottan képesek betölteni, ezért ez a hatás sem jelentős.
- A tervezett létesítmények a területi lefolyást/beszivárgást és a felszín alatti vizek áramlását csak kismértékben módosítják.
- A létesítmény a Duna terhelését sem befolyásolhatja számottevően, mivel nem frissvíz hűtéssel, hanem hűtőtoronnyal valósul meg.

A létesítmények rendszerfolyamatokra gyakorolt hatása így összességében nem lesz jelentős.

Táj- és területhasználat

Tekintettel arra, hogy a tervezett beruházás egy meglévő létesítmény bővítése egy rendelkezésre álló telephelyen belül, így a jelentős változás a területfelhasználásban nem következik be, tájképi változásra azonban a hűtőtornyok kialakításától függően számítani kell:

- A létesítmény megközelítéséhez, a szükséges be- és kiszállításokhoz, működéshez szükséges infrastrukturális elemek már kiépültek, ezzel kapcsolatos újabb beruházásokra, területfoglalásokra nincs szükség.
- Az új blokkok kialakításához ugyan beépítetlen területek beépítésére van szükség, de ezek üzemi tartalékterületek, melyek jelenlegi ökológiai értéke nem jelentős (értékes növényzet nélküli parlagterületek).
- Az atomerőmű évek óta jelentős erőfeszítéseket tesz a munkaerőlétszám csökkentésére és a működés gazdasági/humán erőforrásbeli racionalizálására. A munkaerőlétszám jelentős felfutásával az új blokkok üzemelése esetén sem kell számolni (miként az az eredeti telepítés időszakában bekövetkezett, jelentősen befolyásolva Paks, illetve a környező települések településfejlesztési és -rendezési koncepcióit, ezáltal a tágabb térség területhasznosítását, urbanizációs fejlődését). Ugyanakkor meg kell állapítani, hogy az építési időszakban átmeneti jelleggel szükséges a munkaerőlétszám jelentős növelése.
- A térség egyéb gazdálkodói, terület-felhasználási típusai is az eltelt időszakban alkalmazkodtak az atomerőmű működésével együtt járó társadalmi, gazdasági és környezeti feltételrendszerhez.
- A beruházásra olyan társadalmi-gazdasági és környezeti feltételrendszerben kerül sor, amely számára a járulékos következmények ismertek és elfogadottak, arra felkészültek, így a helyzet kedvezőbb, mintha ún. „zöldmezős” beruházásra kerülne sor az ország valamely más térségében.

A beruházásnak természetesen vannak a térségen túlmutató környezeti hatásai is. Ilyenek lehetnek pl. az anyagnyerés céljából érintett területek (homok- és kavicsbányák, stb.). Ezen hatótényezők (kitermelt mennyiség, szállítási útvonalak) és hatásviselők (érintett természeti területi egységek, települések, stb.) meghatározására azonban csak a részletes környezeti hatásvizsgálat szakaszában kerülhet majd sor. Ugyanígy figyelembe kell majd venni a tervezhetően keletkező hulladékok helybeni elhelyezésével, elszállításával és végleges ártalmatlanításával, elhelyezésével kapcsolatos tevékenységeket is, amelyek távolabbi területeket (is) érinthetnek. A jelenlegi helyzethez képest ezek elsősorban volumenbeli kérdésekként jelentkezhetnek.

A terület-felhasználás esetében tehát a következő összefoglaló megállapítások tehetők:

- A tervezett terület-felhasználás az építés során elviselhető, a nagyberuházások során szokásos, átmeneti környezetterheléssel jár. A működés sem jelent a területfelhasználás szempontjából számottevő járulékos terhelést.
- A felszámolás időszakára nézve a bővítés kedvezőbb, mint egy más térségben/területen megvalósuló beruházás volna. A távlati (leszerelés utáni időszakra vonatkozó) területhasznosítási lehetőségek, alternatívák vizsgálatával, számbavételével ugyanakkor a mindenkori technikai/technológiai lehetőségek függvényében folyamatosan foglalkozni kell.
- A működés és a leszerelés fontos kérdése a hulladékok megfelelő elhelyezése, amelynek szempontjából elsősorban a volumen növekedésével kell jelen esetben számolni. Az atomerőmű üzemeltetése és majdani leszerelése során keletkező radioaktív hulladékok végleges elhelyezésére a tervek szerint a bátaapáti felszín alatti hulladéktároló létesítményben fog sor kerülni, a hagyományos hulladékok a települési hulladéklerakókban helyezhetők el.

Tájképi változások

A tájkép a környezet- és életminőség fontos eleme, a környezeti nevelés, az identitástudat és lokálpatriotizmus fejlesztésének is lényeges eszköze. Ma már egyre erősebb érdeklődés mutatkozik a természeti értékekben gazdag tájak iránt (kitelepedés a nagyvárosokból, üdülőterületek kialakítása, rekreáció, ökoturizmus).

A tájkép esztétikai minőségének megítélése a hatásvizsgálat során különleges feladat, mivel erre vonatkozóan nincsenek területi határértékek, szabványok. Az esztétikai érték felismerése és értékelése szubjektív jelenség, függ az egyén beállítottságától, attól, hogy milyen látványkapcsolatban áll a létesítménnyel és függ a táj történeti vonatkozásaitól. (Utóbbi szempontból kiemelendő, hogy az ipari létesítmény már közel 25 éve működik itt, tehát az új blokkok nem lesznek idegenek a térség képi megjelenésétől.)

Az atomerőmű az igénybe vett terület nagysága folytán már önmagában is joggal képezheti tájképi vizsgálat tárgyát, hiszen területe léptékében megegyezik egy kisebb település lakott területével. Számottevő a burkolt, épületekkel fedett, beépített terület aránya. Mind a felszínen, mind a felszín alatt és fölött a területet behálózzák az infrastrukturális létesítmények. A kialakítás ugyanakkor a látványkorlátozás szempontjából kedvező. Távollatról a telepített véderdő miatt vizuálisan gyakorlatilag csak az erőművi blokk és a kémények jelennek meg. A blokkok nagy épülettömegét ellensúlyozza az épületszínezés, amelynek színdinamikai kialakítása, pszichológiai hatása kedvező.

A jelenlegi tájkép megváltozásával az új atomerőművi blokkok hűtéséhez – az erőmű hidegvíz csatornájának északi részére – tervezett hűtőtornyok létesítésének következtében azonban számolni kell. A hatás mértéke a hűtőtornyok típusától, kialakításától, illetve méreteitől függ, mely jellemzők megfelelő megválasztásával a tájképet módosító hatás az elfogadható szintre csökkenthető. A hűtőtorny létesítésére vonatkozóan irányadó példának tekinthető a 2.3.3. alfejezet 2.-17. ábráján látható megoldás, amely egy német Konvoi típusú atomerőműben található.

Az atomerőmű bővítése esetén a tájképi, vizuális esztétikai megítélés szempontjából – az egyéb, általános esztétikai kritériumokon kívül – továbbra is megkülönböztetett jelentőségű, hogy a létesítmény a munkakultúra, az abszolút tudatos tervezettség, szervezettség, átgondoltság, precizitás „szimbólumaként” jelenjen meg (természetesen nem csak formálisan). A létesítménynek a befektetett nagyfokú szellemi tőkét, tökéletes technológiát és biztonságot kell sugározni. Az erőmű esetében ezen sajátosságok egyben az esztétikum legfőbb hordozóinak is tekinthetők. Ezen ismérvek minősítéséhez azonban ugyancsak a részletes hatásvizsgálat időszakában állnak majd konkrét információk rendelkezésre.

A tervezett bővítés a létesítmény jelenlegi környezetrendezési kialakításához képest a tervezett hűtőtornyok miatt okoz tájképi változást, a hatás elviselhetőnek becsülhető.

6.2.8. A hűtőtornyok környezeti hatásai

Az atomerőmű bővítéseként létesítendő új blokkok hűtése a tervek szerint a hidegvíz csatorna közelében telepítendő hűtőtornyos rendszerrel történne. Ebben a rendszerben a hűtővíz félig vagy teljesen zárt körfolyamatban tartható, csak az elvesző mennyiséget kell pótolni, így elkerülhető az atomerőmű okozta jelenlegi dunai hőterhelés növekedése, valamint a Dunából hűtési célra kiemelt frissvíz mennyiségének jelentős növelése.

Mivel ez a hűtési technológia jelentősen eltér az atomerőműben eddig alkalmazott hűtési módtól meg kell vizsgálni, hogy az alkalmazása során milyen új típusú, eddig a térségben nem jelentkező hatótényezők, hatásfolyamatok léphetnek fel.

A nedves hűtőrendszer alapelve az, hogy a hűtendő víz hőtartalmát a hűtőtornyon átáramló levegőnek adja át, ezért a hűtőhatás elérésére a hűtőtornyban a lehűtendő vízzel nagy felületen nagy mennyiségű levegőt kell érintkezésbe hozni. A hűtőtorny alatt a lefolyó víz felfogására vízmedencét alakítanak ki. Az összegyűjtött víz a hűtési folyamatban újra felhasználható, csak a párolgási veszteséget és a leiszapolási veszteséget (a sótartalom bedúsulásának megelőzésére a víz egy része folyamatosan elvezetésre kerül) kell friss hűtővízzel pótolni, ami a teljes hűtővíz-forgalom mintegy 1,2–2%-a. A hűtőtorny feltöltése, s a párolgási veszteség folyamatos pótlása a Duna vízből történhet. A hűtőtorny működését segédberendezések, vízelőkészítő-rendszer, és zagyeltávolító rendszer segíti.

A száraz hűtőtornyokban a lehűtendő víz teljesen zárt rendszerben kering, a hűtőlevegővel közvetlenül nem érintkezik, a hőátadás felületen keresztül történik, ezért a hűtőhatásban a párolgásnak nincs szerepe, így a nedves hűtőtornyoknál jelentkező vízvesztés elkerülhető.

A hűtőtornyos hűtőrendszer működésének következtében a környezetre gyakorolt hatások általánosan az alábbiak szerint foglalhatók össze.

Hűtővízfogyasztás, a hűtővíz kezeléséből származó kibocsátások

A nedves hűtőtornyoknál a vízfogyasztás azt jelenti, hogy a hűtővíznek csak egy része kerül vissza a forrásába (leiszapolás útján), a többi a folyamat során párolgás vagy cseppelragadás útján távozik.

A kibocsátott hő a levegőbe kerül a hűtőtornyban levő vízcseppekből, a hőkibocsátás szoros kapcsolatban áll a felhasznált hűtővíz mennyiségével. Átfolyó rendszerekben (ilyen az atomerőmű meglévő négy blokkjának hűtőrendszere) gyakorlatilag az összes hő a felszíni vizekbe kerül, recirkulációs rendszerek (pl. nedves hűtőtorny) esetében azonban kb. 98,5%-a közvetlenül a levegőbe jut.

A hűtővíz kezeléséből származó és a felszíni vizekbe kerülő emisszió jelenti az egyik legfontosabb környezeti hatást. Szennyvíz elsősorban a nedves hűtőtorny leiszapolásából és a hűtőtorny medencéjének időnkénti víztelenítéséből származik. A nedves hűtőrendszerekből alapvetően a következő szennyeződések kerülhetnek a vizekbe:

- korrózióból származó részecskék, a berendezés korrodálódása révén,
- az alkalmazott adalékanyagok és reagenseik (a kivett vizet vízelőkészítéssel az elhasználási módtól függően kezelni kell, s ehhez megfelelő vegyszerekre van szükség),
- a levegőben lebegő részecskék.

A kibocsátások többféle módon csökkenthetők, például a szivárgás megakadályozásával vagy a berendezés anyagának helyes megválasztásával.

A levegő felhasználása és kibocsátások a légkörbe

A levegő erőforrásként történő felhasználásának nincsenek közvetlen környezeti következményei és nem is tekinthető valódi fogyasztásnak. Minél nagyobb a levegőigény, annál nagyobb teljesítményű ventilátorokra van szükség, következésképpen nő az energiafelhasználás és a zajkibocsátás.

A nedves hűtőtornyokból származó közvetlen levegőkibocsátás lakóterületek közelében játszik jelentős szerepet, ugyanis az apró cseppekben vegyi anyagok, és helytelen kezelés és karbantartás esetén baktériumok (legionella) tapadhatnak meg. A legfontosabb megelőző eszközök a cseppelválasztók. Ma már ezekkel minden nedves hűtőtornyot felszerelnek, de a hűtővíz kis része vízcseppek formájában mégis távozhat, és a benne levő oldott vegyi anyag lerakódhat a környezetben. A nedves hűtőtornyokból kibocsátott levegő minősége és mennyisége a

vízkezeléshez alkalmazott adalékanyagoktól, koncentrációjuktól és a cseppleválasztók hatékonyságától függ.

A létesítmény egészét tekintve a hűtőrendszerből a légkörbe történő hulladékhő kibocsátás következtében a mikroklímára többféle hatást gyakorolhat, ezek közül a legfontosabbak:

- az építmények léte az átszellőzési viszonyokat módosíthatja,
- a létesítmény hőkibocsátása a légkör hőháztartását megváltoztathatja,
- a beépítés változása, növényzet telepítése vagy megszüntetése miatt a felszín albedója változik, ami a hősugárzási viszonyokat ronthatja, illetve a légnedvességet növelheti,

A hűtőrendszerből elpárolgó víz mennyisége a környezeti hőmérséklettől függően széles határok között változik. Ennek a mennyiségnek a hatása a mikroklímára kettős, egyrészt növeli a környezeti levegő víztartalmát (relatív páratartalom), másrészt hűvösebb időszakban a hűtőtorony felett kialakuló párafelhő (fáklya) az inszolációt csökkenti. Az ún. fáklyaképződés akkor fordul elő, amikor nagy nedvességtartalmú levegő távozik a hűtőtoronyból, elkeveredik a környezeti levegővel, lehűl és a hőelvonás során elpárolgó víz egy része a hűtőlétesítmény felett a hidegebb környezeti levegőben kicsapódik és vízcseppeket képez. Ez a párafelhő azután – hasonlóan az „igazi” felhőkhöz – csak részben engedi át a napfényt, így a felhő alatt csökken a besugárzás mértéke, ami elsősorban a növényzet fejlődése szempontjából lehet káros hatás. Tapasztalatok szerint jelentősebb mértékű páraképződés csak 10 °C alatti hőmérsékletnél alakul ki, így ez a hatás a vegetációs ciklusban nem számottevő.

A fáklyaképződés elsősorban a technológia megváltoztatásával védhető ki. Megelőzhető a fáklya kialakulása, ha a nedves levegőt kibocsátás előtt meleg száraz levegővel keverve szárazabbá teszik.

Zajkibocsátás

A nedves hűtőtoronyok esetében három alapvető zajforrást különböztetünk meg:

- ventilátorok (ventilátor, áttétel, meghajtás) – mesterséges szellőzésű hűtőtoronynál,
- szivattyúk,
- a hűtővízes medencébe hulló vízcseppek/lezuhogó víztömegek.

A hangsugárzás lehet közvetlen vagy közvetett. A hang közvetlenül sugárzik a levegő beszívásának és a kibocsátásának helyén. A hangot közvetetten sugározzák a ventilátormotorok, a ventilátorok burkolatai és a hűtőtorony burkolata (betonépületeknél nem jelentős).

A nedves hűtőtoronyokban a lehulló vízcseppek és a mechanikus berendezések okoznak zajt. A ventilátorok zaja tompítatlanul sokkal erősebb a vízcseppek hangjánál.

A zajkibocsátás függ a torony szerkezetétől. Betonépítmények esetében a zaj a levegő be- és kilépésénél távozik, könnyebb anyagok használata esetén a köpenyen keresztül történő kibocsátás is figyelembe kell venni.

A hűtőrendszerek működéséből származó hulladék

A hűtőrendszerek működése, a berendezések cseréje és felújítása során az alábbi típusú hulladékok keletkeznek:

- a víz előkezeléséből, kezeléséből és a leiszapolásból eredő iszap,
- a hűtővíz vegyi kezelésével összefüggő veszélyes hulladék,
- a tisztításkor keletkező szennyvíz,
- a berendezés cseréjekor, felújításakor, leszereléskor keletkező hulladék.

Iszapképződés

A hűtővíz megfelelő kezelése csökkentheti az iszapképződést. Az iszap elhelyezésének lehetősége a vegyi összetételtől és a hatályos jogszabályok előírásaitól függ.

A vízkezelésből és tisztításból származó maradékok

A víz kezelése ma többnyire automatikus módon történik, és a felhasznált anyagokat általában a szállítójuk tárolja, szállítja és kezeli. Ugyanez vonatkozik a tisztítás során keletkező szennyvízre, a műveletet általában erre szakosodott vállalatok végzik.

A létesítmény cseréje, leszerelése során keletkező hulladék

A hűtőrendszereket hosszú élettartamra tervezik. A helyes üzemeltetés és karbantartás természetesen növeli az élettartamot. A műanyagok (polivinilklorid, polipropilén, polietilén és üvegszálas műanyag) felhasználása folyamatosan nő. Előnyük, hogy nem korrodálódnak, újrafelhasználásuk esetén csökken a hulladék mennyisége.

A hűtőtorony betét cseréjekor mindenképpen hulladék keletkezik. A betét anyaga sokféle lehet, ami meghatározza a hulladék elhelyezésének módját.

6.3. A környezeti hatások változásának becslése a négy régi blokk leállítása utáni időszakban

Az atomerőmű jelenleg meglévő négy blokkja a tervezett üzemidő-hosszabbítást figyelembe véve 2032–2037 között leállításra kerül, így az ezt követő időszakban, a tervek szerint ekkor már csak az üzemelő két új blokkhoz kapcsolódó hatásokkal kell számolni. Az atomerőmű működéséhez kötődő, a 6. fejezet elején meghatározott hatótényezők tekintetében változás nem várható, az igénybevételek, a hatások intenzitása azonban mind a radiológiai, mind a hagyományos terheléseket tekintve csökkenni fog az erőművi kapacitás csökkenésével párhuzamosan. Csökkenni fog a működtetői létszám ehhez kapcsolódóan pl. csökken a szociális vízigény, a kommunális szennyvíz mennyisége, csökkeni fognak továbbá az erőmű radioaktív és hagyományos kibocsátásai, illetve a keletkező kis és közepes aktivitású radioaktív és a kommunális hulladékok mennyisége.

A radioaktív kibocsátások, valamint a telephely közelében élő lakosság (vonatkoztatási csoport) sugárterhelése a négy régi blokk leállítása után a hatblokkos üzemhez viszonyítva a becslések szerint közel a felére fog csökkenni (lásd 6.1.2. fejezet). Megjegyzendő azonban, hogy a legnagyobb terhelést jelentő 4+2 blokk működésének időszakában a lakosságot érő becsült sugárterhelés (0,21 $\mu\text{Sv}/\text{év}$) a paksi telephelyre vonatkozó dózismegszorítás (jelenleg 100 $\mu\text{Sv}/\text{év}$, a hatóság a bővített erőműre azonban ennél magasabb értéket is előírhat) csupán közel két ezreléke. A kibocsátásokból a talajban illetve a dunai üledékben akkumulálódó szennyezőanyagokat tekintve az erőmű hosszabb működési ideje többlet terhelést jelenthet, azonban ennek mértéke jelenleg is és a hat blokkos üzemre vonatkozóan becsülve is rendkívül alacsony, érzékeny mérés technika ellenére sem (vagy csak alig) kimutatható, így a további működés során sem várható változás. Radioaktív hulladékok és kiégett fűtőelemek keletkezésével továbbra is számolni kell, a keletkezés üteme, illetve a fajlagos mennyiség az új blokkoknál alkalmazott fejlettebb technológia miatt azonban várhatóan alacsonyabb lesz.

A hagyományos hatásokra vonatkozóan elmondható, hogy mivel alacsonyabb működtetői létszámra és kevesebb szállítandó anyagra lesz szükség a személy és tehergépjármű forgalom előzetes becslés szerint akár felére is csökkenhet, amivel arányosan a környezeti terhelések is csökkenni fognak. A légszennyezésnél a szállítási teljesítmények közel egyenesen arányosak a forgalomváltozással, a

zajterhelésnél viszont csak egy-két dB-es változás prognosztizálható a forgalom csökkenésének következtében.

A régi blokkok leállítása után megszűnik a Dunából kiemelt vízzel történő jelenlegi frissvíz hűtési rendszer, mivel a tovább üzemelő blokkok hűtése nedves hűtőtornyok alkalmazásával történik. Ennek következtében az egyik jelentős környezeti hatótényező, a felmelegedett hűtővíz visszavezetés miatt a Dunát érő jelenlegi hőterhelés is megszűnik, ami – az állapotváltozások minősítési kategóriáit alkalmazva – egyértelműen környezeti állapot javító hatásnak tekinthető.

A jelenlegi blokkok leállítását követően jóval alacsonyabb lesz a létesítmény szociális és technológiai vízigénye. Utóbbi éppen a frissvíz hűtéses technológia miatt jelenleg jelentős, 100-110 m³/s mennyiségű, ilyen volumenű vízkivételre a jelenlegi blokkok leállítása után nem lesz szükség. A szociális vízfogyasztás jelenlegi értéke átlagosan 260 000 m³/év, ami a kapacitásból kiindulva közel felére is csökkenhet.

Az atomerőműből a szennyvizek tisztítás és ellenőrzés után kerülnek a Dunába. A szennyvíz kibocsátás működtetői létszám függvényében fog csökkenni. A jelenlegi üzemelés vízterhelő hatásai nem okoznak besorolási változásokat, a terhelések a város terhelései alatt maradnak, ami az erőművi kapacitás közel felének leállítása után tovább csökken. Így várhatóan továbbra is kimutatható, de nem jelentős hatást fognak okozni a szennyvizek a Duna vízminőségében. A haváriás vízszennyezés vízterhelő hatása várhatóan nem változik, hiszen a korábbiakhoz hasonló kibocsátás várható. A haváriák kockázatának mértéke azonban a kapacitás csökkenésének mértékében mérséklődik.

A hagyományos hulladékok mennyisége is a kapacitás, elsősorban a működtetői létszám függvényében fog csökkenni. Ezek befogadására a megfelelő elhelyező és ártalmatlanító helyek megtalálhatók, így ezek káros környezeti hatásival nem kell számolni.

6.4. Az atomerőmű bővítésének társadalmi-gazdasági hatásai

Nemzetgazdasági szintű hatások

A hosszútávon 4,5%-osra feltételezett GDP növekedést, valamint a beruházási költségek éves megoszlását figyelembe véve, ha a teljes beruházási összeg Magyarországon kerülne felhasználásra, annak GDP növelő hatása 2014–2024 között évi 1,95–2,3%-ra lenne tehető, kivéve a két új blokk létesítés esetleges átfedésének időszakában, mert ebben az időszakban 3,36% növelés prognosztizálható. Mivel a hazai felhasználás mértéke a beruházás teljes költségének 40%-ában feltételezett, ezért annak GDP növelő hatása évi 0,78–0,92% között prognosztizálható, míg a két új blokk létesítés esetleges átfedésének időszakában 1,34% növelés jelezhető előre. Ugyanez az érték az üzemelés időszakában a szinten tartó beruházások hatására 0,031–0,004% között alakul évente.

Mivel az új blokkok üzembe helyezését követő időszakban (már 2010-től) teljes CO₂ aukció lesz, a bővítés okán megvásárlásra nem kerülő, vagy eladható CO₂ kvóták jelentős, jól számszerűsíthető gazdasági hasznot eredményeznek a nemzetgazdaság szintjén. Az erőmű bővítése a gázfüggőség csökkentésével kedvező hatást gyakorol az ország ellátás-biztonságára, míg a vizsgált blokkok technológiai adottságaival műszaki szempontból nem okoznak szabályozhatósági problémát. [6.-8]

Regionális és helyi hatások

A beruházás által generált regionális gazdasági-társadalmi hatások elsősorban a paksi és a szekszárdi kistérségre, illetve kiemelten Paks városra vonatkoznak. Az új blokkok üzemeltetése a paksi önkormányzatot évi 11,0 M EUR helyi adóbevételhez juttatja, míg a régió belüli társadalmi,

szakmai, sport és egyéb szervezetek évi 6,8 M EUR szponzorációs és támogatási összeghez juthatnak hozzá az atomerőműtől. Az államkasszába a központi adókon keresztül átlagosan évi 186,6 M EUR folyik be az üzemeltetés időszaka alatt, míg a régió kívüli magyarországi szervezetek részére a Paksi Atomerőmű Zrt. által közvetlenül nyújtott támogatások és szponzorációk évi 10,7 M EUR-t tesznek ki az új blokkok üzembe lépésének következtében.

Bár a beruházás az egységes európai energiapiac és -ár megvalósulásával 2020-tól várhatóan már nem lesz mérhető hatással a magyar ipar költségszerkezetére, a létesítés jelentős megrendeléseket jelent mind a magyarországi vállalkozások, mind a bankszektor számára. Az új blokkok folyamatos üzemeltetése további megrendeléseket eredményez mind a hazai, mind a régióban tevékenykedő vállalkozások számára.

A létesítés során szükséges kb. 3000–5000, és a két új blokk üzemeltetéséhez feltételezett 1100 munkahely a régióban további 2000, illetve 1900 munkahelyet teremt azáltal, hogy a beszállító vállalkozások, illetve a megnövekedett népességet ellátó szolgáltató szektor mérete és forgalma is növekszik. Az új munkahelyek egyrészt csökkentik a régió munkanélküliségét, másrészt a kistérségbe jelentős bevándorlást generálnak. Mivel a létesítésre érkező munkavállalók jellemzően hosszú ideig – akár évekig – is a térségben maradnak, a beruházás hatására jelentősen megnőhet a kistérségre jellemző lakásbérleti díj és szállodakihasználtság, ezek következtében pedig növekedhetnek az ingatlanárak és új vendéglátóipari beruházások jöhetnek létre. A települési infrastruktúra – egészségügyi, oktatási és sportintézmények stb. – fejlesztésére a beruházás elsősorban Paks városában gyakorol kedvező, ösztönző hatást.

Bár a beruházás kapcsán jelentkező állandó munkaerő-igény a térség demográfiai összetételét jelentősen nem változtatja meg, a kismértékben csökkenő átlagéletkor kedvező hatása jelentkezni fog. Az életszínvonal elsősorban Paks városában emelkedhet, mivel az új blokkok létesítésének eredményeként több helyi lakos tud az átlagnál magasabb jövedelmi szintet biztosító munkakört betölteni. [6.-8]

A paksi atomerőmű fontos szerepet játszik a térségben a tudományos potenciál, illetve az oktatás szinten tartásában és fejlesztésében, a társaság a dolgozói körében is széleskörű oktatási, képzési tevékenységet folytat. A nukleáris energiatermelés olyan – Magyarországon csak a paksi atomerőműben alkalmazott – technológia, amely speciálisan képzett szakembergárdát igényel. A tervezett új blokkok létesítése és üzemeltetése a megfelelően képzett szakemberek folyamatos pótlását fogja igényelni, ami az oktatási potenciál fellendítését is jelenti, így a meglévő szaktudás átadható, tovább fenntartható.

Az értékelés eredményeit összefoglalva megállapítható, hogy az új blokkok létesítési és üzemeltetési fázisai alatt – a jelenlegi ismeretek szerint – nem várhatók olyan radiológiai, vagy hagyományos környezeti hatások, amelyek számottevően terhelnék az erőmű közvetlen vagy távolabbi környezetét.

Irodalomjegyzék

- [6.-1] A paksi telephelyen tervezett új atomerőművi blokkok típusfüggetlen előzetes környezeti tanulmányához kapcsolódó részfeladatok teljesítése, SOM(R)2/103, SOM System Kft., 2008. február 14.
- [6.-2] Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation to the General Assembly, UNSCEAR Report 2000, Vol. I, Annex C
- [6.-3] Generic models for use in assessing the impact of discharges of radioactive substances to the environment, Safety Report Series No. 19, IAEA, Vienna, 2001.
- [6.-4] A Hatósági Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer éves jelentései (1984–2006), OSSKI, Budapest
- [6.-5] A Paksi Atomerőmű radioaktív hulladékainak kezelése, tárolása és elhelyezése, Éves jelentés 2006., Paksi Atomerőmű Zrt.
- [6.-6] Nuclear Waste Management in France, Estimation of EPR waste arisings during operation, EDF-MVM Meeting, March 6th, 2008, EDF – 2008
- [6.-7] Az új atomerőművi blokkok kiegészítő fűtőelemeinek és nagyaktivitású radioaktív hulladékainak elhelyezése, AEKI-FL-2008-725-00/04, KFKI AEKI, Budapest, 2008. február
- [6.-8] Új atomerőművi blokkok létesítésének előkészítése, Megvalósíthatósági tanulmány, AEKI-ARL-2008-725-00/01, KFKI AEKI, Budapest, 2008. február

7. Üzemzavarok és balesetek következményei

Az atomerőművekben a normál üzemelés mellett üzemzavarok és kis valószínűséggel balesetek is előfordulhatnak. Az üzemzavarok során az üzemeltetési korlátok túllépésével kell számolni. Az atomerőművek tervezése és méretezése a „mélységben tagolt védelem” és az „egyszeres meghibásodás” elvei alapján történt. Ezek szerint egy-egy komponens meghibásodása nem vezethet a rendszer egészének funkcióvesztéséhez, illetve a méretezés azt biztosítja, hogy az üzemzavarok bekövetkezésére csak kis valószínűséggel kerülhet sor. Ha mégis bekövetkezik egy üzemzavar a védelmi rendszereknek a nukleáris energiatermelő berendezést biztonságos leállított állapotba kell hozniuk és ott tartani úgy, hogy aktivitáskikerülés az erőmű épületeibe ne történjen. A bonyolult és összetett technológia miatt ezt azonban nem lehet teljes mértékben kizárni, így az esetleg kikerülő aktivitás környezeti kibocsátását csökkentő és késleltető ún. lokalizációs berendezésekkel kell a környezeti kibocsátásokat korlátozni.

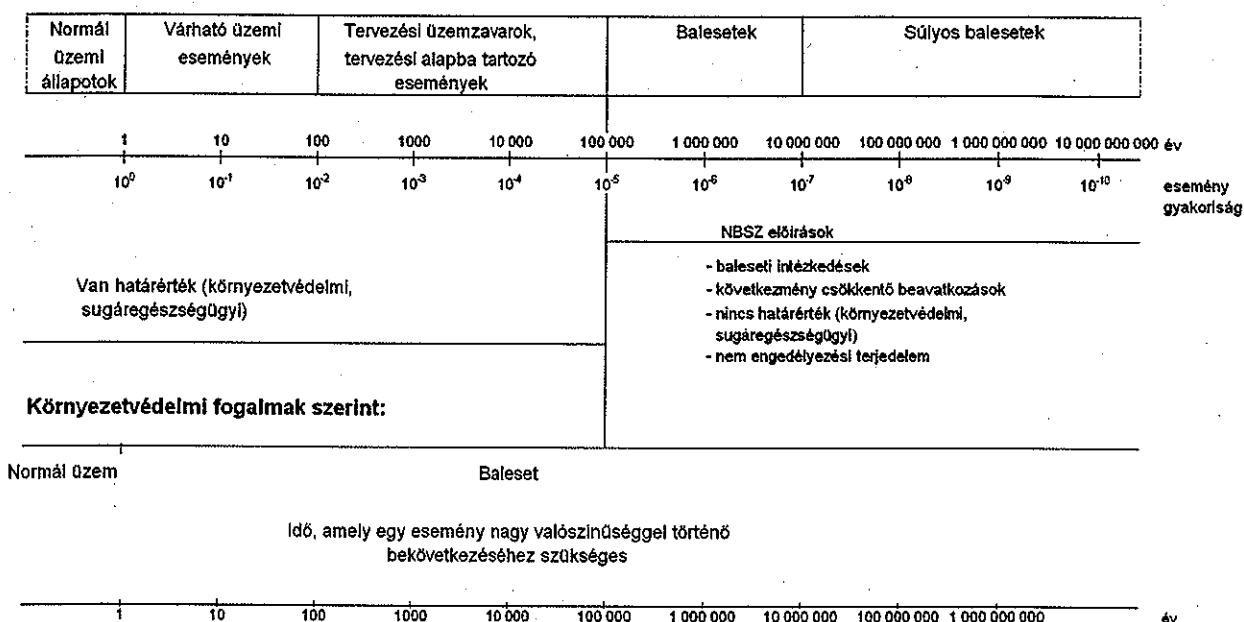
A fenti alapelvek alapján az erőművekre ún. tervezési üzemzavarokat definiáltak, amelyek a jelenlegi hatósági szabályozás szerint 10^{-2} eset/év és 10^{-5} eset/év közötti gyakorisági értékkel jellemezhetők, s ekkor még nem történik a nukleáris biztonsági kritériumokat meghaladó aktivitás kibocsátás a környezetbe. A tervezési üzemzavaroknál ritkább események (10^{-5} eset/év-nél kisebb gyakoriság) vezethetnek csak jelentős aktivitás kibocsátáshoz, ún. balesetekhez. Ilyen esetekben balesetelhárítási következmény csökkentő intézkedések meghozatalára lehet szükség, amivel az erőműre kidolgozott veszélyhelyzet-kezelési és intézkedési tervek foglalkoznak.

A lakosság megítélésében az üzemzavarok, balesetek környezeti következményei kapják a legnagyobb figyelmet, ezek válhatnak ki általában az atomerőművekkel szembeni féltelmet. Az üzemzavarok és balesetek megítélése a nukleáris és környezetvédelmi szabályozásban eltérő. Környezeti szabályozási szempontból minden, a normál üzemeltetéstől eltérő esemény „meghibásodás vagy baleset”, függetlenül a következményektől és a bekövetkezési valószínűségtől. A nukleáris szabályozás árnyaltabb és olyan eseményekkel is foglalkozik, amelyek 500 000–1 000 000 évente csak egyszer fordulhatnak elő. A két megközelítést a 7.-1. ábra mutatja be. Az üzemzavarok környezeti hatásainak értékelése igen összetett, a környezeti terjedési viszonyoktól erősen függő feladat. Ezt az értékelést az atomerőműveknek – számítással, becsléssel – el kell készíteni.

A paksi atomerőmű telephelye ellen irányuló katonai vagy terrortámadás lehetséges hatásainak vizsgálata jelen tanulmánynak nem képezi tárgyát. A nukleáris létesítmények fizikai védelméről – a világ más országaihoz hasonlóan – Magyarországon is a honvédelmi, illetve rendvédelmi szervek gondoskodnak, a háborús és terrorcselekmények nem tartoznak bele a műszaki és környezeti értékelések tematikájába.

Az európai reaktorokkal szembeni elvárásokra vonatkozóan a környezeti kibocsátásokra – különböző üzemállapotokat feltételezve – egy átfogó tanulmány az ún. EUR dokumentum (European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants) [7.-1] kibocsátási kritérium értékeket határoz meg az erőművek normál üzemére, tervezési (Design Basis Conditions – DBC) és tervezésen túli (Design Extension Conditions – DEC) állapotaira. A „Biztonság politika” részben záradékként hozzátesszik, hogy elvárandó, hogy a DEC állapotot meghaladó balesetek csak rendkívül kis gyakorisággal fordulhassanak elő. Később az anyag külön fejezetekben tárgyalja a DBC és DEC állapotokat, a DEC fejezetben pedig külön a súlyos baleseteket. Ezen utóbbiaknál hangsúlyozza, hogy a jelentős zónasérülésből származó jelentős kibocsátások megelőzésénél elsődleges prioritása van a megfelelő konténment kialakításának.

Nukleáris fogalmak szerint:



7.-1. ábra: Bekövetkezhető események éves gyakorisága

Normálüzemi kibocsátás

Az EUR a lakosságra vonatkozóan 0,1 mSv-ben határozza meg az évi normálüzemi dóziskorlátot (az ún. dózismegszorítást). Ezen kívül a tényleges kibocsátásokra célértékeket is meghatároz, a célértékek környezeti dóziskövetkezésménei ezen előbbi dózismegszorításnál lényegesen alacsonyabbak. Egy új atomerőmű létesítése során az érvényes előírás szerint ugyanazokat a határértékeket kell betartani, mint amit a hazai egészségügyi hatóság a jelenleg üzemelő erőműre megállapított.

Várható üzemi események

Az EUR azt írja elő, hogy várható üzemi események (DBC-2) esetében a kibocsátások nem haladhatják meg az éves normálüzemi határértékeket. Ez a követelmény lényegében analóg azzal a követelménnyel, hogy a várható üzemi események ne vezessenek a fűtőelemek burkolatának sérüléséhez, különbség azonban, hogy ilyenkor számolni kell az ún. jód spiking⁸ fellépésével is. A limitek teljesülését az üzemzavar elemzéseknek igazolniuk kell.

Üzemzavari kibocsátás

A primer konténmentből a hasadványok légköri kibocsátása a környezet felé függ a lehetséges kibocsátási útvonalaktól, az egyes útvonalak felé történő áramlástól, valamint a természetes és mesterséges visszatartó tényezőktől. A legtöbb reaktor esetén speciálisan kontrollálják a lehetséges kibocsátás szintjét, így az aktivitás visszatartása nagymértékben tervezésfüggő. Az egyes reaktortípusok az alábbi kibocsátást befolyásoló tényezőkben különböznek :

⁸ Jód spiking-nak nevezik azt a jelenséget amikor a fűtőelem burkolat repedésén keresztül a bejutó víz kimossa a benne oldódó anyagokat és a repedésen kijutó oldott jód primerkörü aktivitás növekedést eredményez.

- a primer konténment szivárgási hányadában,
- a szekunder konténment szolgáltatásban,
- a szekunder konténment szivárgási útvonalaiban,
- a szekunder konténment szűrőrendszereiben,
- a recirkulációs zsomp vizének szekunder konténment felé történő szivárgásában.

Az EUR követelmények [7.-1] egyértelműen meghatározzák a normálüzemi, üzemzavari és baleseti kibocsátási kritériumokat. Az EUR a 4. kategóriába sorolja a 200%-os nagycsőtörést. A tervezési üzemzavarokra a kibocsátást két független kritérium teljesülése korlátozza. A cél az, hogy a kibocsátás ne haladja meg azt az értéket,

- amely 800 méteren kívül sürgős óvintézkedés bevezetését indokolná,
- amely gazdasági következményeket vonna maga után.

Az EUR nem dóziskorlátot, hanem kibocsátási korlátokat javasol, kiküszöbölve ezáltal a dózisterhelés számításából származó eltéréseket.

Súlyos balesetek

Az EUR szerint a tervezésen túli balesetekre kibocsátási határértékeket kell előírni. Ezeket a határértékeket kell teljesíteni a következménycsökkentő balesetkezelési eljárások révén a balesetek döntő részére is. A tervezésen túli balesetek esetén a tervezőnek törekednie kell arra, hogy a kibocsátások a tervezési üzemzavarokra vonatkozó határértékeket se haladják meg. Mindezt az EUR követelmények [7.-1] részletesen tartalmazzák.

A tervezésen túli balesetekre vonatkozó kibocsátási határértékek lényegesen magasabbak lehetnek, mint a tervezési üzemzavarokra vonatkozó határértékek. Az EUR az erőművön kívül nem dóziskorlátot, hanem itt is kibocsátási korlátokat javasol, kiküszöbölve ezáltal a dózisterhelés számításából származó eltéréseket. A kibocsátást ezen állapotokban négy független kritérium teljesülése korlátozza. Ezek alapján célérték, hogy ne haladja meg a kibocsátás azt az értéket,

- amely 800 méteren kívül kimenéktést indokolna,
- amely 3 km-en kívül átmeneti kilakoltatást indokolna,
- amely 800 m-en kívül egy éven túli kilakoltatást tenne szükségessé,
- amely korlátozatlan gazdasági következményeket (pl. a nemzeti össztermékből származó kiesést) vonna maga után.

A negyedik kritérium a gazdasági következményeket hivatott korlátozni. Az EUR dokumentum alapján az első három kritérium teljesülése elegendő a követelmények kielégítéséhez.

Valószínűségi határértékek

A valószínűségi határértékek a biztonsági célok teljesülésének értékelésére hivatottak. A valószínűségi biztonsági elemzések egész módszertana itt nem kerül ismertetésre, csak az jegyzendő meg, hogy az alábbi számszerű határértékek a pontértékekre vonatkoznak, bár az elemzési eredmények bizonytalansági értékelése igen fontos.

A nemzetközi gyakorlatban két követelményt szükséges megfogalmazni. Az egyik limitálja azon esetek bekövetkezésének valószínűségét, amikor a tervezési üzemzavarok elfogadási kritériumai sérülnek (zónasérülési gyakoriság). A másik követelmény arra vonatkozik, hogy milyen valószínűséggel következhetnek be olyan esetek, amikor a radioaktív kibocsátás meghaladja a tervezésen túli balesetekre vonatkozó határértékeket (nagy radioaktív kibocsátás gyakorisága). A

vonatkozó EUR követelmények, melyeket érvényesíteni kell az új reaktorblokkok tekintetében a következők:

- Az 1. szintű valószínűségi elemzéseknek igazolniuk kell, hogy a zónasérülési gyakoriság nem haladja meg a 10^{-5} /év értéket (minden kezdeti eseményre, kivéve a földrengést és a szabotázszt).
- A 2. szintű valószínűségi elemzéseknek igazolniuk kell, hogy a nagy radioaktív kibocsátás kumulatív gyakorisága nem nagyobb a 10^{-6} /év értéknél (minden kezdeti eseményre, kivéve a földrengést és a szabotázszt).
- A korai konténment sérülést és katasztrófális radioaktív kibocsátást okozó nagynyomású tartálysérülés, hidrogénrobbanás, gőzrobbanás és reaktivitás balesetek gyakorisága egyenként nem lehet nagyobb, mint 10^{-7} /év.

A paksi telephelyre tervezett lehetséges harmadik generációs reaktortípusok (az EPR, az AP1000 és a VVER-1000) EUR megfelelőségét igazolták, mindhárom típus teljesíti az EUR szerinti kibocsátási kritérium értékeket mind a normál üzemre, mind a tervezési és a tervezésen túli üzemzavarokra vonatkozóan.

Az üzemzavari beavatkozási övezet kiterjedésének becslése

Az üzemzavari kibocsátások által érintett terület kijelölésére az EUR kizárólag balesetelhárítási szempontokat figyelembe véve ad iránymutatást. Ezen ajánlás alapján a DBC-3 (kis átmérőjű csőtöréses esemény) és DBC-4 (nagy átmérőjű csőtöréses esemény) üzemzavaroknak úgy kell lezajlania, hogy 800 m-es övezeten kívül sürgős óvintézkedés (kimenekítés) bevezetése ne legyen indokolt. Ez azt jelenti, hogy ezen a tartományon kívül a dózisterhelések nem haladhatják meg DBC-3 esetén az 1 mSv, DBC-4 esetén az 5 mSv értéket. Ezen követelmények kielégítéséhez rendelt övezet az erőmű 800 m-es környezete. A tervezésen túli balesetekre (DEC) meghatározott követelményekben ezt kiegészíti egy olyan elvárás is, miszerint ezen eseményeknek úgy kell lezajlania, hogy az erőmű 3 km-es övezeten kívül ne kelljen ideiglenes óvintézkedést (átmeneti kilakoltatást) elrendelni. Ezen követelmény kielégítéséhez rendelt terület az erőmű 3 km-es környezete. Az egyes területek elhelyezkedését mutatja be a 7.-2. ábra, mely pirossal a 800 m-es, sárgával a 3 km-es övezet határát illusztrálja.

Nem nukleáris üzemzavarok

Az atomerőművekben alkalmazott technológiák meghibásodásából, a technológiákban használt veszélyes anyagokból, a keletkezett veszélyes hulladékokból stb., adódóan az erőműben nem nukleáris (hagyományos) környezeti hatással járó üzemzavarok (rendkívüli esemény) is bekövetkezhetnek. Az üzemzavarok elhárítására, a környezeti következmények csökkentésére és felszámolására az atomerőmű kidolgozott tervekkel kell, hogy rendelkezzen.



7.-2. ábra: EUR szerinti üzemzavari beavatkozási övezetek

Irodalomjegyzék

[7.-1] European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants, Revision C, April 2001.

8. A felhagyás környezeti következményei

A nukleáris létesítményekre meghatározott követelményekkel összhangban az atomerőművek üzemidejének végét követő leszerelés, felhagyás előkészítése már az erőmű tervezési tevékenységének szerves 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 nukleáris létesítmények kiemelt jelentőségét figyelembe véve a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ), illetve más, az atomenergia hasznosítását koordináló, szabályozó nemzetközi szervezetek a nemzetközi gyakorlat feldolgozásával és ismertetésével, illetve ezek alapján megfogalmazott ajánlásokkal támogatják a konkrét leszerelések megvalósítását.

A nukleáris létesítményekre vonatkozó törvényi előírásoknak, szabályozásoknak megfelelően a paksi atomerőműre rendelkezésre áll az erőmű jelenlegi életciklusának megfelelő előzetes leszerelési terv. A leszerelési tervet az atomerőművek leszereléséről szóló NAÜ ajánlások és a leszerelések területén kialakult nemzetközi gyakorlat alapján állították össze, illetve ezeknek megfelelően aktualizálják rendszeres időközönként.

Új atomerőművi blokkok létesítése esetén azok leszerelését, felhagyását a jelenleg üzemelő blokkok leszerelése során szerzett tapasztalatok bázisán az érvényes jogszabályi előírások alapján kell majd elvégezni. Ebből következően az új blokkok leszerelésének kérdéskörét a jelenleg üzemelő paksi blokkokra vonatkozó követelmények, stratégiák tükrében célszerű áttekinteni. [8.-1]

8.1. Az atomerőművek leszerelésének, felhagyásának folyamata, célja

A leszerelés vagy felhagyás olyan adminisztratív és műszaki tevékenységek összessége, melyek egy nukleáris létesítmény esetén lehetővé teszik a radioaktívan szennyezett és az inaktív berendezések, épületek hatóság által ellenőrzött módon történő eltávolítását, lebontását, az energiatermelő tevékenység felhagyását.

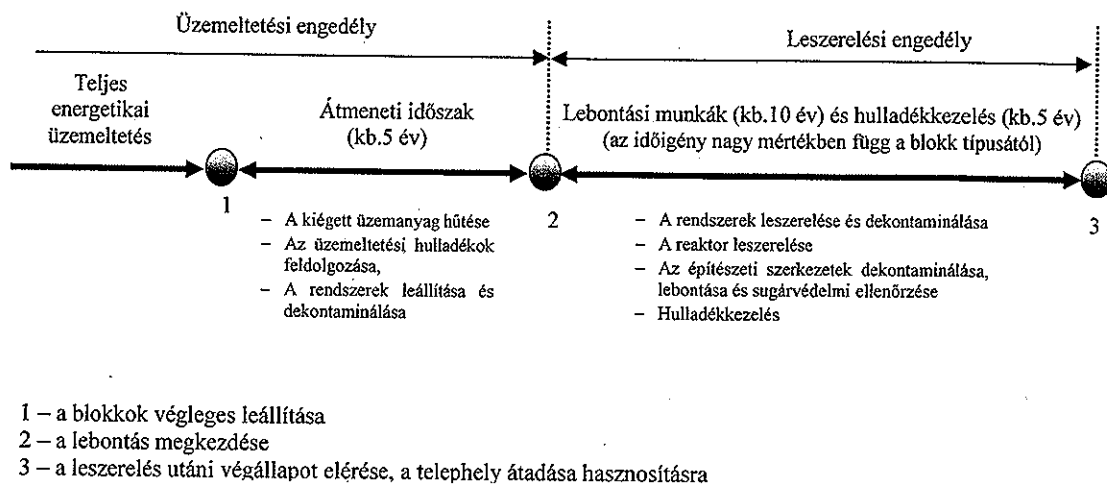
A leszerelési folyamat az atomerőművi blokk végleges leállításával kezdődik. A folyamat kezdeti részét képezi a telephelyen lévő kiégett fűtőelemek és az üzemeltetésből származó radioaktív hulladékok eltávolítása, amelyet a berendezések, szerkezetek és épületek lebontási munkáiból származó radioaktív és nem radioaktív hulladékok, kezelése, elszállítása és elhelyezése követ.

A leszerelés célja, hogy a leszerelési, lebontási munkák befejezését követően a telephelyre vonatkozó korlátozások feloldhatóak legyenek, és a telephely tulajdonosának döntése alapján, illetve helyi és regionális érdekek figyelembevételével újból hasznosítható legyen.

A felszámolás szerinti végállapot többféle is lehet. Ha a telephely tulajdonosa az üzemelés során nem elszennyeződött létesítmény részekre igényt tart más hasznosítási célra, akkor csak az elszennyeződött épületeket, berendezéseket kell lebontani. Emellett, a nemzetközi gyakorlatban elterjedt másik megoldás az ún. „zöldmezős” végállapot elérése. Ebben az esetben a létesítmény minden földfelszíni részét lebontják, és ezzel biztosítják a telephely teljes mértékben korlátozás nélküli más irányú hasznosítását. A paksi atomerőműre érvényes jelenlegi tervek szerint az üzemelő négy blokk végleges leállítását követően „zöldmezős” állapot elérését célozták meg.

8.2. Az atomerőművi blokkok leszerelésénél követhető stratégia

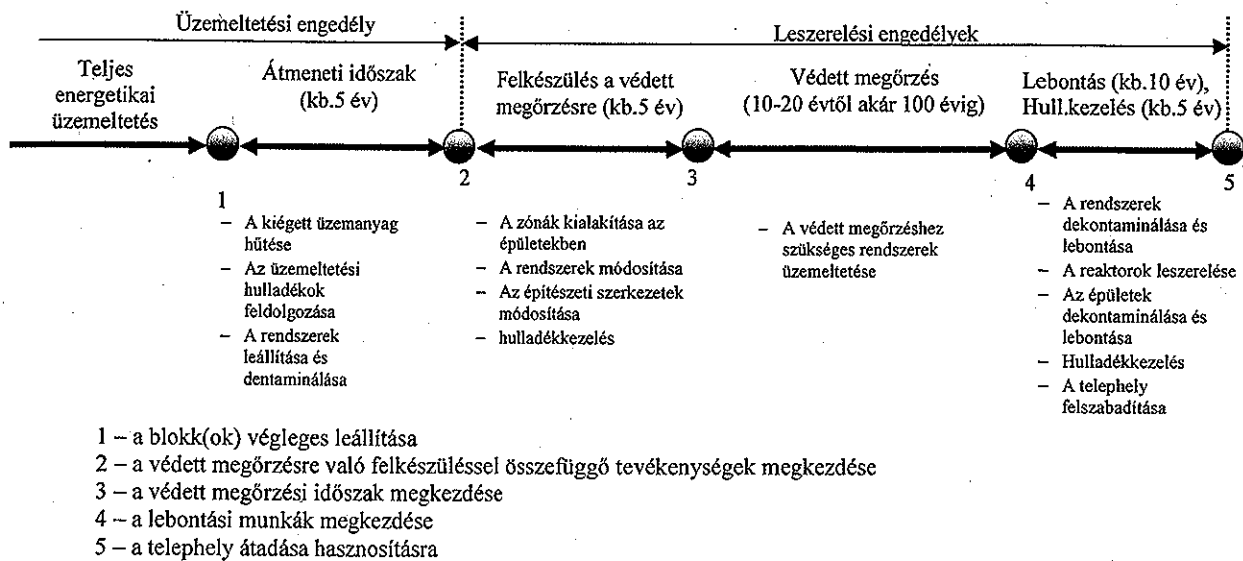
A NAÜ osztályozásának megfelelően a nukleáris létesítmények leszerelésére alapvetően kétféle leszerelési stratégiai irányt különböztetnek meg: azonnali leszerelést és halasztott leszerelést. Az első változat esetében az atomerőművi blokkok végleges leállítását, illetve a kiegészített üzemanyag és az üzemelés alatt keletkezett radioaktív hulladék kiszállítását követően azonnal megkezdődnek a lebontási munkák. Ennek a változatnak a fő előnye, hogy a telephely hamarabb felszabadul, az egyéb hasznosítás céljaira rendelkezésre áll. Hátránya azonban, hogy a lebontási munkákat kedvezőtlenebb sugárvédelmi körülmények között kell végezni, több radioaktív hulladék keletkezik, így valamivel nagyobb költséget igényel. Az azonnali leszerelés választása esetén – melynek főbb fázisait a 8.-1. ábra szemlélteti – a végleges leállítás után mintegy 20 év alatt lehet elérni a telephely felszabadítását.



8.-1. ábra: Az azonnali leszerelés fázisai

A halasztott leszerelés esetében a létesítmény felaktiválódott és radioaktívan elszennyeződött részét/részeit az ún. „védett megőrzés” állapotába helyezik akár több évtizedre is (gyakorlatilag konzerválják az erőmű egy részét). A védett megőrzés időszaka alatt a radioaktív izotópok lebomlása következtében a későbbi bontást végző személyzet lényegesen kedvezőbb radiológiai körülmények között tud dolgozni, és a keletkezett, végleges elhelyezést igénylő radioaktív hulladékok mennyisége is kisebb. A halasztott leszerelés hátrányaként említhető, hogy a telephely későbbi hasznosíthatósága mellett a konzerválási időszak utáni bontási munkákhoz már nem áll rendelkezésre az üzemviteli személyzet szaktudása. A halasztott leszerelés – mely a védett megőrzéssel, illetve az erre történő előkészületi idővel „hosszabbodik” – főbb fázisait a 8.-2. ábra szemlélteti. A védett megőrzési időszakot nem számítva a halasztott leszerelés időigénye kb. 25 év.

A paksi atomerőmű üzemelő blokkjaira vonatkozó jelenlegi leszerelési koncepció szerint a blokkok radioaktívan szennyezett részeit, épületeit 70 éves védett megőrzés után bontanák le, a leszerelési tevékenység kb. 25 évig tartana. Ebből az következik, hogy az új blokkok 60 éves üzemideje alatt a mai blokkok leszerelésével kapcsolatos tényleges tevékenységekre – pl. felaktiválódott berendezések, épületek bontására – nem kerül sor. Ez az opció a telephely további hasznosítására vonatkozó tervek függvényében azonban változhat a jövőben.



8.-2. ábra: A halasztott leszerelés fázisai

8.3. A leszerelés környezeti hatásai

A jelenleg hatályos, a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról szóló 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet szerint az atomerőmű, atomreaktor felhagyása környezetvédelmi engedélyhez kötött tevékenység, amelyhez környezeti hatásvizsgálatot kell végezni. A környezeti hatástanulmányt már a blokkok leállítása előtt el kell készíteni, és jóváhagyásra be kell nyújtani a hatóságnak. Ezen túlmenően a leszerelés a nukleáris biztonsági engedélyezés szempontjából is engedélyköteles tevékenység.

Az atomerőművi blokk leszereléskor, lebontásakor nagy volumenű, hosszú éveken keresztül tartó, bár az építéskor alkalmazott létszámnál kisebb létszámmal végzett különböző dekontaminálási, bontási, vágási, hulladékkezelési, szállítási és hulladék-elhelyezési tevékenységeket kell végezni. A munkaerő telephelyi tartózkodásából eredő járulékos hatásként a vízfelhasználás, szennyvíz kibocsátás és kommunális hulladékképződés említhető meg.

A paksi atomerőmű jelenleg üzemelő blokkjainak lebontását az előzetes leszerelési terv szerint a csúcsidejében mintegy 1000–1100 fő fogja végezni. Ha az új blokkokat is kb. ebben az időben szerelik le, – figyelembe véve a 60 éves üzemidőt, az azonnali leszerelési opciót és a munkaszervezésben rejlő racionalizálási lehetőségeket is – akkor hozzávetőlegesen 1500 fő csúcslétszámot lehet feltételezni a bontási munkák éveiben.

A leszerelési munkák elvégzéséhez jelentős mennyiségű olyan technikákat is alkalmazni kell, amelyek használatát figyelembe kell venni a környezeti hatások értékelésénél. Ilyenek például a nagynyomású vízugaras vágógépek, betonfűrők, önjáró légkompresszorok, bulldózerek, bontó exkavátorok, rakodógépek, manipulátorok, dekontamináló berendezések.

A lebontási munkákból jelentős mennyiségű radioaktív és inaktív hulladék képződik. Ezeket az aktív és inaktív hulladékokat a nemzetközi gyakorlatot tükröző, meglévő hazai szabályozásoknak megfelelően lehet kategorizálni, és a kategóriáknak megfelelően kezelni. A leszerelésből származó kis és közepes aktivitású hulladékok mennyisége néhány 10 000 m³-re tehető, és a végleges elhelyezésüket a Bataapatiban létesítési fázisban lévő lerakóban lehet megoldani a jelenleg tervezett tároló kapacitás további bővítésével.

A bontási hulladékok túlnyomó többsége a több százezer m³-nyi inaktív hulladék. Ez a hulladékkategória főként újrahasznosítható fémhulladékokat, építési törmelékeket tartalmaz. (Az előbbiekből is kitűnik, – és a nemzetközi gyakorlat is alátámasztja – hogy a lebontási munkákból származó hulladékoknak csak 3–5%-a lesz radioaktív hulladék.)

A hulladékképződés, mint legjelentősebb hatás mellett kell megemlíteni a szállítási tevékenységet (bontási hulladékok, radioaktív hulladékok, leszerelést végző személyzet szállítása, stb.). A szállítás várhatóan az építési fázissal megegyező környezeti hatásokat fog eredményezni, bár a szállítási tevékenység intenzitása a leszerelés hosszabb időtartama miatt kisebb. Önálló hatótényező lesz a zajterhelés, mivel a bontási technikák és az alkalmazott berendezések általában jelentős zajforrások. Ez várhatóan problémát nem fog okozni, mert az atomerőmű közvetlen közelében nincs és továbbra sem lehet lakott terület.

8.4. Leszerelési költségek és fedezetük

A nemzetközi tapasztalatok azt mutatják, hogy a leszerelés költségei a létesítési költségek mintegy harmadára/negyedére tehetőek. A hatályos szabályozás szerint a Központi Nukleáris Pénzügyi Alapba történő befizetések nemcsak az atomerőművekben keletkezett kiégett fűtőelemek és radioaktív hulladékok végleges elhelyezésének, hanem a létesítmény leszerelésének költségeit is fedezik. Ebből következően – az új blokkok üzemelése alatt is folytatva a jelenlegi gyakorlatot – a leszerelés pénzügyi vonatkozásban nem terheli a jövő generációit.

Irodalomjegyzék

- [8.-1] A paksi telephelyen tervezett új atomerőművi blokkok típusfüggetlen előzetes környezeti tanulmányához kapcsolódó részfeladatok teljesítése, SOM(R)2/103, SOM System Kft., 2008. február 14.

9. A lehetséges országhatáron áterjedő hatásokra vonatkozó információk

A környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról szóló 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet szerinti környezeti hatásvizsgálat során már az előzetes vizsgálatban értékelni kell, hogy a tervezett tevékenység következtében előreláthatóan országhatáron áterjedő környezeti hatások lehetősége felléphet-e.

Az országhatáron áterjedő környezeti hatások vizsgálatáról szóló, 1991-ben aláírt Espoo-i egyezmény, valamint a 97/11/EK számú Európa Tanácsi irányelvvel módosított 85/337/EGK irányelv szerint az országhatáron áterjedő hatások lehetőségének vizsgálatát a magukat hatásviselőnek tekintett országokkal együttműködve kell végezni.

A létesítendő új atomerőművi blokkok központi tervezési alapeleme a biztonság. Amennyiben az erőmű megépítésére döntés születik, akkor a tervek a legújabb, az európai uniós elvárásoknak is megfelelő biztonsági követelményeket veszik majd figyelembe. Az új erőmű tervei már kiterjednek a súlyos üzemzavarok kezelésére, következményeinek mérséklésére. A potenciális veszélyhelyzetek, súlyos üzemzavarok elemzése már az erőmű tervezési fázisában megtörténik, és a tervek ezekre megbízható műszaki védelmet biztosítanak.

A környezeti hatások bizonyos időjárási feltételek mellett a magyar határokon túlra terjedésének lehetősége az olyan rendkívül valószínűtlen üzemzavari helyzetekben is nagyon kicsi, melyek során a súlyos üzemzavarok kezelésére és azok következményeinek mérséklésére a tervekbe beépített óvintézkedések ellenére nagy radioaktív kibocsátás keletkezhet. Az előkészítésnek ezen a szintjén a magyarországi területeken túlra kiterjedő más hatások azonosítására még nem került sor. Ezt a kérdést részleteiben a környezeti hatásvizsgálat során készülő környezeti hatástanulmány tárgyalja majd.

Az atomerőműből normál üzemmenetben csak a felszíni vizekbe történő kibocsátások (radioaktív anyagok, hőterhelés, használtvizek) esetében lehet feltételezni országhatárokon áterjedő hatást. Üzemzavarok esetén ezek mellett légnemű kibocsátások is előfordulhatnak.

Az Espoo-i egyezmény a határokon áterjedő jelentős hatásokkal foglalkozik. A jelentőség kérdéskörét az atomerőmű bővítésénél alapvetően befolyásolja az a tény, hogy környezeti szempontból a hatások növekedésével lehet számolni. Az atomerőmű üzemelése alatt várható környezeti állapot (eltekintve a nem az erőművel összefüggő tendenciákat, pl. a szennyvíztisztítók számának gyarapodását, a forgalom növekedését) azonban csak minimális mértékben térhet el a jelenlegi környezeti állapottól, gyakorlatilag azzal megegyezőnek tekinthető. Ez azt is jelenti, hogy a Dunában, illetve haváriák esetén a levegőben megjelenő, és műszeresen a határ túloldalán is kimutatható állapotjellemzők továbbra is fennmaradnak.

Radioaktív kibocsátások a levegőbe

Az atomerőmű normál üzemeltetéséből jelenleg néhányszor 10^{11} Bq/nap levegőkörnyezeti radioaktív nemesgáz aktivitás és kb. $1,5 \times 10^{10}$ Bq/nap trícium (^3H) kibocsátás történik. Ez a kibocsátott mennyiség az országhatárig a legkonzervatívabb becslések szerint is egymilliomod részére hígul, így a várható koncentrációk nemesgáz szempontjából 1 Bq/m^3 , míg trícium szempontjából nagyságrendekkel ez alatt lesznek. Ezt a becsült aktivitást a jelenlegi műszeres módszerekkel ki lehet mutatni, de a növekményt, azaz a paksi atomerőmű járulékát a háttér terheléstől nem lehet megkülönböztetni. A sugáregészségügyi hatások az emberre és a biótára már sokkal hamarabb – az atomerőműtől mért 10–12 km-es távolságon belül – az értékelhető és kimutatható szintek alá csökkennek, egészében semleges minősítésűek a környezetben. A fentiek a ^3H -ra és a nemesgázokra vonatkoznak. A hosszabb felezési idejű, így a környezetben esetleg

felhalmozódó, izotópok kibocsátása 10^4 – 10^7 Bq/nap értékkel jellemezhető, ami a határoknál kialakuló koncentrációkat a tized mBq/m³ értéktartományban valószínűsítik, ez gyakorlatilag a kimutatási határ alatt van.

A tervezési üzemzavarok során a jelenleg üzemelő atomerőműre vonatkozóan számított kibocsátások terjedése az országhatáron kimutatható mértékű 10^4 – 10^5 Bq/m³ radioaktív nemesgáz koncentrációkat eredményez, de ezek sugáregészségügyi hatásai – a kisebb valószínűséggel előforduló kedvezőtlen meteorológiai állapotra vonatkozóan is – még az erőmű környezetében, az országhatárokon belül semleges szintre csökkennek. Normál légköri viszonyok esetén az országhatárnál várható aktivitáskoncentrációk 100-szor vagy 1000-szer alacsonyabbak lesznek.

A paksi telephelyre tervezett lehetséges blokk típusok (EPR, AP1000, VVER-1000) közül mindhárom teljesíti a 7. fejezetben ismertetett EUR (European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants) [9.-2] szerinti környezeti kibocsátási kritérium értékeket mind normál üzemre, mind tervezési és tervezésen túli üzemzavarokra vonatkozóan. Az EUR követelményeknek való megfelelés vizsgálatát az atomerőmű jelenleg üzemelő négy blokkjára vonatkozóan is elvégezték és megállapították, hogy a kritériumoknak a meglévő blokkok is megfelelnek. Ezen követelményeknek megfelelően az erőmű meglévő és tervezett új blokkjainak kibocsátásaiból eredő környezeti hatásai a létesítmény szűkebb környezetére korlátozódnak.

A fentiek alapján a radioaktív légköri kibocsátások az országhatáron kívül – várhatóan a megnövelt kapacitású, új blokkokkal bővített atomerőműre vonatkozóan is – még tervezési üzemzavar esetén is semlegesek, tehát nem minősíthetők jelentősnek.

Radioaktív kibocsátások a felszíni vizekbe

A normál üzemeltetés során jelenleg a felszíni vizekbe kevesebb, mint 1,5 GBq/év hasadási és korróziós termék-aktivitás kerül. Ez a Dunába a minimális észlelt vízhozammal számolva 50–60 mBq/m³ aktivitáskoncentrációt eredményez, amit közvetlen műszeres mérésekkel nem, de radioanalitikai módszerekkel esetleg még ki lehet mutatni. A hosszabb élettartamú komponensek lebegtetett vagy görgetett üledéken való felhalmozódása észlelt jelenség, de ez együtt vándorol az üledékekkel, s az emberre és az élővilágra gyakorolt hatása már az atomerőmű környezetében elenyésző.

Az atomerőműből jelenleg évente kb. 20 TBq ³H kibocsátás történik, aminek a végső befogadója a Duna. Kisvízi körülmények között ez a kibocsátás mérhető mennyiségben jelenik meg a határszélvényben (kb. 300–600 Bq/m³), de sugáregészségügyi hatása nincs.

A jelenleg üzemelő atomerőműből a nagy átmérőjű hidegági csőtöréses üzemzavar következmény felszámolása kapcsán történő vízkörnyezeti kibocsátások hatásaként a Dunában kisvíz esetén 170–200 mBq/m³ hasadási és korróziós termék aktivitáskoncentráció megjelenése várható a határszélvényben, ami nagyságrendileg rendkívül közel van a normálüzemi kibocsátáshoz, és növekedése az új blokkok üzembe helyezése után sem várható.

A fentiek – valamint az EUR követelmények teljesítése – alapján jelentősnek minősíthető határokon áttérjedő radiológiai vízkörnyezeti hatás nincs, mivel a felszíni vizekbe bocsátott radioaktív anyagok hatása a határnál már semleges.

Hőkibocsátás a Dunába

Az elmúlt években végzett termovíziós légifelvétel és helyszíni hőmérséklet mérések alapján megállapították, hogy a melegvíz csóva hatása a beömlés alatt kb. 25–30 km-rel még mérhető, de már csak minimális mértékben. A Sió betorkolása alatt – az áramlási viszonyok megváltozása, a

keveredés, stb. miatt – a már amúgy is kimutathatósági szint határán lévő hőmérséklet-többlet a vizsgálatok szerint már belesimul a természetes háttérbe. A hatásviselőket (pl. vízi élővilág) is érő hatások azonban e területen jóval belül maradnak, a mérések szerint csak a melegvíz csatorna alatti néhány km-es folyószakaszon ismerhetők fel.

Az atomerőmű új blokkokkal való tervezett bővítésének megvalósulása esetén az erőművi rendszerek hűtési igénye növekedni fog. A Dunából kiemelt hűtés céljára felhasznált víz mennyiségének jelentős növelését és a visszavezetett felmelegedett víz okozta hőterhelés emelkedését elkerülendő az új reaktorok hűtése a tervek szerint hűtőtornyok létesítésével történik, ezért a dunai hőterhelés emelkedése nem várható, így emiatt országhatáron átterjedő jelentős hatással várhatóan nem kell számolni.

Hagyományos szennyezőanyagok kibocsátása

Hagyományos szennyezőanyagok a Dunába egyrészt normál üzemben, másrészt haváriák esetén kerülhetnek. Vízszennyezésnél általában a következő esetekben lehet a jelentőséget egyértelműen kimondani:

- ha valamely szennyezőanyag terhelés miatt a határszelvényben a folyót egy, vagy több vízminőségi komponens tekintetében a jelenleginél rosszabb osztályba kell besorolni,
- ha a vízminőség romlás (ugyan nem haladja meg az osztályba sorolás kritériumait, de) legalább 20–30%-os a határszelvényben,
- ha egyszerre több olyan szennyezőanyag kerül a vízbe, vagy egyszerre többféle más terhelés éri, melyeknél a határszelvényben még kölcsönhatásokra kell számítani, tehát a többféle szennyezés összegződő hatása nem kiszámítható, így a kockázat nagy,
- ha az országhatárig a tervezett tevékenység vizsgált kibocsátásának megfelelő más terheléssel is kell számolni.

Jelen esetben sem az első kettő, sem az utolsó kitétel nem áll fenn, amit hosszú időn át végzett vízminőségi mérések értékelése mutat. Az viszont igaz az atomerőműnél, hogy egyszerre többféle szennyezőanyag terhelést bocsát ki a Dunába (radioaktív anyagok, szennyvíz, ipari vizek és hőterhelés). Ezek közül számottevő, a hatások összegződését elősegítő hőterhelésre a határnál már nem kell számítani. Az erőmű által kibocsátott többlet kommunális szennyvizek hatása a Duna amúgy is jelentős terhelése miatt gyakorlatilag nem vagy csak igen rövid szakaszon jelentkezhet. A radioaktív és az ipari víz a határszelvényben ugyan kimutatható, de vélhetően azonban önmagukban egyik sem jelentős hatással. Mivel kumulációjukkal nem kell számolni, kedvezőtlen hatásaik egymást ilyen csekély koncentrációban nem erősítik, így összeadódásuk után sem számolunk semlegesnél nagyobb hatásokkal.

Az országhatárokon átterjedő környezeti hatások jelenlegi megítélését – mivel új környezeti hatótényező, illetve hatásfolyamat megjelenésével nem kell számolni – várhatóan nem befolyásolja az új blokkok 2020–25-re tervezett üzembe helyezése. A telepítési hely, a tevékenység jellege, a számításba vett hatótényezők és hatásfolyamatok terjedési módja és lehetőségei a jelenlegivel azonosak. A meglévő négy blokk üzemidejének tervezett meghosszabbítása esetén azonban a régi és az új blokkok párhuzamos működésének időszakában – 2032–37-ig, a régi blokkok leállításáig – a környezeti kibocsátások kis mértékű emelkedésével kell számolni. A jelenleg elérhető új atomerőművi technológiáknál a jelentős fejlesztéseknek köszönhetően igen alacsony környezeti kibocsátásokkal és megnövelt biztonsággal lehet számolni, így az országhatárokon átterjedő hatásokra vonatkozó megállapítások várhatóan a megnövelt kapacitású atomerőmű működésére vonatkozóan is érvényesek lesznek.

Irodalomjegyzék

- [9.-1] A Paksi Atomerőmű üzemidő-hosszabbítása, Környezeti hatástanulmány, 000000K00004ERE/A, ETV-ERŐTERV Rt., 2006. február 20.
- [9.-2] European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants, Revision C, April 2001.

10. Javaslatok az új blokkok létesítéséhez kapcsolódó vizsgálatokra

A paksi telephelyre tervezett új atomerőművi blokkok üzembe lépéséhez kapcsolódóan szükség lesz egy környezeti és telephely monitoring program kidolgozására és végrehajtására, amelynek tematikája alapulhat a jelenleg üzemelő blokkok üzemidő-hosszabbításának előkészítése során elvégzett telephely jellemzési programra. A program kidolgozása során meg kell találni a kapcsolódási pontokat az üzemelő atomerőmű jelenlegi telephely- és környezetellenőrzési programjaival.