

SOM
SYSTEM
mérnöki iroda

SOM SYSTEM KFT
2040 Budaörs, Szabadság út 193.
Tel:36/23/444-770, Fax:36/23/420-733

LÉVAI PROJEKT



**A PAKS TELEPHÉLYEN LÉTESÍTENDŐ
ÚJ ATOMERŐMŰI BLOKKOK
DÓZISMEGSZORÍTÁSÁNAK MEGALAPOZÁSA**

DOKUMENTÁCIÓ AZONOSÍTÓ:

SOM(R)435/1 Rev.3.
5401 03A00014 SSA

2011.09.01.



MLM Paks II. Zrt.

SOM SYSTEM KFT

A PAKS TELEPHELYEN LÉTESÍTENDŐ ÚJ ATOMERŐMŰI BLOKKOK DÓZISMEGSZORÍTÁSÁNAK MEGALAPOZÁSA

DOKUMENTUM AZONOSÍTÓ

SOM(R)435/1 Rev.3.
5401 03A00014 SSA

Készítette:

Dr. Berckes Andor

Dr. Sági László

Dr. Ivó Mária

Ellenőrizte:

Ördögh Miklós

Jóváhagyta:

Ördögh Miklós

2011.09.01.

Ez a dokumentáció a SOM System Kft. szellemi terméke. A SOM System Kft. hozzájárulása nélkül nem használható fel vagy másolható az MVM Zrt. és a PA Zrt. szervezeti egységein kívül álló szervezetek vagy személyek számára.

MVM Paks II. Zrt.

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS	6
1. A LAKOSSÁGI DÓZISMEGSZORÍTÁSRA VONATKOZÓ HAZAI SZABÁLYOZÁS ÉS GYAKORLAT	8
1.1. A hazai jogi szabályozás áttekintése	8
1.1.1. A dózismegszorítással kapcsolatos szabályozási kérdések	9
1.1.2. A dózismegszorítás szabályozásának sugárvédelmi kérdései	10
1.2. Az eddigi hatósági gyakorlat áttekintése	11
1.2.1. PAE és KKÁT	11
1.2.2. KFKI-AEKI BR és Izotóp Intézet Kft. izotópgyártás	13
1.2.3. BME NTI OR	14
1.2.4. Uránbánya rekultiváció (Mecsekérc Rt.)	14
1.2.5. Radioaktív hulladék-tároló (Püspökszilág RHFT)	15
1.2.6. Radioaktív hulladék-tároló (Bátaapáti NRHT)	15
1.3. Összefoglaló megállapítások	16
2. A HAZAI JOGI SZABÁLYOZÁS ÉRTELMEZÉSE AZ ENGEDÉLYES – TERMÉSZETES VAGY JOGI – SZEMÉLYRE VONATKOZÓAN	18
3. A VONATKOZÓ NEMZETKÖZI AJÁNLÁSOK	20
3.1. Az ICRP ajánlásokban szereplő megfontolások	20
3.1.1. Kritikus lakossági csoport és jellemző személy	22
3.1.2. A dózismegszorítás jellemző értéke	22
3.2. A NAÜ jelenlegi és tervezett biztonsági alapszabályzata	22
3.3. A 96/29/EURATOM irányelv	23
4. A LAKOSSÁGI DÓZISMEGSZORÍTÁS NEMZETKÖZI ALKALMAZÁSI GYAKORLATA	24
4.1. Az egyes országok szabályozási gyakorlata	24
4.2. Összefoglaló megállapítások	26
5. A LÉTESÍTÉS TELEPHELYE ÉS A LÉTESÍTENDŐ FORRÁSOK	28
5.1. A létesítés telephelyének ismertetése	28
5.2. A telephely környezetének demográfiai, mezőgazdasági, meteorológiai és hidrológiai jellemzői	29
5.2.1. Demográfiai jellemzők	29
5.3. A létesítendő blokk típusok ismertetése	31
5.3.1. A G3 és a G3+ reaktorok legfontosabb tervezési tulajdonságai	32
5.3.2. Súlyos balesetekkel szembeni fokozott védettség	33
5.3.3. A továbbfejlesztés irányai reaktortípusok szerint	33
5.3.4. Továbbfejlesztett nyomottvízes reaktorok	33
5.3.5. A létesítendő blokk(ok) típusa, teljesítménye	34
5.3.6. Radioaktív kibocsátások és a lakosság közvetlen sugárterhelése	36
6. A LAKOSSÁG VONATKOZTATÁSI CSOPORTJA AZ ÚJ BLOKKOKRA	38
6.1. A légköri kibocsátásokból származó lakossági sugárterhelés	38

MVM Paks II. Zrt.

6.1.1 Kiindulási paraméterek a normál üzemi kibocsátásokra történő számításoknál	39
6.1.2 Kiindulási paraméterek az üzemzavari kibocsátásokra történő számításoknál	41
6.1.3 A normálüzemi légköri kibocsátásokból származó lakossági sugárterhelés	42
6.1.4 Az üzemzavari légköri kibocsátásokból származó lakossági sugárterhelés	45
6.2. A folyékony kibocsátásokból származó lakossági sugárterhelés	47
6.2.1. Számítási modell és kiindulási paraméterek	47
6.2.2. A normál üzemi folyékony kibocsátásokból származó lakossági sugárterhelés	49
6.2.3. Az üzemzavari folyékony kibocsátás járuléka	50
6.3. A blokkok közvetlen és szórt sugárzásából származó lakossági külső sugárterhelés	50
6.4. Javaslat a vonatkoztatási csoport kijelölésére	51
7. A JAVASOLT VONATKOZTATÁSI CSOPORT MESTERSÉGES FORRÁSOKBÓL SZÁRMAZÓ SUGÁRTERHELÉSE	52
7.1. A javasolt vonatkoztatási csoportot érő, mesterséges forrásokból származó többlet-sugárterhelés	52
7.1.1. A paksi telephelyen jelenleg üzemelő blokkok okozta sugárterhelés, illetve annak jövőbeni alakulása	52
7.1.2. A KKÁT okozta sugárterhelés, illetve annak jövőbeni alakulása	54
7.1.3. A kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladék szállításából származó sugárterhelés	55
7.1.4. A felszabadított radioaktív hulladékok szállításából adódó sugárterhelés	57
7.1.5. A kijelölt lakossági vonatkoztatási csoport orvosi alkalmazásokból származó, nem páciensként kapott sugárterhelése	58
7.1.6. Egyéb mesterséges forrásokból származó sugárterhelés	59
7.2. A lakosság sugáregészségügyi helyzetének jellemzése	60
7.3. Összefoglaló értékelés	61
8. A DÓZISMEGSZORÍTÁS ÉS A HATÁSMINŐSÍTÉS DÓZISÉRTÉKEINEK VISZONYA	62
8.1. A környezeti hatásminősítés dózisértékei	62
8.1.1 Semleges hatás	63
8.1.2 Elvezethető hatás	63
8.1.3 Terhelő hatás	63
8.1.4 Károsító hatás	64
8.2. A hatásminősítési értékek értékelése az új blokkok szempontjából	64
9. A LAKOSSÁGI DÓZISMEGSZORÍTÁS JAVASOLT ÉRTÉKE	65
9.1. A jogszabályi előírások felülvizsgálatának eredményei	65
9.2. A dózismegszorítás eddigi meghatározási gyakorlatának áttekintése	65
9.3. A nemzetközi ajánlások és alkalmazott dózismegszorítások áttekintése	66
9.4. A lehetséges blokk típusok dóziszárulékainak elemzése	66
9.5. A mesterséges forrásokból származó járulékok elemzésének eredményei	68
9.6. A dózismegszorítás javasolt értéke	68
10. A LAKOSSÁGI DÓZISMEGSZORÍTÁS HATÓSÁGI BEADVÁNYÁRA VONATKOZÓ JAVASLAT	70

MLM Paks II. Zrt.

IRODALOMJEGYZÉK.....	72
-----------------------------	-----------

Függelék.....	77
----------------------	-----------

F.1. EPR, European Pressurized Water Reactor

F.2. Advanced PWR (Westinghouse)

F.3. A VVER-1000 reaktor különböző változatai

F.4. ATMEA1 - Mitsubishi-AREVA

F.5. APR1400 - KEPCO

77

81

86

91

93

MVM Paks II. Zrt.

BEVEZETÉS

Az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény 7. § (2) bekezdése szerint új nukleáris létesítmény létesítését előkészítő tevékenység megkezdéséhez az Országgyűlés előzetes, elvi hozzájárulása szükséges. Az Országgyűlés 2009. március 30-i ülésén megtárgyalta és elvi hozzájárulását adta az új atomerőmű-blokkok paksi létesítését szolgáló előkészítő munka megkezdéséhez (25/2009. (IV. 2.) ÖGY határozat).

A paksi telephellyel tervezett blokkok létesítésének előkészítésére az MVM Zrt. létrehozta a Lévai-projektet. A Lévai-projekt célja az Országgyűlés elvi hozzájárulásában foglaltak végrehajtása a létesítés előkészítésének következő legfontosabb mérföldkövéig, a blokkok létesítésére kiírt tenderre beérkező ajánlatok kiértékeléséig. A létesítés előkészítésének egyik fontos feladatcsoportja a jogszabályokban előírt engedélyek beszerzése. Ennek egyik meghatározó feladata – amelyet már a tenderkiíráshoz is szükséges – az új blokkokra vonatkozó dózismegszorítás meghatározása.

A 16/2000. (VI. 8.) EüM rendelet előírásaival összhangban az új blokkokra érvényes dózismegszorításnak az Országos Tisztifőorvosi Hivatal által történő meghatározásához benyújtandó, megalapozó dokumentációnak a következő kérdésekre kell kitérnie:

- 1) a lakosság vonatkoztatási csoportjának meghatározása az új blokkokra,
- 2) a lakossági vonatkoztatási csoport sugár-egészségügyi helyzetének értékelése,
- 3) a dózismegszorítás javasolt értéke a lakosság vonatkoztatási csoportjára.

A megalapozó tanulmány elkészítésére az MVM Zrt. szerződést kötött a SOM System Kft.-vel. A szerződés értelmében első lépésként – az MTA KFKI AEKI-vel együttműködésben – a dózismegszorítás meghatározásának megalapozó tanulmányát készítettük el.

A jelen tanulmány első fejezetében áttekintjük az érvényes hazai szabályozást és annak alkalmazási gyakorlatát. A második fejezetben áttekintjük az engedély kérelem kérelmezőjével kapcsolatosan felmerülő kérdéseket. A harmadik fejezet a vonatkozó nemzetközi ajánlások feldolgozását, míg a következő fejezet a dózismegszorítás alkalmazásának nemzetközi gyakorlatát mutatja be.

Az ötödik fejezet a létesítésre jelen fázisban kijelölt területet, annak telephelyi jellemzőit és a figyelembe vett lehetséges blokk típusok dózismegszorítás meghatározása szempontjából releváns adatait foglalja össze.

A következő fejezet a vonatkoztatási csoport kijelöléséhez szükséges elemzéseket tartalmazza. Ennek részeként a blokk típusok normálüzemi és üzemzavari kibocsátásainak hatásait is vizsgáltuk, a dózismegszorítás meghatározásához szükséges terjedelemben.

A hetedik fejezet a javasolt vonatkoztatási csoport egyéb mesterséges forrásokból származó dóziszárulékainak meghatározását és elemzését tartalmazza. A következő fejezetben áttekintettük a dózismegszorítás és a környezetvédelmi engedélyezéshez kapcsolódó radiológia hatásminősítés kapcsolatát.

A kilencedik fejezetben megadtuk az új blokkokra vonatkozó dózismegszorítás javasolt értékét és annak indokolását.

Az utolsó fejezetben megfogalmaztuk a dózismegszorítás hatósági meghatározásához szükséges engedélykérelmet megalapozó dokumentáció annotált tartalmát.

A jelen tanulmány első változatának, majd azt követően az 1. revízió készítése idején, az addig elvégzett megvalósíthatósági vizsgálatok, elemzések szerint négy olyan blokk típus került előtérbe, amelyeket a vizsgált műszaki-biztonsági, gazdaságossági, környezeti és egyéb szempontok alapján, a paksi telephelyen megvalósíthatónak ítélték. A dózismegszorításra vonatkozó elemzések így az orosz AES-2006, az amerikai AP1000, a francia EPR és a francia-japán ATMEA1 blokk típusok figyelembevételével készültek.

Időközben a dél-koreai KEPCO cég által ajánlott APR1400 megnevezésű blokk típusról olyan információk jelentek meg, amelyek indokoltá tették egy újabb típus előzetes vizsgálatát is.

A fentiekben hivatkozott négy blokk típusal kapcsolatos elemzések készítése idején a dél-koreai gyártó még nem kívánt az általa fejlesztett blokk típust a világpiacra is értékesíteni. A KEPCO által vezetett konzorcium 2009-ben négy blokk létesítésére kiírt nemzetközi pályázatot nyert az Egyesült Arab Emírségben. Történt ez egy olyan versenyben, amelyben a paksi telephely vonatkozásában eddig figyelembe vett blokk típusok szállítói is részt vettek, így ez a blokk típus is felkeltette a hazai szakemberek érdeklődését.

Az APR-1400 hazai létesítésének megvalósítására eddig elvégzett vizsgálatok azzal az eredménnyel zárultak, hogy az új blokk műszaki, biztonsági jellemzői egyenrangúak az eddig vizsgált típusokkal. Javasoltak ezért, hogy ez a típus is szerepeljen a lehetséges változatok között.

A jelen tanulmány 2. majd – annak megrendelői zsűrizését követő – 3. revíziójának kidolgozását így a dél-koreai KEPCO cég APR1400 blokk típus figyelembevétele indokolta. Ennek megfelelően a kiegészítés terjedelmét elsősorban az határozta meg, hogy az újabb blokk a korábbiakhoz képest jelent-e új információt a dózismegszorítással kapcsolatos elemzések tekintetében, illetve az megváltoztatta-e a tanulmány 1. revíziójában közölt megállapításokat.

1. A LAKOSSÁGI DÓZISMEGSZORÍTÁSRA VONATKOZÓ HAZAI SZABÁLYOZÁS ÉS GYAKORLAT

1.1. A hazai jogi szabályozás áttekintése

Az 1980. évi atomtörvény sugárvédelmi végrehajtási rendelete (7/1988. (VII. 20.) SzEM) nem foglalkozott általában a dózismegszorítás fogalmával. A rendelet csak két speciális esetet szabályozott. Az atomerőműi kibocsátásokból származó lakossági sugárterhelést – 1000 MWe teljesítményre vonatkozóan – 250 $\mu\text{Sv/év}$ értékben korlátozta, illetve a radioaktív hulladéktároló működéséből eredően is 250 $\mu\text{Sv/év}$ értékeket írt elő.

Ezen kívül az akkor joghatályos MSZ 62/1-1989 szabvány szerint a lakosság kritikus csoportjára vonatkoztatási szintet („engedélyezett” dózishatárértéket) határozhatott meg az illetékes hatóság.

1998-ban a KKÁT létesítéskor áthidaló megoldásként az atomerőműre és a KKÁT-ra együttesen, egy telephelyre „megosztott” lakossági sugárterhelés vonatkoztatási szintet határoztak meg.

Az 1996. évi atomtörvény sugárvédelmi végrehajtási rendelete, a 16/2000.(VI.8.) EüM rendelet (a továbbiakban: EüM R.) már meghatározta és szabályozta a dózismegszorítást, majd a 15/2001.(VI.6.) KöM rendelet (a továbbiakban: KöM R.) egy lényeges alkalmazási területre – a kibocsátás határértékek meghatározására – írta elő használatát. (A két rendelet együtt történő említését az is indokolja, hogy egyes, elsősorban, de nem kizárólag módszertani kérdésekben a KöM R. lényegesen részletesebb szabályozást tartalmaz.)

Röviden összefoglalva tehát azt mondhatjuk, hogy a dózismegszorítás fogalma fontosságának megfelelő súllyal jelenik meg a hazai sugárvédelmi szabályozásban, a dóziskorlátozás rendszerében. Ez azonban korántsem jelenti azt, hogy szabályozási és sugárvédelmi szempontból teljesen egyértelmű és problémamentes lenne az alkalmazása.

A fogalmat tehát az EüM R. vezette be definíciója a következő:

„Meghatározott forrásból származó, lehetséges személyi dózis tervszerű és forrás vonatkozású szigorítása, amely a sugárvédelem tervezési szakaszában, optimaláláskor használatos.”

Meg kell jegyezni, hogy a „forrás” kifejezést a rendelet nem definiálja, azonban nyilvánvalóan a NAO Biztonsági Alapszabályzatának [1-1] (a továbbiakban: IBSS) „source” kifejezésének magyar megfelelőjeként, azzal azonos értelemben használja. Az utóbbi meghatározásából (Glossary, [1-1]) látható, hogy a kifejezés általános értelemben „bármit” jelenthet, ami sugárterhelést okozhat, pl. akár ionizáló sugárzás, akár radioaktív anyagok kibocsátása révén. A szabályozás szempontjából a forrás egy adott telephelyen lévő összetett létesítmény (pl. atomerőmű) is lehet. (Az utóbbi esetben az engedélyesi felelősség oldaláról indokolt lehatárolni az „egy forrás” fogalmát, hiszen az engedélyes csak a saját ellenőrzése alatt álló létesítményért felelhet.)

A dózismegszorítás céljával, alkalmazásával, megállapításával kapcsolatban az EüM R. II. számú mellékletének II. szakasza így rendelkezik:

„Annak érdekében, hogy egy adott tevékenységből származó, adott és ellenőrzés alatt tartott forrásból eredő foglalkozási vagy a lakosság tagjaira vonatkozó sugárterhelés az ésszerűen elérhető legalacsonyabb szintet jelentősen ne haladja meg, a forrásra vonatkozóan dózismegszorítást kell alkalmazni. Ennek - a dóziskorláton belüli értékét (a munkavállalókra vonatkozóan tartományát, a lakosság egy csoportjának számára az effektív dózis évi felső határát) az adott forrásra, foglalkozási területre és lakossági csoportra vonatkozóan - a sugár-egészségügyi helyzet figyelembevételével - az OTH határozza meg.”

Kiegészítésül megemlítendő, hogy egy speciális esetre – a radioaktív hulladék végleges elhelyezésére szolgáló létesítményre - a 47/2003. (VIII. 8.) ESzCsM rendelet is előír dózismegszorítás jellegű határértéket. A rendelet 4. sz. mellékletének 10. pontja szerint: „... a lezárást követően a lakosság vonatkoztatási csoportja egyedeinek sugárterhelése az elhelyezett hulladék hatásaitól eredően nem haladhatja meg a $100 \mu\text{Sv}/\text{év}$ effektív dózis értéket”. Hangsúlyozni kell, hogy itt a lezárás utáni állapotról van szó, tehát ezt az értéket nem lehet automatikusan a létesítmény aktív, azaz lezárás előtti időszakára érvényesnek tekinteni (ld. 1.2.5. pont).

A meglehetősen széleskörű rendelkezés alkalmazása során – amint azt az eddigi gyakorlat bizonyítja – szabályozási és sugárvédelmi oldalról is számos kérdés merült fel, ezeket a következő pontokban tekintjük át röviden.

1.1.1. A dózismegszorítással kapcsolatos szabályozási kérdések

a) Milyen tevékenységre, létesítményre, forrásra kell dózismegszorítást megállapítani?

Az EüM R. fent idézett megállapításai erre vonatkozóan semmilyen támpontot nem adnak. Ebből azt a következtetést is lehetne vonni, hogy minden, az atomenergia alkalmazásának körébe eső tevékenység esetében érvényes, ami nyilvánvalóan nem igaz. Sajnos a hazai szabályozásból kimaradt az IBSS [1-1] következő megállapítása (2.26 paragrafus):

„(a) do not exceed either the appropriate values established or agreed to by the Regulatory Authority for such a source or values which can cause the dose limits to be exceeded”.

Azaz, a szabályozás csak olyan forrásokra kell alkalmazni, amelyek a dóziskorlátok túllépését eredményezhetik.

Az alkalmazási kör szűkítésének lehetséges megoldása a dózismegszorítás alkalmazásának az ún. kiemelt létesítményekre történő előírása. (Tulajdonképpen ezt teszi a KtM R. is a dózismegszorításnak a kibocsátási határérték meghatározására történő alkalmazásának előírásával, amikor annak körét a kiemelt létesítményekre definiálja.) Ezen létesítmények felsorolása az EüM R. 7. számú melléklete függelékének 12. pontjában található, tartalmazza a nukleáris létesítményeket is, ám azoknál tágabb körű.

b) Ki és mikor (milyen folyamat részeként) kéri a dózismegszorítás megállapítását?

Az EüM R. erre vonatkozóan sem ad támpontot. A kérdést részletesen a 2. fejezetben fogjuk tárgyalni.

c) Ki határozza meg a dózismegszorítás értékét?

A kérdésre adható válasz triviálisnak tűnik, hiszen az EüM R. korábban idézett előírása szerint: „... a sugár-egészségügyi helyzet figyelembevételével - az OTH határozza meg.” Látni kell azonban, hogy az IBSS [1-1] ezzel szemben a következőképpen fogalmaz (2.26. paragrafus, (a) bekezdése): „... appropriate values established or agreed to by the Regulatory Authority ...”, azaz a hatóság megállapítja vagy elfogadja az engedélyes által javasolt értéket.

Nem elvitatva a hazai szabályozó hatóság dózismegszorítás megállapítására vonatkozó jogát, az a kérdés merül fel, hogy a hazai szabályozás miért nem nevesíti az engedélyes által javasolt érték elfogadásának lehetőségét. Ennek szükségességét az eddigi hazai gyakorlat is indokolná, hiszen, mint azt az 1.2 pontban áttekintő jelleggel bemutatjuk, az eddig meghatározott dózismegszorítás megállapítása az engedélyes által javasolt értékek felülvizsgálatával és előírásával történt. Azaz, az eddigi gyakorlat szerint is inkább egy „elfogadó” hatósági magatartás érvényesült.

Hangsúlyozni kell, hogy egy – az ügyfél és a hatóság közötti – konzultatív kapcsolatot biztosító szabályozás, amelynek során a hatóság „megállapít vagy elfogad”, az eddigi gyakorlatnak és a nemzetközi ajánlás [1-1] szellemének is jobban megfelel.

1.1.2. A dózismegszorítás szabályozásának sugárvédelmi kérdései

a) Mitől függ a dózismegszorítás értéke?

Az EüM R. utal az ALARA elv alkalmazására az optimálásra és arra, hogy a dózismegszorításnak a dóziskorláton belül értékűnek kell lennie. Két lényeges szempont azonban hiányzik a szabályozásból, amelyeket az IBSS pontosan fogalmaz meg [1-1]:

(Glossary):

„... The dose constraint for each source is intended to ensure that the sum of doses to the critical group from all controlled sources remains within the dose limit.”

Azaz, a dózismegszorítás egyik célja, hogy az összes ellenőrzött forrástól származó dózis összesített értéke a dóziskorláton belül maradjon.

(2.26. paragrafus (b) szakasz):

„...the cumulative effects of each annual release from the source be restricted so that the effective dose in any year to any member of the public, including people distant from the source and people of future generations, is unlikely exceed any relevant dose limit delivered by all other relevant sources and practices under control.”

Azaz, a forrásból származó éves kibocsátások kumulatív hatása ne eredményezhesse – a jövő generációk esetében sem – valamely dóziskorlát túllépését.

Ezek a hiányosságok sugárvédelmi szempontból lényegesek, és a dózismegszorítás értékének meghatározásánál feltétlenül figyelembe veendők. A hiányosságok felszámolását elősegíthetné az előző szakaszban már érintett szabályozásváltoztatási javaslat, amely e szempontok áttekintésének, érvényesítésének terhére levonná a hatóság válláról.

b) Kire vonatkozik a lakossági dózismegszorítás?

Az EüM R. szűkszavúan csak „lakossági csoportot” említ. Mivel a rendeletben más összefüggésekben (pl. éves dózis megállapítása) a lakossági vonatkoztatási csoport jelenik meg, itt is feltehetően erre kell gondolni, azonban az egyértelműsítés indokolt lenne. Ebből adódó további kérdés a vonatkoztatási csoport pontos meghatározása. Az eddigi gyakorlat szerint a lakóhely és életkor volt elsősorban meghatározó, azonban számos további, a lakosság sugárterhelését befolyásoló jellemző (életvitel, mezőgazdasági, gazdasági tevékenység stb.) figyelembevétele is indokolt lenne.

1.2. Az eddigi hatósági gyakorlat áttekintése

Az előző pontban leírt értelmezés szerint – amit az eddigi gyakorlat is alátámaszt – feltehető, hogy az EüM R. szerinti, ún. „kiemelt létesítmények”-re szükséges a dózismegszorítás megállapítása. Ezen létesítmények jelenleg a következők:

- paksi atomerőmű (PAE),
- a budapesti kutató, illetve oktató reaktor (KFKI-AEKI BR és BME NTI OR),
- mecseki uránbánya (rekultiváció, Mecsekérc Kft.),
- a Püspökszilágyiban és Bataapátiban létesített radioaktív hulladék-tárolók (RHFT, NRHT),
- A-szintű izotóplaboratórium (Izotóp Intézet Kft.),
- kiégett kazetták átmeneti tárolója (KKÁT).

A következő pontokban időrendben ismertetjük a fenti kiemelt létesítmények dózismegszorítására és lakossági vonatkoztatási csoportjának megállapítására vonatkozó hatósági döntéseket és azok megalapozását.

1.2.1. PAE és KKÁT

A Paksi Atomerőmű Részvénytársaság 1998-ban, mint az átmentő tároló engedélyese kérvényezte a KKÁT-ra vonatkozó lakossági kritikus csoport meghatározását, valamint az erre vonatkozó vonatkoztatási dózisszint megállapítását. Az engedélyes által javasolt kritikus csoport a csámpai és gerjeni 1-2 éves gyermekek hipotetikus csoportja volt. A paksi atomerőmű négy blokkját és a KKÁT-t is magába foglaló telephelyre együttesen érvényes sugárterhelés $100 \mu\text{Sv}/\text{év}$ lett, amelyet a PAE és a KKÁT között 90 és 10 $\mu\text{Sv}/\text{év}$ arányban osztottak fel.

A PA Rt. kérelmével együtt egy megalapozó tanulmányt is benyújtott [1-2], amely címével ellentétben nem csupán a KKÁT-ra, hanem a PAE-KKÁT telephelyre tartalmazott elemzést. A tanulmány javasolta a telephelytől 1300 m-re lévő Csámpa pusztá „buszmegálló” környékén lakó 1-2 éves gyermekek hipotetikus kritikus (vonatkoztatási) csoportját, amely közös a PAE-ra és a KKÁT-ra.

A vonatkoztatási csoportnál figyelembe vették a közvetlen és szórt sugárzást, a légköri kibocsátásból eredő külső, a belégzésből származó belső sugárterhelést, a talajszennyezettséget, a szárazföldi tápláléklánc hatásait, valamint a folyékony kibocsátásból származó besugárzási útvonalakat (ivóvíz, halfogyasztás, dunai környezet hasznosítása) is. (Az utóbbiakat olyan formában, hogy a csoport egyben azonos volt a folyékony kibocsátásnál definiálható – gerjeni – kritikus csoporttal.) Az elemzések alapján a $100 \mu\text{Sv}/\text{év}$ dózismegszorítást megosztva javasolták, az eltérő üzemvitel, üzemmód miatt a PAE 90 %-os, a KKÁT 10 %-os „részesedésével”.

A megalapozó tanulmány [1-2] főbb megállapításai a következők voltak:

- (a) Az MSZ 62/1-1989. sz. szabvány 1.4.1. pontja szerint a lakosság tagjaira vonatkozó dózishatárértéket a kritikus csoportok dózisára kell alkalmazni, amelyek kiválasztásához az illetékes hatóság jóváhagyása szükséges. (Illetékes hatóság az ÁNTSZ OTH.)
- (b) A kritikus csoport meghatározásánál számos tényezőt kell figyelembe venni: a kibocsátott radioizotópok körét, a lehetséges besugárzási útvonalakat, a lakosság tartózkodási helyét, korösszetételét, fogyasztási szokásait és életvitelét.
- (c) A PA Rt. négy atomerőműi blokkja és a KKÁT egy telephelyen létesült. Az előbbi aktív üzemű, míg az utóbbi passzív üzeműnek tekinthető. A normál üzemvitelt tekintve, a járulékos sugárterhelés számításánál indokolt a dózishatárérték telephelyre történő megállapítása és felosztása a két létesítmény között. (Emlékeztetőül: a tanulmány az EÜM R. hatálybalépése előtt készült, így a forrás szempontúság figyelmen kívül hagyása nem kényszerű rajta számon.)
- (d) A két létesítménynél azonban figyelembe kell venni a közös, ill. az eltérő kibocsátási, besugárzási útvonalakat. A KKÁT esetében a folyékony kibocsátás teljesen közös az atomerőműével, tekintettel arra a körülményre, hogy a száraz tároló korlátozott mennyiségű folyékony kibocsátásait az erőműi rendszereken keresztül kerülnek a környezetbe. A légköri kibocsátások jellemzői (kibocsátási pont, kibocsátási magasság stb.) azonban eltérnek és a direkt (szórt) sugárzás mértéke, járuléka is különböző.
- (e) Az atomerőmű és a KKÁT közös kritikus lakossági csoportjának a Csámpa-pusztai "buszmegálló" környéken lakók hipotetikus csoportja, ezen belül a fiatalabb korosztályú gyermekek (1 - 2 év) csoportja tekinthető, amely csoport a folyékony kibocsátás besugárzási útvonalai tekintetében azonos a gerjén, hasonló életkorú gyermekek csoportjával.
- (f) A sugárterhelés-számítások alapján és a 213/1997. (XII. 1.) Korm. rendelet előírásaira is tekintettel az atomerőmű és KKÁT közös telephelyére a Csámpa-pusztai lakossági csoportra (1300 m-re a légzemű kibocsátási pontoktól) vonatkozóan a 100 $\mu\text{Sv}/\text{év}$ járulékos sugárterhelés megállapítása javasolt dózishatárértékként. Mivel az atomerőmű környezeti hatása az eltérő üzemelési mód és a kibocsátás mértéke szempontjából is nagyobb mértékű, az atomerőmű ebből 90%-kal, a KKÁT 10%-kal részesülhet.

Az Országos Tisztiorvosi Hivatal 40-6/1998 számú határozatában a PAE és a KKÁT viszonylatában a következőket rögzítette [1-3]:

- az atomerőmű üzemeléséből (az atomerőműi kibocsátások besugárzási útvonalaiából) adódó járulékos dózis határértékét az alább meghatározott kritikus lakossági csoportra 90 $\mu\text{Sv}/\text{év}$ -ben,
- a KKÁT-ra (a teljes kiépítésnél, 15.000 kazettára, az összes besugárzási útvonalra együtt) 10 $\mu\text{Sv}/\text{év}$ -ben határozta meg,
- az atomerőmű és a KKÁT közös kritikus lakossági csoportjának a Csámpa pusztai "buszmegálló" környéken lakók hipotetikus csoportja, ezen belül a fiatalabb korosztályú gyermekek (1-5 év) csoportja tekintendő.

Megjegyezzük, hogy nem találtuk nyomát vagy okát annak, hogy a megalapozó tanulmány [1-2] – szakmailag korrekt – javaslatával szemben az OTH határozata miért az 1-5 éves gyermekek csoportját definiálta.

A határozat megfogalmazása szerint „A sugárterhelési tartalék olyan módon is került figyelembe vételre, hogy mind az atomerőmű bővítése, mind a KKÁT teljes kiépítése is beleértendő a meghatározott határértékbe”.

1.2.2. KFKI-AEKI BR és Izotóp Intézet Kft. izotópgyártás

A KFKI telephelyén lévő két létesítmény, a Budapest Reaktor és az Izotóp Intézet Kft. izotópgyártó részlege 2001-ben szintén megosztott dózismegszorítást kért (50-50 $\mu\text{Sv}/\text{év}$), valamint az általuk javasolt kritikus csoport (svájcgy. víztorony lakótelepi 1 éves gyermekek) elfogadását.

A KFKI telephelyére vonatkozó két tanulmány [1-4, 1-5] a dózismegszorítás közvetett megalapozásának tekinthető csak, mivel a fő cél a kibocsátási határértékek – dózismegszorításból történő – származtatása volt. Kitérnek azonban arra is, hogy az elemzések eredményei igazolják az 50-50 $\mu\text{Sv}/\text{év}$ dózismegszorítások betarthatóságát.

A tanulmányokban az elemzéseket a légköri kibocsátásnál három pontban végezték el. Az 1000 m-re É-ÉK irányban fekvő Csillebérci Szabadidő és Ifjúsági Központ (egykori Úttörőváros) lakóira, az 1000 m-re K-ÉK irányban fekvő üdülőtelep lakosságára, és a 3000 m-re fekvő lakótelep lakossági csoportjára. A számításokban három lakossági korcsoportot (csecsemő, gyermek, felnőtt) vettek figyelembe. A folyékony kibocsátásnál a Dunára, mint befogadó felszíni vízre számoltak, lakossági csoportként az 1 éves gyermekeket tekintették. Mindkét tanulmánynál azonosak a kibocsátási pontok – a források természetesen különbözőek –, továbbá a vizsgált lakossági csoportok is ugyanazok.

Az OSSKI, mint az ÁNTSZ OTH bázisintézete, a KFKI-AEKI BR és az Izotóp Intézet Kft. dózismegszorítás kérelmével kapcsolatosan az alábbi véleményt adta:

- Egyetértett azzal, hogy a KFKI-AEKI és az Izotóp Intézet Kft. tevékenységéből eredő kibocsátásokhoz egy telephelyi dózismegszorítás tartozzon, bár ekkor már érvényben volt az EUM R „forrás vonatkozású szigorítás”-ra vonatkozó definíciója.
- A benyújtott elemzések alapján a két tevékenységre a 100 (50+50) $\mu\text{Sv}/\text{év}$ dózismegszorítás elfogadhatónak vélte.
- Javasolta, hogy a lakótelepen élő, 1 éves gyerekek vonatkoztatási csoportja helyett – a nagyobb dózissal jellemezhető – az üdülőtelepen élő, 1 éves gyerekek csoportját tekintsék a vonatkoztatási csoportnak, mivel az „üdülőtelepen” már állandó lakosok is éltek, illetve ez a jövőre nézve sem zárható ki.
- Végül javasolta a 100 $\mu\text{Sv}/\text{év}$ dózismegszorítás megállapítását a KFKI telephelyre, ezen értéket 50-50 $\mu\text{Sv}/\text{év}$ arányban megosztva a KFKI AEKI és az Izotóp Intézet Kft. izotópgyártó részlege között.

Az ÁNTSZ OTH az 1312-8/2001 számú levelében [1-6] a KFKI-AEKI BR és az Izotóp Intézet Kft. részére a dózismegszorítás és a vonatkoztatási csoport megállapítását az OSSKI fenti szakvéleményével összhangban rögzítette.

1.2.3. BME NTI OR

A BME NTI Oktatóreaktor 2004-ben 50 $\mu\text{Sv}/\text{év}$ dózismegszorítás megállapítását kérte. A megalapozó tanulmány [1-7] – az 1.2.2. pontban leírtakhoz hasonlóan – ismét közvetettnek tekinthető, hiszen a fő cél itt is a kibocsátási határértékek származtatása volt.

A tanulmányban az elemzéseket a légköri kibocsátásnál két pontban végezték el, az 50 m-re tartózkodó hallgatókra (felnőtt lakosság) és a 300 m-re élő 1 éves gyerekekre (csecsemőre). A folyékony kibocsátásnál a Dunát tekintették befogadó felszíni víznél. Lakossági csoportként az 1 éves gyerekeket tekintették. A tanulmány igazolta, hogy az 50 $\mu\text{Sv}/\text{év}$ dózismegszorítás elfogadható.

Az OSSKI a BME NTI Oktatóreaktorra dózismegszorítás-kérelmével kapcsolatosan az alábbi véleményt adta:

- A kért 50 $\mu\text{Sv}/\text{év}$ dózismegszorítást – az eddigi gyakorlat, hazai és nemzetközi tapasztalatok alapján – elfogadásra javasolta.
- A fenti dózismegszorítást a felnőtt lakosság azon hipotetikus csoportjára javasolta érvényesíteni, akik a légköri kibocsátás szempontjából a kibocsátási határértékeket meghatározó tanulmány [1-7] szerint a légnemű kibocsátási pont 50 méteres környezetében (a „T” épület előtti térrészben), a vízi kibocsátás tekintetében pedig a Dunába történő beocsátási pontnál ésszerűen feltételezhető környezethasznosítási tevékenységet (vízparti tartózkodás, halfogás) végeznek.

Az OTH 84-2/2004 számú határozatában teljes egészében elfogadta az OSSKI előbbieken ismertetett állásfoglalását.

1.2.4. Uránbánya rekultiváció (Mecsekérc Rt.)

A Mecsekérc Rt. 2001-ben kérte a dózismegszorítás megállapítását az uránbánya rekultivációs tevékenységére. A javasolt érték 300 $\mu\text{Sv}/\text{év}$ volt, két kibocsátási mód (légnemű és folyékony) figyelembevételével, 1 éves gyermekek kritikus csoportjára.

A támogató tanulmány fő célja – az előző pontokhoz hasonlóan ismét – a kibocsátási határértékek meghatározása volt [1-8].

A tanulmány elemzi a légköri kibocsátás hatását a Bányavíz-kezelő Üzem környezetében (100-1000 m), továbbá az összegyűjtött és kezelt vizek kibocsátását a Pécsi-vízbe (egypontú-többpontú kibocsátás). A területhez legközelebb (250 m-re) lakó 1 éves gyermekekre, mint vonatkoztatási csoportra végezték el a sugárterhelések számítását. A vonatkoztatási (kritikus) csoport olyan értelemben hipotetikus, hogy egyesítették a légköri és a vízi kibocsátásból származó sugárterheléseket (azaz minden hatást e csoport visel el). A tanulmány igazolja a 300 $\mu\text{Sv}/\text{év}$ dózismegszorítás elfogadhatóságát.

A Mecsekérc Rt. dózismegszorítás kérelmével kapcsolatosan az OSSKI az alábbi megállapításokat tartalmazó szakvéleményt adta ki az ÁNTSz OTH részére.

- A Mecsekérc Rt. tevékenysége a volt uránbányászati melléktermékek rekultiválására terjed ki. A nemzetközi gyakorlatban az ilyen eseteket valójában nem tevékenységként, hanem beavatkozásként kezelik. Mivel hazánkban a rekultivációs munkálatokat, illetve annak sugárvédelmi követelményeit külön jogszabály nem rendezi, ezért elfogadhatónak tartotta azt a megközelítést, amely a

munkálatokat átmenetileg a sugárvédelem szempontjából tevékenységnek – azaz a sugárvédelmi korlátozási rendszer alá tartozónak – tekinti.

- Ennek következménye azonban, hogy az ilyen "tevékenységek" nagyobb sugárterhelést jelentenek a lakosság részére.
- A Mecsekérc Rt. rekultivációs munkálataira vonatkozó $300 \mu\text{Sv}/\text{év}$ dózismegszorítás 1 éves gyerekekre elfogadható.
- Helytálló az a konzervatív megközelítés, amely a légi és a talajponti vízi kibocsátásból eredő összes sugárterhelést egy hipotetikus, 1 éves életkorú vonatkoztatási csoportra vonatkoztatja.

Az ÁNTSZ OTH az 5150-1/2001. számú határozatában az OSSKI szakvéleménye szerinti tartalommal állapította meg a dózismegszorítás értékét, és határozta meg a vonatkoztatási csoportot [1-9].

1.2.5. Radioaktív hulladék-tároló (Püspökszilágyi RHFT)

A Püspökszilágyi RHFT nem kérte dózismegszorítás megállapítását az ÁNTSZ OTH-tól. Készült azonban egy, a kibocsátási határértékek meghatározását célzó tanulmány [1-10], amelyben – vélhetően a 47/2003. (VIII. 8.) ESzCsM rendeletre alapozva (ld. 1.1. fejezet) – $100 \mu\text{Sv}/\text{év}$ dózismegszorításból indultak ki. (Korábban már említettük, hogy ez az érték a tároló lezárása utáni állapotra vonatkozik, így automatikusan nem tekinthető az aktív állapot időszakára érvényes dózismegszorításnak.)

A tanulmányban a légköri és folyékony kibocsátásoknál is az 1-2 éves püspökszilágyi gyermekeket tekintették vonatkoztatási csoportnak. A számítások igazolták a $100 \mu\text{Sv}/\text{év}$ érték dózismegszorításként való alkalmazhatóságát. Bár ennek formális jóváhagyása nem történt meg.

1.2.6. Radioaktív hulladék-tároló (Bátaapáti NRHT)

Az RHK Kft. a Bátaapáti NRHT létesítményre 2008-ban kérte a $100 \mu\text{Sv}/\text{év}$ dózismegszorítás megállapítását az általa javasolt kritikus csoportra (1-2 éves gyermekek). Az üzemeltetési dózismegszorításra vonatkozóan a Bátaapáti NRHT LMBJ-t [1-11] tekintették megalapozó tanulmánynak.

Az LMBJ 4.9.2.2., 4.9.3. és 6.4. pontjai tartalmazzák a dózismegszorítás megalapozásához szükséges elemzéseket. A légköri kibocsátásnál a számításokat 1-2 éves gyermekekre és felnőttekre végezték el 500-2000 m távolságokra. A vízi kibocsátásnál ugyancsak 1-2 éves gyermekeket vették alapul, és a Hutaipatakot, mint befogadót, valamint egy közeli ázott kutat feltételezték a hasznosítás kiinduló pontjainak. Figyelembe vették a Zsibrik tóra hullott légköri szennyeződésből eredő, közvetett vízi sugárterhelési útvonalakat is. A $100 \mu\text{Sv}/\text{év}$ dózismegszorítás alkalmazhatóságát igazolták.

Az OSSKI szakvéleménye a Bátaapáti NRHT üzemeltetési dózismegszorítás kérelmével kapcsolatosan az alábbi főbb megállapításokat tartalmazta:

- A lakossági dózismegszorítás és a vonatkoztatási csoport meghatározása az LMBJ RHK-K-055A/07 dokumentum [1-11] 4.9.2.2., 4.9.3. és 6.4. pontjai alapján elvégezhető.
- Az NRHT üzemelésére vonatkozóan a $100 \mu\text{Sv}/\text{év}$ dózismegszorítás elfogadható. Vonatkoztatási csoportnak a Bátaapátiban, a tárolótól 1000 m-re és a szállítási útvonaltól 10 m-re élő, 1-2 éves gyerekek hipotetikus csoportja tekinthető. E

csoportot mind a légköri, mind a vízi kibocsátás, mind a radioaktív hulladékszállítás, mind a normál esettől eltérő (tűzeset) kibocsátás útján érheti sugárterhelés, amelyekre a fenti dózismegszorítás együttesen vonatkozik.

Az ÁNTSZ OTH az 1803-4/2008. számú határozatában elfogadta az OSSKI szakvéleményében szereplő, fenti megállapításokat [1-12].

1.3. Összefoglaló megállapítások

Az 1.2. pontban leírt gyakorlati tapasztalatokat összegezve a következő, összefoglaló megállapítások tehetők:

- (a) A dózismegszorítás és a vonatkoztatási csoport meghatározásánál a hatóság (ÁNTSZ OTH) nagymértékben támaszkodott az OSSKI szakvéleményére, amelyet a kérelemmel többnyire együtt beadott megalapozó tanulmányokról adtak ki. Ez helyesnek tekinthető, mert így módon az EüM R. előírásának („határozza meg”) szó szerinti értelmezésétől elmozdultak egy konzultatív, szakmailag megalapozottabb irányba.
- (b) Megfigyelhető, hogy a szabályozási gyakorlat több esetben is túlzottan elment az „azonos telephely – egy dózismegszorítás – több létesítmény közötti felosztás” logikai lánc által meghatározott irányba. Figyelembe kell azonban venni, hogy az 1.1. pontban leírtak szerint a dózismegszorítás a személyi dózis forrás vonatkozású szigorítása, amely biztosítja, hogy a sugárterhelés az ésszerűen elérhető legalacsonyabb szintet jelentősen ne haladja meg (optimalás). A telephelyenkénti megközelítés nem felel meg maradéktalanul ennek a követelménynek.
- (c) A dózismegszorítás számértékei a $10 \mu\text{Sv}$ (KKÁT) – $300 \mu\text{Sv}$ (uránbánya rekultiváció) tartományban mozognak. Szakmailag aligha indokolható, hogy a KKÁT-ra meghatározott dózismegszorítás ötször kisebb a BME NTI Oktató Reaktorra, vagy tízszer kisebb a radioaktív hulladék-tárolókra megállapított dózismegszorításnál. A magyarázat vélhetően éppen a PAE – KKÁT telephelyi dózismegszorítás felosztásában keresendő.
- (d) Tényként kell rögzíteni, hogy az esetek többségében – a PAE – KKÁT esetet kivéve – a KÖM R. szerint szükséges kibocsátási határértékek származtatása váltotta ki a dózismegszorítás, illetve vonatkoztatási csoport megállapításának igényét. Mivel az EüM R. egy évvel megelőzte a KÖM R. megjelenését, az okok nyilvánvalóan másutt keresendők:
 - Az EüM R. már említett szükségessége, azaz az a tény, hogy explicite nem határozta meg, milyen létesítményekre (tevékenységekre) kell a dózismegszorítást alkalmazni.
 - Az EüM R. alkalmazását ellenőrző területi, illetve központi hatósági szervek egy év alatt nem érvényesítették a jogszabály ezen előírását.
 - A KÖM R. előírásainak megszegését a területi hatóságok inkább szankcionálják.
- (e) Önmagában a fenti tény még nem lenne feltétlenül helytelenítendő. A gyakorlatban azonban ez a fordított logikai sorrend odavezetett, hogy mind a kérvényező, mind a szakvéleményező intézet, mind a határozatot kibocsátó hatóság – a kibocsátási határértékeket megalapozó tanulmányra koncentrálnak – szem elől tévesztette azon követelmény érvényesítését, hogy a dózismegszorítást a „sugár-egészségügyi helyzet figyelembevételével” kell megállapítani.

Pontosabban a sugár-egészségügyi helyzet jellemzéseként az addigi üzemeltetési tapasztalatokra vagy a tervezett működésre alapozott lakossági sugárterheléssel való összevetés jelent meg. (A dózismegszorítás „betarthatósága” mint értékelési szempont megjelenítése.) Egyetlen esetben sem látható – és ez jórészt a szabályozás hiányossága (ld. 1.1.2. pont) –, hogy az elemzés kitért volna a lakosság egyéb mesterséges forrásokból származó sugárterhelésének meghatározására. (A szakmai hiányosságok és következtetlenségek mellett a telephelyszintű megközelítésnek az egyetlen pozitív jellemzője, hogy az egy telephelyen lévő valamennyi létesítményt figyelembe veszi. Más kérdés, hogy a dózismegszorítás értékének felosztása már meglehetősen esetleges módon történt.)

- (f) Bár az EüM R. erre vonatkozó utalást nem tartalmaz, a normál üzemi kibocsátásokon kívül az üzemzavari kibocsátásokból származó lakossági sugárterhelést is vizsgáltuk, mivel a nemzetközi sugárvédelmi előírások szerint követelmény, hogy a nagyobb gyakoriságú üzemzavarok – amelyek gyakorisága meghaladja a 1×10^{-2} /év gyakorisági értéket (várható üzemi események) – esetében a dóziskövetkezmény ne haladja meg a dózismegszorítás értékét.

2. A HAZAI JOGI SZABÁLYOZÁS ÉRTELMEZÉSE AZ ENGEDÉLYES – TERMÉSZETES VAGY JOGI – SZEMÉLYÉRE VONATKOZÓAN

Alapvető kérdések, hogy a dózismegszorítást kinek és mikor kell kérnie, illetve ki és mikor kérheti. Az eddigi gyakorlatban ez a probléma azért nem jelentkezett, mert egyrészt a kérelmek már működő, vagy legalábbis engedélyezési fázisban lévő létesítményekre vonatkoztak, másrészt – amint arra az 1.3. pontban utaltunk – a kérelmek kiváltó oka többnyire egy másik jogszabály előírásainak – KtM R. – való megfelelés követelménye volt. (Némi túlzással, a létesítmény engedélyesei akkor realizálták, hogy nincs dózismegszorításuk, amikor abból kibocsátási határértékeket kellett származtatniuk.)

Az EüM R. a fent kérdésekre vonatkozóan nem ad támpontot. Első pillanatban – a rendelet általános szabályozási logikája alapján – kézenfekvőnek tűnik az engedélyesre gondolnunk. (Megjegyezzük, hogy a helyzetet nem könnyíti meg, hogy az EüM R. 1. sz. melléklete az engedélyes és az üzemeltető fogalmát sem definiálja.)

A dózismegszorítás – definíciója szerint – új létesítmény esetében a „sugárvédelem tervezési szakaszában, optimaláláskor használatos”. Ebből következően a létesítési folyamatban időben vissza kell lépni. Egy új létesítmény – pl. atomerőmű – létesítését megelőzően, már a tender előkészítésének szakaszában szükséges a dózismegszorítás ismerete, hiszen a lehetséges szállítóknak az ennek való megfelelést kell igazolniuk, a létesítmény radioaktív kibocsátásait megtervezniük, a környezetre és a lakosságra gyakorolt hatás mértékét szükség szerint korlátozniuk. A dózismegszorítás olyan – értelemszerűen már a tenderkiírásban meghatározott – követelményt jelent, amelyet a létesítménynek teljesítenie kell.

A fentiekből az következik, hogy még az engedélyezési szakaszt megelőzően, már az előkészítés időszakában kell kérni a dózismegszorítás megállapítását, azaz erre a folyamat szereplőinek – a kormány által hatáskörrel felruházott szervezet, beruházó, tenderkiíró stb. – is lehetőséget kell adni. Természetesen ennek a szabályozásban egyértelműen meg kellene jelennie.

Megjegyezzük, hogy az IBSS [2-] is csak a dózismegszorítás alkalmazásával kapcsolatos kérdéseket – pl. kibocsátások ellenőrzése – részletezi, ahol már a „registrants and licensees” bejelentő és engedélyes fogalom pár jelenik meg, azaz ott sem definiálták a kérelmező költét.

A kérelmező – szervezet vagy személy meghatározása valójában csak abból a szempontból kérdéses, hogy a hatóság által meghatározott dózismegszorítás betartása kin kérhető számon. Ebben az esetben nem olyan engedélyről van szó, ahol a kérelmezőnek egyben azt is igazolnia kell, hogy a hatósági engedélyben előírt feltételek teljesítését is biztosítani tudja a továbbiakban. Ha a dózismegszorítás betartása nem biztosítható – amelynek igazolása a létesítési, üzembe helyezési és üzemeltetési engedélyezési eljárások esetében is szükséges –, az ezen eljárásokat kérelmező engedélyes nem fogja megkapni a kért engedélyt.

Ebből az következik, hogy annak valójában nincs jelentősége, hogy ki kéri meg a dózismegszorítás meghatározását. Annak betartása adott telephelyre vonatkozó adott forrás esetében akkor is kötelező, ha történetesen a dózismegszorítás kérelmezője nem azonos a nukleáris létesítmény üzemeltetéséig elvezető folyamat során beszerzendő egyéb engedélyek kérelmezőjével.

A dózismegszorítás kérelmezőjére vonatkozó esetleges korlátozás meghatározásánál két szempontot célszerű figyelembe venni. Az egyik, hogy a kérelmező nyilvánvalóan olyan szervezet legyen, amely a nukleáris létesítmény megvalósítása érdekében kezdeményezi a dózismegszorítás meghatározását. A másik szempont abból adódik, hogy a dózismegszorítást a létesítést előkészítő folyamat elején kell megkérni. Egy atomerőmű létesítése, az azt megelőző teljes előkészítés, engedélyezés olyan több éves folyamat, amely során a létesítésben előkészítő beruházó szerepet betöltő szervezet adott esetben akár változhat is.

Példaként vehetjük a paksi telephelyre vonatkozó konkrét esetet. A Bevezetésben említett OGY határozat szerint az új blokkok létesítésére paksi telephelyen kerül sor. Az OGY határozat megfogalmazásából adódik, hogy feltételezhető vagy nem zárható ki, hogy a tervezett két új blokk üzemeltetője nem a PA Zrt. lesz. Emiatt a PA Zrt. korábban megszerzett joga ($90 \mu\text{Sv}/\text{év}$) nem korlátozható.

A PA Zrt.-nek a paksi telephelyen létesítendő új blokkok létesítésének előkészítésében betöltött fontos szerepe szintén vitathatatlan. Ezt nemcsak az eddigi folyamatban elvégzett tevékenysége indokolja, hanem az a tény is, hogy a hazai atomenergetikai szakembergárda létszáma és összetétele nem teszi lehetővé, hogy már a létesítés korai szakaszában teljesen szétválasztható legyen az üzemelő blokkokkal, illetve az új blokkal foglalkozó szakemberek csoportja.

A dózismegszorítás szempontjából hasonló helyzetű lehetséges engedélykérelmezőnek tekinthető az MVM Zrt. is, mint a PA Zrt. és az új blokkok létesítésének „tulajdonosa”.

Természetesen, ha már a létesítés előkészítésének kezdeti szakaszában adott az a szervezet, amely engedélyesként a további engedélyeztetési eljárások és esetlegesen a majdani üzemeltetés feladatait is ellátja, akkor nyilvánvalóan ennek a szervezetnek kell a dózismegszorításra vonatkozó engedélykérelmet is benyújtani a hatósághoz.

Ilyen szervezet hiányában azonban sem műszaki, sem szervezeti okok alapján felesleges olyan korlátozási jogszabályban definiálni, amely a dózismegszorítás engedély kérelmezőjeként csak a későbbi engedélyezési eljárások engedélyesét fogadná el. Egy ilyen korlátozás előírása, adott esetben egyben azt is jelenti, hogy a nukleáris létesítmények (lásd pl. KKÁT esetében a törvényi előírásból fakadó későbbi engedélyes váltás) teljes újraengedélyeztetést tesz szükségessé, miközben a dózismegszorítás esetében belátható, hogy annak betartása – mint korábban írtuk – nem szervezet-, hanem technológia- és tervezésfüggő.

Összefoglalóan a dózismegszorítás kérelmezője a paksi új blokkok esetében az erre a célra létrehozott társaság, de ennek hiányában az MVM Zrt. vagy a PA Zrt is lehetne. A dózismegszorításra vonatkozó hatályos jogszabályok ezt kizáró előírást nem tartalmaznak. Az egyértelmű szabályozás megalkotása azonban célszerű lenne.

3. A VONATKOZÓ NEMZETKÖZI AJÁNLÁSOK

A dózismegszorítás elválaszthatatlan a vonatkoztatási (kritikus) csoporttól, akár a fogalmi meghatározást (1.1.2. pont), akár a sugárvédelmi gyakorlatot tekintjük (1.2. pont). Ezért mindenképpen indokolt, hogy a két fogalomra vonatkozó nemzetközi ajánlásokat együtt tekintsük át.

A kritikus csoport megállapítására vonatkozóan a nemzetközi ajánlásokban és a különböző országok gyakorlatában is általában közös jellemző, hogy egy olyan, a létesítmény körüli, létező településen élő csoportot jelöl meg, amely elhelyezkedése, korösszetétele, fogyasztása, vagy egyéb sajátosságai (pl. életmód) következtében a legnagyobb sugárterhelésnek van kitéve. (E csoport valamilyen vonatkozásban hipotetikus is lehet, lásd az 1.2. pontban leírt hazai gyakorlatot). Lényeges további követelmény – amelyet nyilvánvalóan a „csoportként” való kezelhetőség indokol –, hogy az adott forrásból származó sugárterhelésnek a csoporton belül „elfogadhatóan egyenletes eloszlású”-nak kell lennie (lásd EÜM R.1. Látni fogjuk, hogy éppen a homogenitás problémája miatt az új nemzetközi ajánlásokban már a jellemző (reprezentatív) személy („representative person”) fogalom jelenik meg.

A kritikus csoport kiválasztása tehát számos tényező függvénye, így gyakorlati meghatározása sok nehézséget rejt magában. Elegendő itt arra utalni, hogy a nukleáris létesítményből történő radioaktív kibocsátások esetén több besugárzási útvonal létezik, amelyek mindegyikét figyelembe kell venni a sugárterhelés becslésénél, illetve a kritikus csoport meghatározásánál is.

A gyakorlat számára egyszerűsítést és elfogadhatóan konzervatív megközelítést jelenthet, ha a lakossági dózisokat az összes szóba jövő besugárzási útvonalra kiszámítjuk, azonban a kritikus csoportokat a főbb kibocsátási módokra, így a légköri és vízi kibocsátásra külön-külön definiáljuk, majd az így kapott csoportokat egyként kezeljük.

A kritikus csoport lehet akár néhány főtől néhány száz főig terjedő létező, vagy hipotetikus összeállított csoport is.

Egy lakossági csoport életvitele egy adott országon belül is igen eltérő lehet, függ a helyi gazdasági fejlettségtől, természeti adottságoktól és a társadalmi, szociális szokásoktól. Így a felszíni vizekben gazdagabb részekben (amilyen Paks környéke is) például a szabadidős horgászat jóval fontosabb, tehát a vizek melletti tartózkodás ideje és a halfogyasztás is nagyobb az országos átlagnál.

3.1. Az ICRP ajánlásokban szereplő megfontolások

A Nemzetközi Sugárvédelmi Bizottság (ICRP) több ajánlásában is foglalkozik a dózismegszorítás és korlátozás témakörével.

Az ICRP 77-es és 76-os kiadványaiban [3-1, 3-2] a Bizottság javasolja, hogy a lakosságnak a radioaktív hulladék elhelyezéséből származó évi sugárterhelése legyen kisebb, mint 0,3 mSv. A hosszú élettartamú hulladék elhelyezésére az ICRP 81 ajánlás [3-3] további megfontolásokat tesz. Az ICRP 82-ben [3-4] a Bizottság egy újabb irányelvet adott ki, miszerint a hosszú élettartamú radioaktív hulladékok kibocsátásánál – a környezeti felhalmozódás (build-up) miatt – figyelembe kell venni a dózismegszorítás esetleges túllépésének esélyét. Amennyiben ez a mérlegelés nem lehetséges vagy bizonytalan, ezen esetekben a dózismegszorításra a 0,1 mSv értéket

javasolja. Ez utóbbi érték az ICRP 103-ban [3-5] is érvényben marad a további szigorítással, hogy a folyamatos kibocsátásból a lekötött dózist kell figyelembe venni és így – a felhalmozódásból eredően – biztosan nem haladjuk meg a dózismegszorítás értékét.

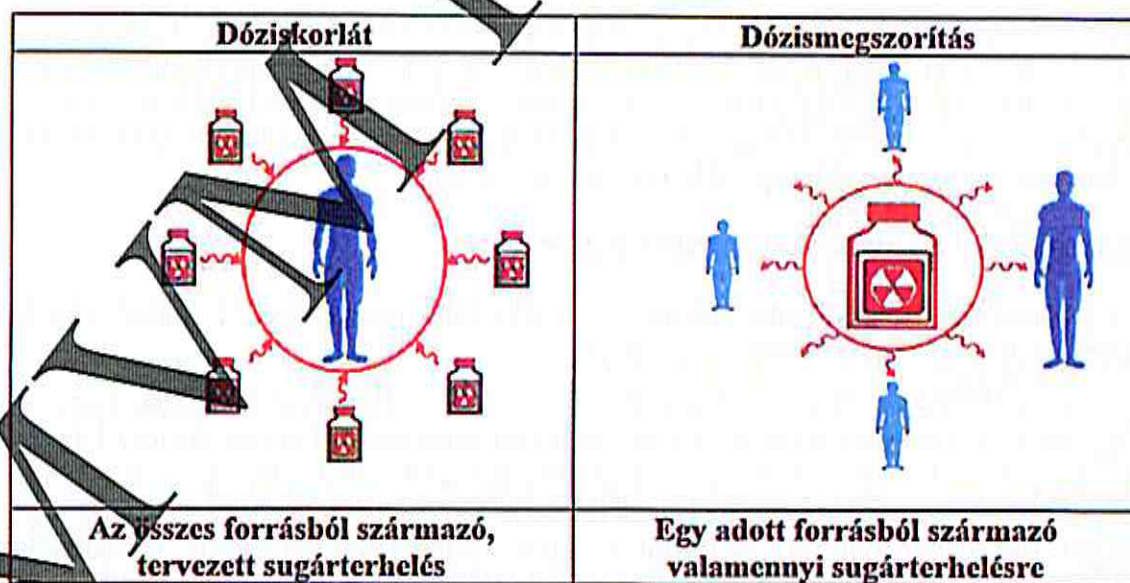
Az ICRP 103 a dózismegszorítást a következőképpen foglalja össze:

„Egy adott sugárforrásból származó egyéni dózissra vonatkozó jövőbeli és forrás vonatkozású korlátozás, mely egyrészt alapvető védelmet nyújt a sugárforrásnak leginkább kitett személyek számára, másrészt felső korlátot ad a védelem optimalizálására. A foglalkozási sugárterhelés esetén a dózismegszorítás mint egyéni dózis az optimalizációs folyamat során figyelembe vehető lehetőségeket korlátozza. A lakossági sugárterhelés esetén a dózismegszorítás a lakosság tagjainak bármilyen ellenőrzött forrás tervezett üzemeltetéséből származó éves dózisának felső határát jelenti.”

Míg a dózismegszorítás a jellemző személy esetén a tervezett terhelésekre vonatkozik, addig az ún. referencia szint létező (tartós) besugárzásoknál és veszélyhelyzetekben használatos. Az illetékes nemzeti hatóságnak jelentős szerepe van ezen dózismegszorítás és referenciaértékek meghatározásában.

A Bizottság a lakossági sugárterhelés optimalizációs eljárásrendjének alkalmazását ajánlja a dóziskorlát, illetve a dózismegszorítás alatti értékekre. Mivel általában a sugárterhelés a lakosság körében széles tartományú eloszlást mutat, ezért a korábbi lakossági csoport fogalom helyett az ICRP 101 kiadványban [3-6] megfogalmazott, „reprezentatív személy” koncepció alkalmazását javasolják (lásd 3.1.1 pont).

A Bizottság hangsúlyozza, hogy a dózismegszorítást nem úgy kell értelmezni vagy alkalmazni, mintha az egy, a hatóság által elött dóziskorlát lenne. A legfontosabb különbség az, hogy míg a dózismegszorítás a forráshoz kapcsolódik (source related), addig a dóziskorlát az egyénhez (individual related) kötődik, amint azt szemléletesen a 3-1. ábrán láthatjuk.



3-1. ábra. A dóziskorlát és dózismegszorítás fogalmai [3-5]

3.1.1 Kritikus lakossági csoport és jellemző személy

A kérdéskörre vonatkozó, legújabb ICRP ajánlásokban [3-5, 3-6] az egyik legfontosabb változást a kritikus lakossági csoport helyett a reprezentatív személy fogalom bevezetése jelenti. A kritikus csoport fogalmát még az ICRP 7 kiadvány vezette be [3-7], majd számos ICRP ajánlás használta. Az ICRP 60 kiadvány [3-8] a következő, lényeges pontosítást adja:

„A csoportokat úgy kell megválasztani, hogy a kérdéses forrásból származó legnagyobb sugárterhelést kapott egyénekre legyenek jellemzőek. A csoportoknak az adott forrástól származó dózist meghatározó jellemzők tekintetében egyszerűen homogénnek kell lenniük. Ha ez teljesül, akkor az egyénre vonatkozó megszorításokat a kritikus csoport átlagára kell alkalmazni. Magától értetődik, hogy a kritikus csoport egyes tagjai a csoport átlagánál nagyobb, illetve kisebb dózist kapnak.”

Az ICRP 101 kiadvány [3-6] a korábbiakkal szemben a következőket fogalmazza meg:

„... a lakosság sugárvédelme céljából egy olyan személyt kell meghatározni, akinek a dózisa a legnagyobb sugárterhelést kapott egyénekre jellemző. Az így meghatározott személy az ún. „jellemző (reprezentatív) személy”, amely fogalmilag megegyezik a korábbi ICRP ajánlásokban szereplő „kritikus csoport”-tal, és helyettesíti azt.”

3.1.2 A dózismegszorítás jellemző értéke

Az ICRP 103 kiadvány – a korábban említett radioaktív hulladék-tárolókon kívül – nem közöl az egyes létesítményekre alkalmazható pontos számértékeket. A referencia szintekkel egybefoglalt 5. táblázatában a lakosság tagjainak tervezett besugárzásokból származó sugárterhelésére „1 mSv vagy kisebb” értékű dózismegszorítást javasol [3-5]. Ilyen értékek alkalmazhatók azokban az esetekben, amikor a sugárterhelés „olyan forrásokból származik, amelyek az adott egyén részére kicsi vagy semmilyen egyéni előnnyel nem járnak”.

3.2. A NAÜ jelenlegi és tervezett biztonsági alapszabályzata

A kritikus csoport és a dózismegszorítás a jelenleg még érvényes – de hamarosan felváltásra kerülő – IBSS [3-9] ajánlásban hasonló értelemben szerepel, mint a korábbi ICRP ajánlásokban. Összhang van a tekintetben is, hogy a dózismegszorítást – az adott forrásra vonatkozó – kritikus csoport éves sugárterhelésére kell alkalmazni.

Kiemelendő viszont az 1.1. pontban részben már tárgyalt néhány olyan szempont, amely – elsősorban a dózismegszorításra vonatkozóan – a gyakorlati alkalmazást megkönnyíti.

A korábban már tárgyalt szempontokra csak visszautalva:

- azon létesítmények, források köre, amelyekre dózismegszorítást kell alkalmazni (1.1.1. a) pont),
- a dózismegszorításoknak a dóziskorlát betarthatóságát biztosító feladata (1.1.2. a) pont),
- az előbbi követelmény érvényesítése a jövő generációkra is (1.1.2. a) pont).

Az IBSS szerint – ezzel összhangban van a magyar szabályozás is (KöM R.) – a kibocsátások korlátozásának a dózismegszorításra kell alapulnia.

A NAÜ új biztonsági alapszabályzatának tervezete [3-10] követi az ICRP 101 és 103 ajánlások [3-5, 3-6] ez irányú változásait.

Hangsúlyozottabban jelenik meg azonban az a megállapítás, hogy a dózismegszorítás nem dóziskorlát, meghaladása még nem jelenti a hatósági szabályozás megsértését, azonban kiválthatja egy kivizsgálás kezdeményezését.

Kiemelik, hogy a dózismegszorítás megállapításánál figyelembe kell venni más egészségügyi és biztonsági előírásokat, valamint a rendelkezésre álló technológiát is.

A dózismegszorítás számértékeire vonatkozóan sajnos a tervezet sem tartalmaz az ICRP 103-hoz [3-5] képest többletinformációt.

3.3. A 96/29/EURATOM irányelve

Az EU Tanácsának 96/29/EURATOM irányelvében [3-11] egy fontos fogalmi különbség, hogy a kritikus csoport helyett – lényegében azonos tartalommal a vonatkoztatási csoport (reference group) meghatározás szerepel.

Az irányelv – amellyel a tagállamok nemzeti szabályozásának összhangban kell lennie – dózismegszorításra vonatkozó, az EüM R-hez hasonlóan szűkszavú előírásai sem tartalmaznak további eligazítást, a gyakorlati kérdéseket tagállami hatáskörbe utalja. (Megjegyezzük, hogy speciális területeken vannak ennél gyakorlatiasabb – alacsonyabb szintű – EU ajánlások is, amint ezt pl. a 7.1.5 pontban megemlítyük.)

4. A LAKOSSÁGI DÓZISMEGSZORÍTÁS NEMZETKÖZI ALKALMAZÁSI GYAKORLATA

4.1. Az egyes országok szabályozási gyakorlata

A 3. fejezetben, a nemzetközi ajánlások ismertetésénél rámutattunk, hogy az egyes létesítmények dózismegszorítására – a radioaktív hulladék-tárolók kivételével – számértékeket nem javasolnak. Ezért mindenképpen célszerű az EU-tagországok és más országok e területre vonatkozó szabályozási gyakorlatának áttekintése.

Az alábbiakban összefoglaljuk a nukleáris létesítményekre vonatkozó nemzetközi tapasztalatokat, amelyeket Bécsben, a NAÜ 2003. és 2008. évi ülésén megjelent országok képviselőinek státusz riportjai alapján készült összefoglaló tükröz [4-17].

Argentína

A lakosság tagjaira vonatkozó dóziskorlát 1 mSv/év. A Nukleáris Szabályozó Hatóság (ARN) által meghatározott dózismegszorítás a létesítmény tervezési és üzemeltetési szakaszában 0,3 mSv/év. Ugyanazon értékek vonatkoznak a régebbi és az újabb létesítményekre is. A tervezés során a dózisbecsléseket a hipotetikus lakossági csoportra (maximális sugárterhelésnek kitett személyekre) végzik el, az adott létesítmény normálüzemi kibocsátását feltételezve.

Cseh Köztársaság

A lakossági dóziskorlát 1 mSv/év, a kritikus csoportra vonatkozó dózismegszorítás 0,25 mSv/év, melyből a légköri kibocsátásokból származó járulék 0,2 mSv, a folyékony kibocsátásokból származó pedig 0,05 mSv (ez tehát hasonló a PAE-nál alkalmazott régi, „dózismegszorítás-felszámolásához”). Az optimalizációt követően a légköri kibocsátási határértékeket ennél jóval kisebb értékekből származtatják, így pl. a dukováni és a temelini erőmű esetén a légköri kibocsátási határértékeket 0,04 mSv-es értékből, a folyékony kibocsátási határértékeket az előbbinél 0,006 mSv-es, az utóbbinál 0,003 mSv-es értékből származtatják.

Egyesült Államok

Az atomerőművekre vonatkozóan a dóziskorlát 1 mSv/év, a dózismegszorítás légnemű kibocsátásokra 0,05 mSv/év, a folyékony kibocsátásokra pedig 0,03 mSv/év.

Finnország

A lakossági dóziskorlát 1 mSv/év, a dózismegszorítás az épülő és tervezett atomerőművekre – a blokkok számától függetlenül - 0,1 mSv/év értékű, amely a kibocsátások korlátozásának alapjául is szolgál.

Franciaország

A dózismegszorítást nem alkalmazzák a lakosság sugárvédelmének szabályozásában. Annak igazolására, hogy a kibocsátási korlátokból származó dózis igen alacsony, a dózisbecslést olyan valódi kritikus lakossági csoportokra (ún. referencia csoportokra)

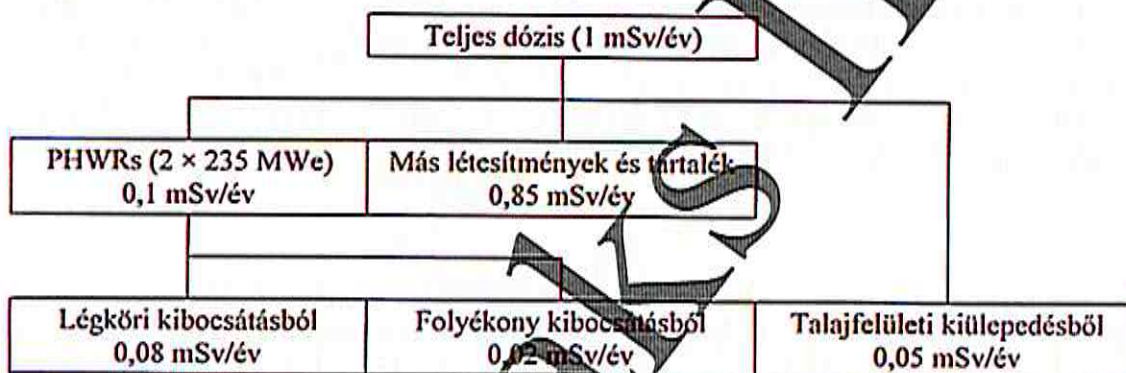
végzik el, amelyek a lakosság legexponáltabb csoportjait képviselik, valós fogyasztási adatokat és valós életvitelt figyelembe véve.

Hollandia

Az éves lakossági effektív dózissra vonatkozó korlát 1 mSv, a dózismegszorítás értéke 0,1 mSv/év valamennyi terhelési útvonalra és létesítményre.

India

Az adott telephely létesítményeire vonatkozóan a dóziskorlát együttesen 1 mSv/év, ezen felül alkalmazzák a "dózisfelosztás" gyakorlatát, azaz a dóziskorlátot felosztják a telephelyen üzemelő és tervezett létesítmények, valamint a különböző terhelési útvonalak (azaz a légköri, vízi és talaj), valamint a létesítmények specifikus radionuklidjai között. Így a dóziskorlát 70-80%-át használják ki, 20-30% tartalék marad a következő, előre nem tervezett létesítményekre (4-1. ábra).



4-1. ábra. Példa az indiai „dózisfelosztás” gyakorlatára

Írország

Írország nem rendelkezik nukleáris létesítménnyel. Egyéb létesítmények (kórházak, egyetemi kutató laboratóriumok, izotóptermelő létesítmények stb.) esetén a dózismegszorítás a dolgozókra 1 mSv/év, mindenki másra pedig 0,3 mSv/év.

Kína

Nukleáris erőművek esetén a lakosságra vonatkozó dózismegszorítás 0,25 mSv/év, egy 1982-ben megfogalmazott nemzeti szabályozás alapján [4-2].

Koreai Köztársaság

Nukleáris létesítmények esetén a dózismegszorítást terhelési útvonalanként, továbbá effektív és egyes szervdózisokra határozzák meg, a következőképpen:

Légnemű kibocsátások esetén:

- effektív dózis a külső terhelési útvonaltól: 0,05 mSv/év,
- egyenérték dózis (bőrre): 0,15 mSv/év.

Folyékony kibocsátások esetén:

- effektív dózis: 0,03 mSv/év,
- egyenérték dózis (bármely szervre): 0,1 mSv/év.

Több blokkos kiépítésnél:

- effektív dózis: 0,25 mSv/év,
- egyenérték dózis (pajzsmirigyre): 0,75 mSv/év.

Malaysia

A lakossági dóziskorlát 1 mSv, a dózismegszorítás 0,3 mSv/év.

Mexikó

Az éves dóziskorlát 5 mSv, a dózismegszorítást nem alkalmazzák. A dóziskorlát teljesülését a kritikus lakossági csoportra vizsgálják, a lakosság azon speciális életkorú tagjaira, akik a maximális dózisterhelést szenvedik el egy meghatározott terhelési útvonalon. Hasonló dóziskorlátot alkalmaznak a régi és az új létesítmények esetén is.

Norvégia

Az országban nincs nukleáris ipar, csak kutatóreaktorok és egyéb létesítmények (kórházak, kutató laboratóriumok stb.). A lakossági dóziskorlát 1 mSv, a dózismegszorítás értéke 0,25 mSv, amelyet hipotetikus lakossági csoportra határoznak meg.

Svédország

A dóziskorlát 1 mSv/év, a dózismegszorítás értéke 0,1 mSv/év a földrajzilag azonos helyen lévő nukleáris létesítményekből történő kibocsátásokra vonatkozóan.

Szlovákia

A lakossági dóziskorlát 1 mSv/év, a dózismegszorítás értéke 0,25 mSv/év.

Szlovénia

A lakossági éves dóziskorlát 1 mSv. Nukleáris erőművek esetén a kritikus lakossági csoportra az éves dózismegszorítás 0,05 mSv a kibocsátásokra, és 0,2 mSv/év a közvetlen sugárzásra vonatkozóan.

4.2. Összefoglaló megállapítások

A 4.1. pontban ismertetett, az egyes országok gyakorlatában előforduló dózismegszorítás-értékeket a 4-1. táblázatban foglaltuk össze.

Bár a 4.1. pontban láttuk, hogy szinte minden országban azonos a lakossági dóziskorlát értéke (1 mSv), a dózismegszorítás tekintetében már nem lehet egységes gyakorlatról beszélni. A vizsgált 16 ország közül háromban nem alkalmazzák a dózismegszorítást. A legalacsonyabb értékeket az Egyesült Államok és a Koreai

Köztársaság állapította meg (0,05 mSv a légnemű, és 0,03 mSv a folyékony kibocsátásokra). A legmagasabb értéket (0,3mSv) Argentína, Írország és Malajzia alkalmazza. Leggyakrabban a 0,25-0,3 mSv nagyságú dózismegszorítás fordul elő (8 ország). Az országok több mint negyedében (5 ország) a dózismegszorítást az egyes kibocsátási, illetve besugárzási módok között, rögzítetten felosztják.

4-1. táblázat. A dózismegszorítás értékei az egyes országokban

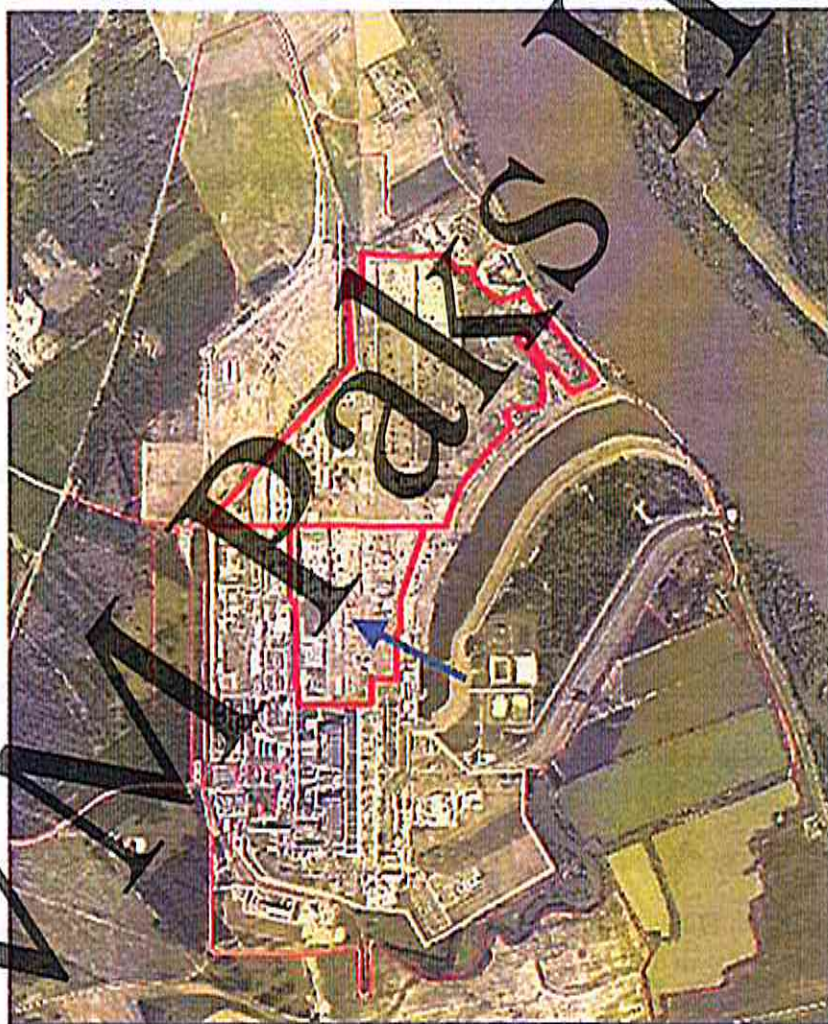
Ország	Lakossági dózismegszorítás (mSv/év)	Megjegyzés
Argentína	0,3	-
Cseh Köztársaság	légnemű kibocsátásokra: 0,2 folyékony kibocsátásokra: 0,05	a kibocsátások korlátozása alacsonyabb értékeken alapul
Egyesült Államok	légnemű kibocsátásokra: 0,05 folyékony kibocsátásokra: 0,03	-
Finnország	0,1	atomegyesítményekre
Franciaország	-	nincs a szabályozásban
Hollandia	0,1	-
India	0,1	légnemű kibocsátásokra: 0,05 folyékony kibocsátásokra: 0,03
Írország	0,3	egyéb létesítményekre
Kína	0,25	-
Koreai Köztársaság	légnemű kibocsátásokra: 0,05 folyékony kibocsátásokra: 0,03	több blokk esetén a teljes kiepítésre: 0,25 mSv/év
Malajzia	0,3	-
Mexikó	-	nincs a szabályozásban
Norvégia	0,25	egyéb létesítményekre
Svédország	0,1	-
Szlovákia	0,25	-
Szlovénia	a kibocsátásokra: 0,05 közvetlen sugárzásra: 0,2	

5. A LÉTESÍTÉS TELEPHELYE ÉS A LÉTESÍTENDŐ FORRÁSOK

5.1. A létesítés telephelyének ismertetése

Az új blokkok várhatóan a meglévő blokkoknak helyet adó telephelyen épülnek fel. A telephelyet, valamint környezetének meteorológiai, hidrológiai, demográfiai és mezőgazdasági termelési jellemzőit a PAE VBJ alapján ismertetjük [5-1].

Az új blokkok létesítésének várható helyszíne a Paksi Atomerőmű Zrt. telephelyén, a mai blokkoktól északra található 400 m x 310 m nagyságú terület (5-1. ábra). Az előzetesen kijelölt terület Tolna megyében, Paks város központjától 5 km-re délre, a Dunától 1 km-re nyugatra és a 6. sz. főközlekedési úttól 1,5 km-re keletre, az M6-os autópályától 5 km-re keletre helyezkedik el. A déli országhatár az 1-4 bloktól a Dunán folyásirányban 94 km-re található (erőmű 1527 fkm, határ 1433 fkm). A telephely elhelyezkedése a 463443,05É; 185109,56K súlyponti koordinátákkal jellemezhető.



5-1. ábra. Az új blokkok várható elhelyezkedése (az ábrán nyíllal jelölt rész)

A teljes telephely által igénybevett terület 554,8353 ha, amely a bővítés céljára kijelölt 68 ha-ral együtt a Paksi Atomerőmű Zrt. tulajdona. A természetes tengerszint feletti magassága 93,2-97,6 mBf. A tereprendezéssel kialakított 0,00 szint 97,00 mBf, a létesítmények tervezeti alapszintje ($\pm 0,000$ m) 97,15 mBf.

A teljes telephely magába foglalja az üzemelő 1-4 blokk üzemi területét és a tartalék üzemi területet, valamint utakat, tavakat és erdőt. Az telephelyét a létesítmény körül kijelölt nagyjából 3 km, a létesítmény felett 2300 m kiterjedésű biztonsági övezet veszi körül, melyben építmények létesítésére, valamint egyéb biztonságot befolyásoló tevékenységekre vonatkozóan korlátozások vannak érvényben. A Paksi Atomerőmű telephelyén belül csak nukleáris energiatermeléshez kapcsolódó tevékenység folyik. Ezen a tevékenységen kívül, az üzembiztonságot befolyásoló más tevékenység nincs.

A Paksi Atomerőmű üzemi területe

Az erőmű négy blokkja, a hozzá kapcsolódó turbinagépház, vízkivételi mű valamint ezek kiszolgálásához a segédberendezések, rendszerek; iroda, karbantartó és raktárpépületek. Az RHK Kht. tulajdonában lévő KKÁT a PAE üzemi területéhez csatlakozik.

A Paksi Atomerőmű beruházási területe

Itt található az erőmű működéséhez szükséges külső intézmények, vállalatok karbantartó műhelyei, raktárai és irodaépületei.

5.2. A telephely környezetének demográfiai, mezőgazdasági, meteorológiai és hidrológiai jellemzői

A dózismegszorítás megalapozásához ismerni kell a jelenlegi és a létesítendő blokkok telephelye körül elhelyezkedő települések demográfiai jellemzőit, valamint azokat a mértékadó művelési, meteorológiai, hidrológiai és geológiai jellemzőket, amelyek a telephelyen elhelyezkedő létesítményekből kibocsátott radioaktív anyagok terjedését meghatározzák.

A PAE 1-4 blokk telephelyének kiválasztása az 1960-as, 70-es évek jellemző ipartelepítési gyakorlatát követte. A döntésben elsődlegesen nem a természeti tényezők kedvező volta, hanem a létesítmény építésének és üzemeltetésének műszaki-gazdasági feltételei, szociális és egyéb szempontok játszottak szerepet. Az első blokk indulása óta eltelt 28 év során azonban az egyre szigorodó nemzetközi előírásokat is figyelembe véve, a rendszeres biztonsági és környezetvédelmi vizsgálatok alkalmával jelentős ráfordításokkal kutatták, jellemezték a területet. A széleskörű, több szakterületre is kiterjedő hosszú távú, illetve rendszeresen ismétlődő vizsgálatoknak köszönhetően a paksi telephely ma az ország egyik legalaposabban feltárt területe.

5.2.1 Demográfiai jellemzők

A telephely környezetének demográfiai jellemzői (az adatfelvétel időpontja a 2001-es népszámlálás volt):

- a tágabb környezet kiterjedése: 30 km sugarú kör (ez azonos a sürgős övintézkedési zóna határával);
- a biztonsági övezet kiterjedése: 3 km;
- a közvetlen környezet sugara: 8 km;
- népsűrűségi adatok:
 - országos átlag: 110,0 fő/km²;
 - a közvetlen környezetben: 136,2 fő/km²;

- a tágabb környezetben: 71,6 fő/km²;
- a tágabb környezet teljes lélekszáma: 202 406 fő;
- a legközelebbi lakott helyek:
 - Paks-Csámpa, 2 km DNy-i irányban (az atomerőmű 3 km-es biztonsági övezetén belül): 137 fő;
 - Uszód, 4 km K-i irányban: 1087 fő;
 - Dunaszentbenedek, 4,2 km ÉK-i irányban: 948 fő;
 - Paks, 5 km É-i irányban: 20 859 fő.
- a legközelebbi nagyobb település Paks kivételével: Szekszárd, 26 km DDNy-i irányban: 36 233 fő;
- a legközelebbi nagyváros: Budapest, 118 km É-i irányban: kb. 2 000 000 fő.

Mezőgazdasági jellemzők

Földhasználat a közvetlen környezetben: mezőgazdasági szántó 75 %, gyümölcsös, szőlő 2 %, rét, legelő 5 %, erdő 16,5 %, egyéb 1,5 %.

Meteorológiai jellemzők

- az 1951 és 2006 közötti időszakban a Paks térségében előfordult éves maximális csapadékösszeg 858 mm (1999-ben), a minimális 286 mm (1961-ben), az évi átlagos csapadékösszeg 571 mm volt;
- a hóréteg maximális vastagsága 53 cm, a maximális szabadfelszíni hőteher 1,5 kPa volt;
- az uralkodó szélirány: ÉNY, ÉÉNY;
- lokális hőmérsékleti maximum: 37,7 °C (mért), minimum: -30,3 °C (mért).

A Pakson és Kalocsán mért napi hőmérsékleti maximum és minimum adatsorokból elvégzett OMSZ vizsgálat alapján, háromparaméteres módszert alkalmazva a 10 000 éves visszatérési idejű:

- hőmérsékleti maximum: a Gumbel-hipotézis felhasználásával 40,2 °C, a Weibull módszerrel 40,9 °C;
- hőmérsékleti minimum: a Gumbel-hipotézis felhasználásával -28,0 °C, a Weibull módszerrel -29,4 °C.

A leggyakrabban előforduló Pasquill-féle stabilitási kategóriák: D: 30,6 %; C: 29,6 %; B: 16,6 %.

Extrém jellemzők: szélökés-maximum: 31,6 m/s (mért).

A paksi telephelyen egy 120 m magas meteorológiai mérőtorony és egy WMO standard felszíni főállomás üzemel.

Hidrologiai jellemzők

A vízgyűjtő terület nagysága: kb. 500 km², 3 kis patak és vízfolyás vízgyűjtő területe (Sio, a Duna jobb- és bal parti vízgyűjtője).

A Duna közepes vízszintje: a több mint 100 éves paksi adatok alapján számítható közepes vízállás az erőmű szelvényére átszámítva 88,0 mBf; vízszintingadozás: az 1876. évi jeges árvíz tetőzés szintje 94,95 mBf, az eddig észlelt legalacsonyabb vízállás 2003 augusztusában 84,42 mBf.

A felszíni vizekből megvalósuló vízhasználatok:

- öntözés;
- ipari vízfelhasználás (Paksi Atomerőmű);
- ivóvízellátás (Kalocsa-Barácsa vízbázis, Baja Városi Vízmű vízbázisa, Pécs-Mohács regionális vízbázis).

A 10 000 éves gyakoriságú számított legnagyobb víz (LNV): 96,36 mBf, a mértékadó árvízszint (MÁSZ): 95,30 mBf, az eddig észlelt legmagasabb vízállás: 94,95 mBf, az árvízvédelmi gátak koronaszintje: 96,60 mBf, száraz telephely.

A térségben kétféle felszín alatti víz fordul elő. Rétegvíz a pannon homokszintekben, amely mélyen a vízzáró rétegek alatt helyezkedik el. Efölött található a pleisztocén holocén összletben lévő, összefüggő talajvíz.

A Pakstól DNY-ra kiszélesedő magas ártéri síkon 2-3 m a talajvíz mélysége, a löszhátak alatt 8-10 m mélyen található, a Duna menti magas part alatt már 25-30 m-ig süllyed a talajvíz.

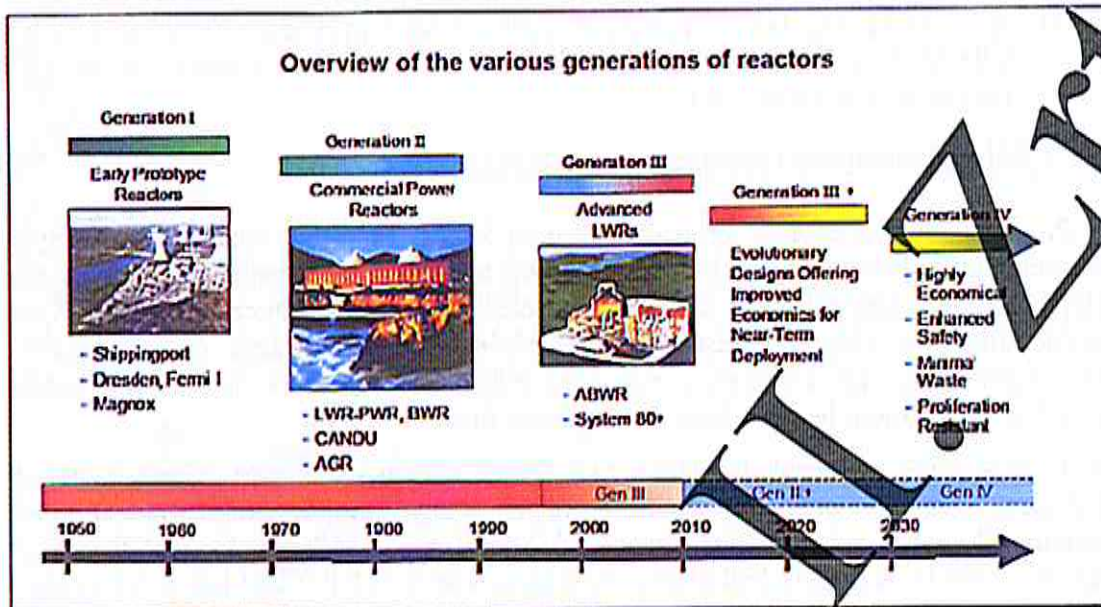
A talajvíz általános áramlási iránya a modellszámítások alapján DNY-ról DK felé mutat, azaz jellemzően telephely-Duna irányú.

5.3. A létesítendő blokk típusok ismertetése

Az atomerőműveknek jelenleg négy generációját szokás megkülönböztetni (lásd az 5-2. ábrán):

- Az 1. generációt az ötvenes és hatvanas években épített prototípus energiatermelő reaktorok alkották.
- A 2. generációba tartozik a világon ma üzemelő blokkok döntő többsége, így a Paksi Atomerőmű is. Ezeket a hetvenes és nyolcvanas években helyezték üzembe. A közel 400 GW villamos teljesítményt képviselő blokkok többsége a nyomottvizes (PWR) és a forralóvizes (BWR) típusba tartozik, de számos blokk üzemel a kanadai CANDU technológiával is. Néhány működő reaktor a szovjet RBMK családba tartozik és üzemel még néhány gázhűtésű – AGR és MAGNOX – reaktor is.
- A 3. generációt a kilencvenes években fejlesztették ki a 2. generációs PWR, BWR és CANDU típusú blokkok „evolúciós” továbbfejlesztésével. A fejlesztések legfontosabb célja a súlyos balesetek valószínűségének, ill. a balesetek következményeinek jelentős csökkentése volt. Ezt megerősített konténment szerkezettel és speciális ún. „zónafogó” berendezéssel érték el. A 3+ generációban bizonyos elmozdulás figyelhető meg az ún. passzív (pl. gravitációs elven működő) biztonsági rendszerek fokozott alkalmazásának irányába, illetve néhány típusnál (pl. PBMR) innovatív tervezési-működési elveket vezettek be. Ebbe a kategóriába tartoznak a fejlett forralóvizes blokkok (Toshiba-Hitachi, General Electric), a fejlett nyomottvizes blokkok (EPR, az AP600 és AP1000, a VVER-1000, a Mitsubishi APWR, ATMEA1, KEPCO APR1400), illetve a továbbfejlesztett CANDU blokkok (ACR-700 és ACR-1000).
- A 4. generáció kifejlesztését célul kitűző projekt 2000-ben indult az USA-ban. A fejlesztések célja olyan energetikai atomreaktorok létrehozása, amelyek a jelenlegi típusokat főleg a biztonsági megoldások (inherens biztonság), a gazdaságosság és a keletkező radioaktív hulladékok mennyiségének tekintetében múlják felül. A fejlesztések során fontos szempont az is, hogy az üzemanyagciklust úgy alakítsák ki, hogy a hasadóanyaggal való visszaélések lehetőségét kiküszöböljék. A tervek

szerint a jelenleg fejlesztés alatt lévő típusok közül néhány 2030 körül válik alkalmassá demonstrációs, s esetleg kereskedelmi üzemeltetésre.



5-2. ábra: Az atomerőművek különböző generációinak áttekintése

5.3.1. A G3 és a G3+ reaktorok legfontosabb tervezési tulajdonságai

A G3 és a G3+ reaktorok legfontosabb tervezési tulajdonságai az alábbiak szerint foglalhatók össze:

- A 2. generációs blokkok továbbfejlesztett változatai.
- A tervezés során a berendezések szabványosítására, egyszerűbb kivitelre és kevesebb komponens használatára törekedtek, a gyorsabb engedélyezési folyamat és a rövidebb építési idő érdekében.
- Törekedtek a nukleáris biztonság fokozására, elsősorban a kipróbált/bevált berendezések, illetve a passzív (azaz külső energia-ellátást nem igénylő) védelmi rendszerek alkalmazásával.
- Balesetek megelőzése, mélységben tagolt védelem elvének alkalmazásával, súlyosbodásuk elkerülésére biztonsági rendszerekkel.
- Fokozott védelem a külső események ellen (pl. nagy kereskedelmi repülőgép rázuhánása elleni védelem).
- A blokkok tervezett üzemideje jellemzően 60 év. A karbantarthatóság javításával és a nagyjavítások, átrakások idejének rövidítésével (<20 nap) a teljesítmény-használati tényezőt 90% feletti értékre növelték. Egy kampány hossza akár 18-24 hónap is lehet.
- Az európai engedélyező hatóságok által a zónakárosodási gyakoriságra előírt $\leq 10^{-6}/\text{év}$, és a nagy radioaktív kibocsátásokra előírt $\leq 10^{-7}/\text{év}^1$ célértéket ezek a blokkok messzemenően teljesítik. A technológia olyan megoldásokat tartalmaz, melyek még súlyos balesetek során is megakadályozzák a radioaktív anyagok (pl. a megolvadt zóna) kijutását a környezetbe.

A konténeren keresztül a környezetbe történő nagy és korai kibocsátás

- h) Az üzemanyag tökéletesítésével magasabb kiégetési szintet és kedvezőbb üzemanyag felhasználást értek el, ezáltal kevesebb radioaktív hulladék is keletkezik.
- i) A blokkok képesek manőverező üzemmódban működni, melynek során a teljesítményt legalább az 50-100%-os tartományban képesek a terhelés függvényében változtatni.

5.3.2. Súlyos balesetekkel szembeni fokozott védettség

A 2. generációs reaktorok tervezésekor még kevés figyelmet fordítottak a súlyos balesetek kezelésére. A legtöbb országban csak az erőművek létesítése után került sor olyan hardver módosítások és balesetkezelési utasítások bevezetésére, amelyek csökkenthetik a súlyos balesetek kialakulásának valószínűségét és a balesetek következményeit. Így kerültek a már kész erőművekbe például új hidrogénégetők, szűrők a konténment leeresztésére és kiegészítő áramforrások.

A 3. generációs reaktorok terveiben már fontos szerepet kapott a súlyos balesetek kezelése. Az új blokkok szállítói olyan megoldásokat kínálnak, amelyek megakadályozzák a radioaktív anyagok kijutását a környezetbe a legtöbb súlyos baleset során is. Az egyik leglátványosabb megoldás a tartály alatti beton átolvadását akadályozza meg úgy, hogy az olvadék szétterülését elősegítő helyiségeket épít be az akna aljába, vagy pedig olyan anyagokat helyez el a tartály alatt, amelyeken nem hatol át a zónaolvadék.

Az új finn blokk létesítésekor megfogalmazott biztonsági követelmények jól jellemzik a 3. generációs blokkok súlyos baleseti irányú fejlesztéseit.

Nyilvánvaló, hogy egy új magyar blokk létesítésekor is alapvető követelménynek kell tekinteni a súlyos balesetek kezelését, az erőmű súlyos balesetek elleni védettségének már a tervekben is meg kell jelennie.

5.3.3. A továbbfejlesztés irányai reaktortípusok szerint

A továbbiakban a jelenlegi G3 és G3+ reaktorok közül csak a nyomottvizes típusokra koncentrálunk, mivel döntés született arról, hogy Magyarországon csak PWR típusú blokkok építése jöhet számításba. A mai paksi blokkok is nyomottvizesek, a világban jelenleg működő blokkok többsége is az. Úgy gondoljuk, hogy a meglévő hazai nyomottvizes szakértelm fontos hozzájárulás lehet az új blokkok tendereztetése, építése és üzemeltetése során is. A leendő személyzet jelentős részét minden bizonnyal a paksi blokkokat jól ismerő oktatók fogják képezni.

5.3.4. Továbbfejlesztett nyomottvizes reaktorok

A továbbfejlesztett nyomottvizes (PWR) reaktorok alapvetően négy gyártótól származnak: az EPR-t (European Pressurized Water Reactor) a francia-német AREVA cég gyártja, az AP600 és az AP1000 (AP = Advanced Pressurized Water Reactor) blokkok a Westinghouse termékei, az ATMEA1-et az AREVA-Mitsubishi (francia-japán) konzorcium gyártja, míg a VVER blokkok különböző változatait az orosz Atomsztrójexport szállítja. AP1000 típusú blokk épül Kínában, MIR 1200 pedig Oroszországban. EPR típusú blokk épül a finnországi Olkiluoto telephelyen és a franciák már elkezdték az engedélyezési folyamatot egy Flamanville-ben (Normandia) felépítendő EPR blokkra is. Iránban és Indiában 1000 MW villamos

teljesítményű VVER blokkok épülnek, ezek a 2. generációs VVER-1000 blokkok modernizált, továbbfejlesztett változatának tekinthetők. Kínában viszont már egy 3. generációs tekinthető változat két blokkja létesül Tianwan-ban.

A koreai KEPCO cég gyártja az APR1400 típusú blokkot. A KEPCO által szállított APR 1400-as blokk típus esetében jelenleg Dél-Koreában két telephelyen négy blokk építése folyik, az Egyesült Arab Emírségek pedig négy blokk létesítésére kötött szerződést 2009-ben.

5.3.5. A létesítendő blokk(ok) típusa, teljesítménye

2010 elején a világ 437 atomerőművének kapacitása 370,705 GW(e) volt [5-2]. Az atomerőműi blokkok túlnyomó többsége a nyomottvizes (PWR) (66%) és a forralóvizes (BWR) típusba (23%) tartozott, de sok blokk üzemelt a kanadai CANDU nehézvizes technológiával is. Van még néhány RBMK technológiával működő reaktor (ez a „csernobili” forralóvizes típus: vízhűtéssel és grafitt moderátorral), és üzemelnek még gázhűtésű reaktorok is.

A jelenlegi piacon a szállítók a 3. generációs blokkok különféle változatait ajánlják, hiszen 2. generációs blokkokat már nem, 4. generációs blokkokat pedig még nem gyártanak.

A Pakson létesítendő blokk(ok) vonatkozásában a piacon elérhető 3. generációs blokkok közül - figyelembe véve a létesítési világtendenciát, és tekintettel a nyomottvizes blokkokkal kapcsolatos hazai üzemeltetési tapasztalatokra és szakértelemre - a következő blokk típusokat érdemes számításba venni:

- MIR 1200 (szállító: Atomsztrójeexport, orosz),
- AP-1000 (szállító: Westinghouse, USA),
- ATMEA1 (szállító: Areva és Mitsubishi, francia-japán) és
- EPR (szállító: Areva, francia)
- APR1400 (szállító: KEPCO, koreai).

A fenti reaktorblokkok fontosabb technológiai jellemzőit, beleértve a koreai blokk típust is az 5-1 táblázatban foglaltuk össze. Részletes ismertetésüket a Függelékben közöljük.

A blokk(ok) típusát és így a telephelyre beépítendő villamos energia teljesítmény pontos értékét a tenderkiírás, illetve később, a tenderértékelést követő döntés határozza meg. A blokkszámtól és beépített teljesítménytől függően a jelenleg működő blokkok friss Duna-víz hűtésével szemben az új blokk(ok) esetében szükségessé válhat a hűtőtornyos hűtés változat kiépítése, ennek értékelése még folyamatban van.

5-1. táblázat. A blokk típusok fontosabb műszaki jellemzői

Blokk típusa	ATMEA1	AP1000	MIR 1200	EPR	APR1400
Kiadható nettó teljesítmény	1100 MW	1117 MW	1150 MW	1600 MW	1400 MW
Üzemidő	60 év	60 év	50(60) év	60 év	60 év
Tervezett telj. kihasználási tényező	92 %	93 %	92 %	92 %	legalább 92%
Tervezett főjavítások miatti éves kiesés	16 nap	17 nap	20 nap	14 nap	17 nap
Önfogyasztás	5,8 %	6,9 %	7,0 %	7,0 %	3,8%
Felhasználható üzemanyag típusa	UO ₂ , MOX	UO ₂ , MOX	UO ₂	UO ₂ , MOX	UO ₂ , MOX
Felhasználható üzemanyag forrása	Areva és MHI	Westinghouse	TVEL	Areva	Korean Hydro and Nuclear Power
Üzemanyagciklus	12-18 hónap	18 hónap	18-24 hónap	12-18-24 hónap	18 hónap
Üzemanyag szükséglet	42,7 t UO ₂ /24 hónap	43,2 t UO ₂ /18 hónap	43,0 t UO ₂ /24 hónap	64 t UO ₂ / 24 hónap	44,7 t UO ₂ /18 hónap
Friss kazeták száma átrakáskor	60 db (18 havonta)	68 db (18 havonta)	82 db (24 havonta)	120 db (24 havonta)	92 db (18 havonta)
Friss kazeták átlagústása	4,95%	4,8%	4,0 %	4,95 %	4,09%
Manőverező képesség	30% - 100% között	25% - 100% között, napi 100%-50%-100%	30% - 100% között, évi max. 250 db Δ70%	20% - 100% között, napi 100%-25%-100%	20% - 100% között, napi 100%-25%-100%
Hurkok és FKSZ-ek száma	3, 3 FKSZ	2 (1 hurkolt meleg- és 2 hidegág) 4 FKSZ	4, 4 FKSZ	4, 4 FKSZ	2, 4 FKSZ
Primerköri nyomás	155,1 bar	155,2 bar	157 bar	155 bar	155 bar
Reaktor belépő hőmérséklet	290,9°C	280,6 °C	291,0 °C	295,5 °C	290,6 °C
Reaktor kilépő hőmérséklet	326,3 °C	321,1 °C	328,0 °C	328,0 °C	323,9 °C
Gőzfeljesztő	3 db, függőleges	2 db, függőleges	4 db, vízszintes	4 db, függőleges	2 db, függőleges
Gőzfeljesztő kilépő nyomás	73 bar	57,6 bar	62,7 bar	78,0 bar	69,0 bar
Felhasznált hűtővíz mennyisége	140 ezer m ³ /h	136 ezer m ³ /h	140 ezer m ³ /h	190 ezer m ³ /h	173 ezer m ³ /h
Konténment tervezési nyomás	nincs adat	5,1 bar(abs)	5,0 bar(abs)	6,5 bar(abs)	5,15 bar(abs)
Konténment tervezési hőmérséklet	nincs adat	150 °C	150 °C	160 °C	143 °C
Konténment szivárgás	0,15%/nap	0,1%/nap	0,3%/nap	0,5%/nap	<0,15%/nap
Repülőgép rázuhanás ellen védett	igen	nem	részben (5,7 tonna + 100 m/s)	igen	igen
Méretezési földrengés	0,30 g	0,30 g	kb. 0,20 - 0,25 g (8-as az MSK-64 skálán)	0,25 g	0,3 g

5.3.6. Radioaktív kibocsátások és a lakosság közvetlen sugárterhelése

A dózismegszorítás megalapozása szempontjából fontos légnemű és folyékony kibocsátásokat a PA Zrt. adatszolgáltatása alapján az 5-2. és 5-3. táblázatok foglalják össze. A táblázatokban a jobb áttekinthetőség érdekében az adott radionuklidra vonatkozó maximális kibocsátást szürke színnel emeltük ki.

Az 5-2. és 5-3. táblázat adatait a 6. fejezet dózisszámítási eredményei alapján (6.1.2. pont) értékelve kijelenthető, hogy a sugárterhelésben meghatározó járulékkal rendelkező radionuklidoknál az EPR1600 blokk kibocsátási adatai a legnagyobbak. Ily módon a 6. fejezet lakossági sugárterhelés eredményei – mind a légnemű, mind a folyékony kibocsátások esetén – burkoló értékeknek tekinthetők a figyelembe vett valamennyi blokk típusra.

A dózismegszorítás értékében ugyancsak figyelembe vendő, a blokk közvetlen sugárzásából származó lakossági dózisra a következőket mondhatjuk. Az AP1000 blokk esetén a vonatkoztatási csoport közvetlen és szórt sugárzásból származó sugárterhelését a Sizewell B erőmű telephelyhatára megadott $4 \mu\text{Sv/év}$ értékkel közelítették, mint konzervatív felső becslés [5-3]. Az EPR1600 blokkoknál 100 m-es távolságra közöltek becslést, amely szerint az éves, külső sugárterhelés kisebb, mint $6 \mu\text{Sv}$ [5-4]. Az APR1400 bloknál $50 \mu\text{Sv/év}$ felső határt adnak meg 700 m-es távolságra [5-5]. Mivel ez nem számított, illetve mért adat, túlzott konzervatizmus lenne ezen érték elfogadása az 1300 m távolságban élő, hazai vonatkoztatási csoportra. A 700 m-re vonatkozó felső határból az EPR blokkra megadott, távolságfüggő adatokból [5-6] $9\text{E}-03$ értékű korrekciós tényezőt számíthatunk. Ily módon 1300 m-es távolságban kerekén $0,5 \mu\text{Sv/év}$ külső sugárterhelést kapunk, azaz megengedhető, ha – a becslési bizonytalanságot is figyelembe véve – a tanulmány korábbi verziójában elfogadott, $6 \mu\text{Sv/év}$ értéket továbbra is érvényesnek tekintjük.

5-2. táblázat. Normál üzemi, blokkonkénti légnemű kibocsátások (- nincs adat)

Radio-nuklid	Normál üzemi kibocsátások (Bq/év)				
	EPR1600 (5-4)	AP1000 (5-3)	ATMEA1 (5-7,5-9)	MIR 1200 (5-8)	APR1400 (5-5)
H-3	3,0E+12	1,8E+12	3,0E+12	3,9E+12	4,4E+13
C-14	9,0E+11	6,0E+11	2,7E+11	3,0E+11	2,7E+11
I-131	1,8E+08	2,1E+08	5,9E+07	7,3E+07	1,4E+09
I-133	2,2E+08	3,5E+08	1,4E+08	1,4E+08	4,3E+09
Kr-85	3,1E+12	3,1E+12	3,7E+12	3,6E+11	1,8E+14
Xe-133	1,4E+13	1,3E+12	1,1E+12	2,8E+13	3,1E+13
Xe-135	4,5E+12	4,4E+11	0,0E+00	7,6E+12	1,6E+12
Ar-41	6,5E+11	1,3E+12	1,2E+12	-	1,3E+12
Xe-131m	6,8E+10	1,4E+12	7,4E+10	2,5E+11	2,2E+13
Co-58	8,7E+07	8,5E+06	1,8E+07	-	1,8E+07
Ce-60	1,0E+08	3,2E+06	4,1E+06	3,1E+04	4,2E+06
Sr-89	-	1,1E+06	5,9E+06	3,3E+05	5,9E+06
Nb-95	-	9,3E+05	1,6E+06	-	1,6E+06
Cs-134	7,9E+07	8,5E+05	1,8E+06	2,0E+07	1,8E+06
Cs-137	7,1E+07	1,3E+06	3,3E+06	3,0E+07	3,3E+06

5-3. táblázat. Normál üzemi, blokkonkénti folyékony kibocsátások (- nincs adat)

Radio-nuklid	Normál üzemi kibocsátások (Bq/év)				
	EPR1600 [5-4]	AP1000 [5-3]	ATMEA1 [5-7, 5-9]	MIR 1200 [5-8]	APR1400 [5-5]
H-3	7,5E+13	3,3E+13	4,1E+13	9,1E+12	1,4E+13
C-14	9,5E+10	3,3E+09	-	-	-
I-131	5,0E+07	1,5E+07	4,7E+07	3,5E+07	9,3E+09
I-133	-	2,9E+07	7,9E+06	1,2E+07	4,8E+09
Ag-110m	5,7E+08	2,6E+07	1,5E+04		2,3E+08
Fe-55	-	4,9E+08	3,2E+05		4,4E+08
Co-58	2,1E+09	4,1E+08	3,5E+05	8,6E+05	9,3E+08
Co-60	3,0E+09	2,3E+08	2,3E+04	2,5E+06	5,9E+08
Ru-106	-	-	-	-	1,3E+10
Cs-134	5,6E+08	7,6E+06	4,6E+07	8,0E+07	1,7E+09
Cs-137	9,5E+08	2,3E+07	3,0E+07	1,2E+08	2,3E+09
Mn-54	2,7E+08	3,2E+07	4,2E+05	6,1E+05	3,7E+08
Sb-124	4,9E+08	-	-		1,6E+07
Sb-125	8,2E+08	-	-		-
Ni-63	9,6E+08	5,4E+08	0,0E+00		6,3E+07
Tc-123m	2,6E+08	-	-		-

6. A LAKOSSÁG VONATKOZTATÁSI CSOPORTJA AZ ÚJ BLOKKOKRA

A lakossági dózismegszorítás megállapításával szorosan összefüggő feladat a vonatkoztatási (kritikus) csoport meghatározása, még ha az EüM R. ezt ennyire egyértelműen nem is mondja ki (lásd 1.1.2. b) pont).

A vonatkoztatási csoport meghatározásához a várható blokk típust jellemző, vagy azt konzervatívan burkoló kibocsátási adatok, és a létesítmény környezetére érvényes meteorológiai, hidrológiai, demográfiai, mezőgazdasági termelési, fogyasztási és életmód jellemzőket kell felhasználni.

A vonatkoztatási csoport sugárterhelésének elemzésekor a két meghatározó jellemző a lakóhely és az életkor. Számos olyan további, a lakossági dózist befolyásoló paraméter van, amelyeket ezen elsődleges jellemzők köré csoportosíthatunk, aszerint, hogy a dózisa gyakorolt hatásuk melyik elsődleges jellemző változásának függvénye:

- a vonatkoztatási csoport lakóhelye, azaz a kibocsátási ponttól mért távolság és irány (kibocsátási mód és jellemzői; meteorológiai és hidrológiai paraméterek),
- a vonatkoztatási csoport életkora (kibocsátott radionuklidok, aktivitásuk és kémiai formájuk, dózistényezők, fogyasztási és életmód adatok).

A vonatkoztatási csoport, illetve sugárterhelésének meghatározásakor hely specifikus és ésszerűen konzervatív adatokból, feltevésekből kell kiindulni.

A sugárterhelés számításokat – a jelenlegi blokkokra érvényes vonatkoztatási csoport meghatározásával összhangban – 1-2 éves gyermekekre és felnőttekre minden esetben elvégeztük. A légköri kibocsátásoknál a 2-7 éves gyermekek dózisa is számoltuk. A továbbiakban e csoportokra 1 évesek, 5 évesek és felnőttek megnevezéssel hivatkozunk.

A lakosság - és ezen belül a vonatkoztatási csoport - sugárterhelésének három fő forrása lehet:

- a légköri kibocsátások,
- a folyékony kibocsátások,
- a létesítményből származó (közvetlen) külső sugárzás (gamma- és neutron).

A következő pontban az e forrásokból származó lakossági sugárterhelések kiszámítását ismertettük, és az eredmények alapján javaslatot teszünk a vonatkoztatási csoport kijelölésére.

A normál üzemi kibocsátásokon kívül az üzemzavari kibocsátásokból származó lakossági sugárterhelést is vizsgáltuk, mivel a nemzetközi sugárvédelmi előírások szerint követelmény, hogy a nagyobb gyakoriságú üzemzavarok – amelyek gyakorisága meghaladja a 1×10^{-2} /év gyakorisági értéket (várható üzemi események) – esetében a dóziskövetkezmény ne haladja meg a dózismegszorítás értékét.

6.1. A légköri kibocsátásokból származó lakossági sugárterhelés

A számításokat a KöM R. előírásának megfelelően – a kibocsátás dóziszárulékát nemzetközileg elfogadott modellek segítségével kell meghatározni – az Európai Községek Bizottságának ajánlása alapján a normálüzemi esetre a PCCREAM, az üzemzavari esetre a PCCOSYMA programmal végeztük [6-1]. A programok rövid ismertetése megtalálható a [6-1] jelentésben.

6.1.1 Kiindulási paraméterek a normál üzemi kibocsátásokra történő számításoknál

A légkörbe kibocsátott normálüzemi aktivitás értékeit az EPR blokk Egyesült Királyságban történő telepítésének előkészítéséhez készített Környezeti hatástanulmánya [6-2] alapján, az 1600 MW teljesítményű blokkra a 6-1. táblázat mutatja be. (Ezek a kibocsátások az 5.3.6 pontban elmondottak értelmében a sugárterhelés vonatkozásában – burkolónak tekinthetők.)

A kibocsátási pont feltételezett helyét az 5-1. ábrán bemutatott, tervezett telephely középpontjában tételeztük fel. A későbbiekben kiválasztásra kerülő blokk típus pontos kibocsátási magassága ismeretének hiányában a kibocsátás magasságát az alábbiak szerinti három értékre vettük fel: 30, 60 és 100 m. (Ezek az értékek lefedik a várható tartományt, 30 m-nél kisebb kibocsátási magasság nem várható, a 100 m-nél esetleg nagyobb magasságokra pedig konzervatív közelítést jelentenek. Az előzetes adatszolgáltatásnak tekinthető értékek szerint az orosz blokk és az ATMEA esetében 100 m, míg az AP1000 és APR1400 esetében 60 m körüli értéket lehet figyelembe venni. Az EPR adatszolgáltatás a kémény magasságát telephely-specifikus értéként hivatkozza.)

6-1. táblázat. A feltételezett légköri normálüzemi kibocsátások [6-2]

Radionuklidok	Kibocsátott aktivitás (Bq/év)
H-3	3,00E+12
C-14	9,00E+11
I-131	3,25E+08
I-133	2,18E+08
Kr-85	3,13E+12
Xe-133	1,42E+13
Xe-135	4,46E+12
Ar-41	6,53E+12
Xe-131m	6,75E+10
Co-60	1,02E+08
Cs-134	7,96E+07
Cs-137	7,14E+07

A telephelyi meteorológiára 10 éves adatsort vettünk figyelembe 2000-2009 között. (2002-től a komplett, 10 perces mérési adatsorokat a PA Zrt. bocsátotta rendelkezésre [6-3], amelyet a 2000-2001. évekre kiegészítettünk az OSSKI-nak a kibocsátási határértékek számításához biztosított, korábbi adatszolgáltatás alapján.)

Az adatsorokból a PCCREAM részére éves szélirány-gyakoriságokat kellett számolni, 6 szélirány (A, B, C, D, E, F) és 2 csapadékos (C és D) Pasquill-kategóriára, 16 irányszektorra. (Az adott stabilitási kategóriához a program egyik modulja rendel szélsebességet.) Példaként a 6-2. táblázatban a 2003. évre, 120 m-es magasságban mért adatokból számított szélirány-gyakoriságokat mutatjuk be.

A vonatkoztatási csoport lakóhelyének meghatározásakor a feltételezett kibocsátási pont körül 5 km-nél kisebb távolságban, minden irányban a – Google Föld program alapján – a legközelebbi lakóház távolságát és irányszögét határoztuk meg.

Ez konzervatívabb megközelítést eredményez a települések központjának kiválasztásához képest.

Az egyes településeken kiválasztott legközelebbi lakóházak távolságát, irányszögét és szektorszámát a 6-3. táblázat szemlélteti.

A lakossági sugárterhelés-számításokat 1 évesekre, 5 évesekre és felnőttekre végeztük mind a normálüzemi, mind az üzemzavari kibocsátások esetén.

6-2. táblázat. Szélirány-gyakoriságok a PCCREAM program részére

	1	2	3	4	5	6	7	8
A	7,1E-03	7,3E-03	3,9E-03	6,6E-03	9,9E-03	1,2E-02	8,1E-03	4,5E-03
B	7,9E-03	6,2E-03	4,3E-03	8,4E-03	9,6E-03	1,6E-02	2,6E-02	7,4E-03
C	2,1E-02	9,6E-03	7,8E-03	1,4E-02	9,6E-03	1,6E-02	5,9E-02	4,2E-02
D	3,1E-02	1,8E-02	1,1E-02	1,3E-02	9,7E-03	1,0E-02	1,8E-02	4,5E-02
E	1,1E-02	9,3E-03	5,7E-03	7,2E-03	6,3E-03	5,7E-03	6,0E-03	8,0E-03
F	1,5E-03	1,5E-03	8,8E-04	1,5E-03	1,8E-03	1,6E-03	1,7E-03	1,3E-03
C (cs.)	3,0E-04	5,0E-04	2,3E-04	8,0E-04	5,7E-04	9,5E-04	2,5E-03	2,2E-03
D (cs.)	5,5E-04	3,8E-04	1,7E-04	3,0E-04	5,7E-05	7,6E-05	1,9E-04	2,6E-03

	9	10	11	12	13	14	15	16
A	4,1E-03	7,2E-03	1,1E-02	7,2E-03	9,2E-03	1,0E-02	6,8E-03	5,6E-03
B	4,8E-03	8,6E-03	2,2E-02	1,8E-02	1,3E-02	1,0E-02	9,0E-03	5,5E-03
C	1,3E-02	1,6E-02	1,6E-02	9,7E-03	1,2E-02	1,3E-02	1,8E-02	1,5E-02
D	2,9E-02	1,9E-02	9,7E-03	5,3E-03	4,2E-03	5,3E-03	1,7E-02	2,4E-02
E	8,9E-03	8,9E-03	6,1E-03	3,9E-03	2,4E-03	2,3E-03	2,5E-03	5,0E-03
F	2,0E-03	1,2E-03	1,7E-03	8,8E-04	5,1E-04	5,1E-04	1,1E-03	8,4E-04
C (cs.)	6,9E-04	1,4E-03	2,4E-03	1,2E-03	4,6E-04	7,6E-04	6,9E-04	6,1E-04
D (cs.)	1,4E-03	1,2E-03	3,4E-04	0,0E+00	0,0E+00	7,6E-05	4,2E-04	1,0E-03

6-3. táblázat. A települések legközelebbi lakóházának távolsága, irányszöge és szektora

Megnevezés	Távolság (km)	Irányszög (°)*	Szektor**
Dunaszentbenedek	2,8	58,7	4
Uszód	3,4	105	6
Csámpa	1,3	272	13
Forrásmajor	3,5	295	14
Paks (Dél)	3,1	353	1

* 0° az É-i irány; ** azonos a PAE által használt szektorbeosztással

A PCCREAM program a következő besugárzási útvonalakkal számol:

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

A külső sugárterhelésnél 1 évre integrált, a belső sugárterhelésnél 1 éves expozícióból (felvételből) származó leköttött dózist számol a program.

A programba beépített életmódjellemzőket és árnyékolási tényezőket [6-1] alapján a 6-4. táblázat foglalja össze.

6-4. táblázat. A PCCREAM program életmódjellemzői és árnyékolási tényezői

Eltöltött idő (óra/év)	Épületen belüli tartózkodási hányad	Épület árnyékolási tényezője	
		felhődózisra	talajdózisra
8760	0,9	0,2	0,1

A lakossági sugárterhelés további fontos jellemzője az életkorfüggő étel- és ital-fogyasztás, amelynek mindenképpen törekedni kell a helyre jellemző adatok használatára. (A számításokban Bácskai térségére vonatkozó felmérés Tolna megyei adatait használtuk.) Ezeket a [6-4] alapján a 6-5. táblázat foglalja össze.

6-5. táblázat. Étel- és ital-fogyasztási adatok

Étel- és ital	Korcsoportos fogyasztási adatok (kg/év)		
	1 évesek	5 évesek	felnőttek
marhahús	3,5	2,0	3,9
tehéntej	79	104	87
tejtermékek	37,4	40,3	19,3
birkahús	0	0	0
leveles zöldség	5,9	11	16
gyökéres zöldség	13	6,7	19
gabona	45	71	125
gyümölcs	29	52	69

6.1.2 Kiindulási paraméterek az üzemzavari kibocsátásokra történő számításoknál

A kiindulási paraméterek jelentős része megegyezik a normálüzemi kibocsátásoknál tárgyaltakkal. Itt csak az azokat eltérőket ismertetjük.

A PCCOSYMA programmal a 10^{-2} -nél nagyobb gyakoriságú üzemzavari esetekre megadott kibocsátási korlátokkal [6-5] számoltunk. Az EUR ajánlás [6-5] szerint a 10^{-2} gyakoriságúnál nagyobb üzemzavari eseményekre (incidensekre) a kibocsátási korlát: Xe-133: 50 TBq, I-131: 1 GBq és Cs-137: 1 GBq. Az üzemzavari számításokban konzervatívan a radionuklidok együttes kibocsátását tételeztük fel [6-1]. (A jód-kibocsátásnál 50 % aeroszol és 50 % elemi formát.)

A számítások során semleges (Pasquill-D) stabilitási kategóriát vettünk (5 m/s szélsőségnél, száraz időben) tekintve, hogy ez az egyik legjellemzőbb meteorológiai kategória a térségben. Emellett Pasquill-F kategóriára is végeztünk számításokat.

Az üzemzavart követő 1 évre határoztuk meg az alábbi sugárterhelési útvonalakból származó dózisokat: felhődózis, talajdózis és inhalációs dózis [6-1].

A táplálékban keresztüli sugárterhelés számításánál feltételeztük, hogy az adott távolságra körgyűrű mentén termelik az élelmiszereket, amelyek helyben elfogyasztásra kerülnek. (Ez a közelítés realisztikusabb, mintha a csóvatengelyben feltételeznénk a teljes termelést, továbbá nem számoltunk más helyről behozott termékek fogyasztásával, ill. semmilyen védőintézkedés bevezetésével sem.)

A táplálkozási útvonal becslésénél a COSYMA két lehetősége közül az ECOSYS modellt alkalmaztuk, azonban a normálüzemi számításoknál használt fogyasztási adatokkal (ld. 6-5. táblázat). Feltételeztük, hogy az üzemzavar nyáron történik, aratási időszakban. A korai dózisoknál 1 évre számítottuk a terheléseket, a késői dózisoknál 50 évre számítottuk.

6.1.3 A normálüzemi légköri kibocsátásokból származó lakossági sugárterhelés

Az egyes településekre, korcsoportokra, kibocsátási magasságokra és éves meteorológiai jellemzőkre számolt lakossági sugárterheléseket a 6-6., 6-7. és 6-8. táblázatok foglalják össze [6-1] alapján.

6-6. táblázat. Az 1 évesek éves légköri kibocsátásból becsült effektív dózisa ($\mu\text{Sv}/\text{év}$)

Év	Kibocsátási magasság (m)	Település				
		Csámpa	Duna-szentbenedek	Főrtás-major	Paks-dél	Uzód
2000	30	2,6	0,96	0,42	0,54	0,46
	60	1,2	0,79	0,39	0,37	0,34
	100	0,81	0,40	0,19	0,32	0,30
2001	30	2,6	0,98	0,39	0,43	0,43
	60	1,4	0,71	0,36	0,32	0,31
	100	0,8	0,41	0,16	0,28	0,25
2002	30	3,5	0,88	0,54	0,51	0,46
	60	1,7	0,66	0,54	0,36	0,32
	100	1,1	0,37	0,28	0,31	0,28
2003	30	3,7	0,65	0,52	0,46	0,46
	60	2,0	0,53	0,52	0,34	0,30
	100	1,2	0,31	0,24	0,29	0,25
2004	30	2,6	0,76	0,35	0,44	0,46
	60	1,4	0,68	0,39	0,27	0,32
	100	0,91	0,36	0,20	0,22	0,29
2005	30	3,9	0,76	0,47	0,36	0,43
	60	2,0	0,58	0,52	0,25	0,29
	100	0,95	0,29	0,22	0,28	0,28
2006	30	2,8	0,78	0,35	0,44	0,45
	60	1,7	0,72	0,43	0,28	0,3
	100	1,0	0,39	0,18	0,23	0,27
2007	30	2,6	0,77	0,39	0,46	0,40
	60	1,4	0,65	0,37	0,22	0,33
	100	0,62	0,46	0,20	0,20	0,29
2008	30	2,8	0,76	0,37	0,52	0,43
	60	1,7	0,64	0,36	0,38	0,31
	100	1,0	0,37	0,17	0,30	0,32
2009	30	3,2	0,69	0,4	0,45	0,32
	60	1,8	0,63	0,46	0,30	0,25
	100	1,4	0,22	0,32	0,20	0,17

6-7. táblázat. Az 5 évesek éves légköri kibocsátásból becsült effektív dózisa ($\mu\text{Sv}/\text{év}$)

Év	Kibocsátási magasság (m)	Település				
		Csámpa	Duna-szentbenedek	Forrás-major	Paks-dél	Uzód
2000	30	2,2	0,82	0,36	0,46	0,40
	60	1,0	0,68	0,34	0,32	0,29
	100	0,7	0,34	0,16	0,27	0,25
2001	30	2,2	0,83	0,33	0,37	0,36
	60	1,2	0,61	0,30	0,27	0,27
	100	0,67	0,35	0,14	0,24	0,21
2002	30	3,0	0,75	0,46	0,43	0,40
	60	1,5	0,56	0,46	0,31	0,27
	100	0,95	0,32	0,24	0,26	0,24
2003	30	3,2	0,56	0,44	0,39	0,39
	60	1,7	0,45	0,45	0,29	0,25
	100	1,0	0,27	0,20	0,25	0,21
2004	30	2,2	0,65	0,30	0,38	0,39
	60	1,2	0,58	0,24	0,23	0,27
	100	0,78	0,31	0,17	0,19	0,25
2005	30	3,3	0,65	0,40	0,31	0,37
	60	1,7	0,50	0,45	0,21	0,24
	100	0,81	0,25	0,19	0,24	0,24
2006	30	2,4	0,66	0,30	0,38	0,39
	60	1,5	0,62	0,36	0,23	0,25
	100	0,86	0,33	0,16	0,20	0,23
2007	30	2,2	0,66	0,33	0,40	0,34
	60	1,2	0,56	0,32	0,19	0,28
	100	0,53	0,39	0,17	0,17	0,25
2008	30	2,4	0,65	0,32	0,45	0,37
	60	1,4	0,55	0,31	0,33	0,26
	100	0,88	0,32	0,15	0,25	0,27
2009	30	2,8	0,59	0,34	0,39	0,28
	60	1,6	0,54	0,39	0,26	0,22
	100	1,2	0,19	0,27	0,17	0,15

6-8. táblázat. A felnőttek éves légköri kibocsátásból becsült effektív dózisa ($\mu\text{Sv}/\text{év}$)

Év	Kibocsátási magasság (m)	Település				
		Csámpa	Duna-szentbenedek	Forrás-major	Paks-dél	Uzód
2000	30	1,8	0,65	0,29	0,36	0,31
	60	0,82	0,53	0,26	0,25	0,23
	100	0,55	0,27	0,13	0,22	0,20
2001	30	1,7	0,66	0,26	0,29	0,29
	60	0,93	0,48	0,24	0,21	0,21
	100	0,53	0,27	0,11	0,19	0,17
2002	30	2,4	0,59	0,36	0,34	0,31
	60	1,2	0,44	0,36	0,24	0,22
	100	0,75	0,25	0,19	0,21	0,19
2003	30	2,5	0,44	0,35	0,31	0,31
	60	1,3	0,35	0,35	0,23	0,20
	100	0,81	0,21	0,16	0,20	0,17
2004	30	1,8	0,51	0,24	0,30	0,31
	60	0,92	0,46	0,27	0,18	0,22
	100	0,61	0,24	0,13	0,15	0,20
2005	30	2,6	0,52	0,32	0,24	0,29
	60	1,3	0,39	0,35	0,17	0,19
	100	0,64	0,19	0,15	0,19	0,19
2006	30	1,9	0,52	0,23	0,30	0,31
	60	1,2	0,49	0,29	0,19	0,20
	100	0,68	0,26	0,12	0,16	0,18
2007	30	1,7	0,52	0,26	0,31	0,27
	60	0,95	0,44	0,25	0,15	0,22
	100	0,42	0,31	0,13	0,13	0,20
2008	30	1,9	0,51	0,25	0,35	0,29
	60	1,1	0,43	0,24	0,26	0,21
	100	0,7	0,25	0,11	0,20	0,22
2009	30	2,2	0,46	0,27	0,30	0,22
	60	1,2	0,42	0,31	0,20	0,17
	100	0,93	0,15	0,22	0,13	0,12

A táblázatokban szürke színnel kiemelt (maximális értékeket összevetve az alábbi következtetések vonhatók le:

- a) a három kör csoport közül az 1 évesek sugárterhelése a legnagyobb,
- b) a lakóhelyek közül a maximális dózist a csámpai lakosok kapják,
- c) a 30 m-es kibocsátási magasság eredményezi a legnagyobb dózisosokat,
- d) többnyire a 2003. év meteorológiai jellemzői eredményezik a maximális sugárterhelést, azonban a 30 m-es kibocsátásnál a 2005. év dózisa a legnagyobbak.

Összességében az éves normálüzemi kibocsátásokból származó legnagyobb sugárterhelés értéke $3,9 \mu\text{Sv}/\text{év}$ (Csámpa, 1 évesek, 30 m-es kibocsátási magasság, 2005. évi meteorológia).

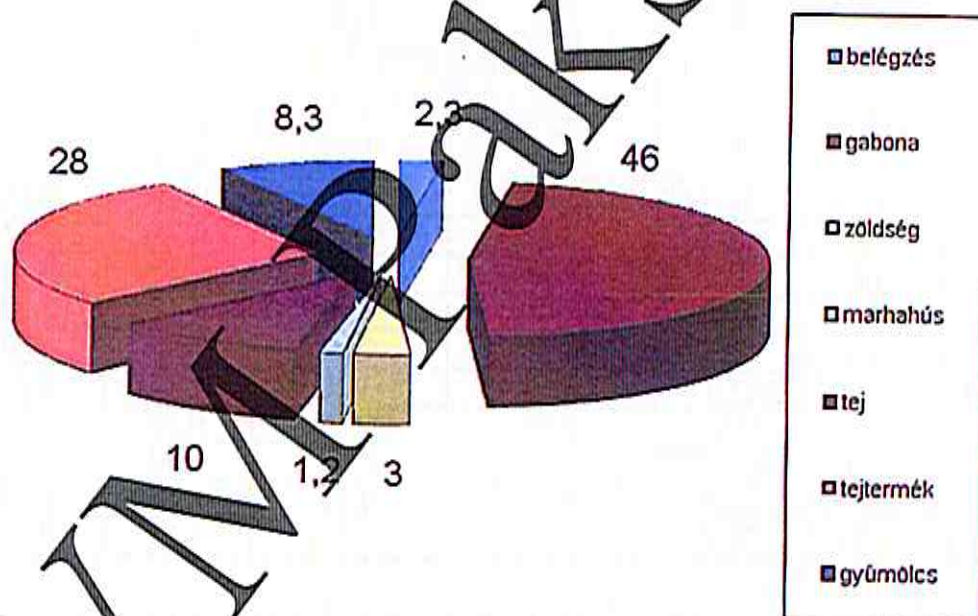
A Csámpán lakó 1 évesek – változatlan kibocsátások mellett – a legkisebb dózist ($0,62 \mu\text{Sv}/\text{év}$) a 2007. évi meteorológiai adatok és 100 m-es kibocsátási adatok mellett kapják.

Jelentős különbség van a különböző korcsoportok dózisa között is, a felnőttek dózisa az 1 évesek $3,9 \mu\text{Sv}/\text{év}$ maximális dóziséjának csak mintegy kétharmada ($2,6 \mu\text{Sv}/\text{év}$).

Az egyes településeken lakók sugárterhelése pl. az 1 évesek esetén (30 m-es kibocsátási magasság, 2005.) a $3,9 \mu\text{Sv}/\text{év}$ (Csámpa) és $0,36 \mu\text{Sv}/\text{év}$ (Paks-dél) között változik.

Az egyes radionuklidok járulékát tekintve elmondható, hogy pl. a maximális sugárterhelést eredményező jellemzők (Csámpa, 1 évesek, 30 m-es kibocsátási magasság, 2005. év) esetén a dózis 96 %-át a C-14 kibocsátása eredményezi, emellett még a I-131 súlya említendő (2,6 %) [6-1]. (Meg kell említeni, hogy a teljes C-14 kibocsátásra CO_2 kémiai formát feltételeztünk, ami erősen konzervatív feltevés, hiszen a PAE 2008-as, $4,3 \cdot 10^{11}$ Bq nagyságú teljes C-14 kibocsátásának csak mintegy 5%-a volt CO_2 formájú [6-6].)

A besugárzási útvonalakat tekintve legnagyobb a gabonafogyasztás járuléka (46 %), ezt követi a tejtermékek (28 %) és a tej (10 %), majd a gyümölcs fogyasztása (8,3 %). Az étel-miszer-fogyasztási útvonalakon kívül csak a belégzésből származó belső sugárterhelés súlya 1 % feletti (2,3 %) (6-1. ábra).



6-1. ábra. Az 1 évesek sugárterhelésének százalékos megoszlása besugárzási útvonalanként (Csámpa, 30 m-es kibocsátási magasság, 2005.) [6-1]

6.1.4 Az üzemzavari légköri kibocsátásokból származó lakossági sugárterhelés

A Pasquill-D és F kategóriákra kapott üzemzavari sugárterhelés becslések eredményeit a 6-9. és 6-10. táblázatok foglalják össze a [6-1] jelentés alapján.

6-9. táblázat. Üzemzavari sugárterhelések Pasquill-D kategória esetén (μSv)

Kor-csoport	Kibocsátási magasság (m)	Exp. idő (év)	Település				
			Csámpa	Duna-szentbenedek	Paks-dél	Uszód	Forrás-major
1 évesek	30	1	0,020	0,008	0,007	0,006	0,006
		50	0,98	0,30	0,26	0,26	0,22
	100	1	0,010	0,005	0,004	0,004	0,003
		50	0,450	0,170	0,150	0,130	0,120
5 évesek	30	1	0,021	0,008	0,007	0,006	0,006
		50	1,30	0,41	0,35	0,30	0,28
	100	1	0,010	0,005	0,004	0,004	0,003
		50	0,600	0,230	0,200	0,174	0,167
fel-nőttek	30	1	0,025	0,009	0,008	0,010	0,007
		50	1,35	0,42	0,36	0,31	0,30
	100	1	0,011	0,005	0,005	0,004	0,004
		50	0,630	0,240	0,200	0,180	0,170

6-10. táblázat. Üzemzavari sugárterhelések Pasquill-F kategória esetén (μSv)

Kor-csoport	Kibocsátási magasság (m)	Exp. idő (év)	Település				
			Csámpa	Duna-szentbenedek	Paks-dél	Uszód	Forrás-major
1 évesek	30	1	0,039	0,020	0,019	0,017	0,016
		50	2,8	1,2	1,1	0,96	0,92
	100	1	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001
		50	0,014	0,025	0,026	0,027	0,027
5 évesek	30	1	0,041	0,021	0,019	0,017	0,016
		50	3,7	1,6	1,4	1,2	1,2
	100	1	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001
		50	0,019	0,034	0,035	0,036	0,036
fel-nőttek	30	1	0,052	0,026	0,023	0,021	0,020
		50	3,9	1,7	1,5	1,3	1,2
	100	1	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001
		50	0,019	0,035	0,036	0,037	0,037

A két táblázat adatainak összevetéséből látható, hogy az üzemzavari kibocsátások esetén – a normál üzemi kibocsátási esettől eltérő kritikus útvonal és radionuklid miatt – a felnőttek kapják a legnagyobb sugárterhelést. Ennek az az oka, hogy üzemzavarnál a C-14-gyel szemben Cs-137 a kritikus radionuklid, amelynél a lenyelési dózistényező és az étel-miszer-fogyasztás is a felnőtteknél a legnagyobb.

30 m-es kibocsátási magasság mellett a csámpai felnőttek 50 évre integrált dózisa $3,9 \mu\text{Sv}$ (Pasquill-F kategória), illetve $1,35 \mu\text{Sv}$ (Pasquill-D kategória), szemben az 1 évesek $2,8 \mu\text{Sv}$, illetve $0,98 \mu\text{Sv}$ dóziséval.

100 m-es kibocsátási magasság esetén a csámpai felnőttek 50 évre integrált dózisa Pasquill-D kategóriánál $0,63 \mu\text{Sv}$, az 1 éveseké $0,45 \mu\text{Sv}$. Itt azonban Pasquill-F

kategóriánál már a távolabbi településeken (Uszód és Forrásmajor) lesz a legnagyobb dózis, a felnőttekre $0,037 \mu\text{Sv}$, az 1 évesekre $0,027 \mu\text{Sv}$.

Korábban láttuk, hogy a normálüzemi kibocsátásoknál a Csámpán lakó 1 évesek javasolhatók vonatkoztatási csoportként.

Ha a normálüzemi kibocsátás mellett egy üzemzavart is feltételezünk, akkor 30 m-es kibocsátásnál a csámpai 1 évesek teljes dózisa $4,9 \mu\text{Sv}$, illetve $6,7 \mu\text{Sv}$ (az üzemzavari kibocsátás alatt Pasquill-D, illetve Pasquill-F kategóriák feltételezésével), a felnőttek teljes dózisa pedig $4,0$ és $6,5 \mu\text{Sv}$. 100 m-es kibocsátásnál a hasonló dózisok $1,7$ és $1,2 \mu\text{Sv}$, illetve $1,4$ és $0,83 \mu\text{Sv}$ az 1 évesekre és felnőttekre.

Összefoglalóan tehát azt mondhatjuk, hogy a légköri kibocsátásoknál a Csámpán lakó 1 évesek vonatkoztatási csoportként való kijelölése indokolt.

6.2. A folyékony kibocsátásokból származó lakossági sugárterhelés

6.2.1. Számítási modell és kiindulási paraméterek

Bár a PCCREAM program is rendelkezik folyékony kibocsátásokból származó sugárterhelést számító modullal, két ok miatt nem ezen eredmények felhasználása mellett döntöttünk:

- a program a kibocsátott radionuklidok teljes elkeveredésével számol, és
- csak a vízparttól származó külső, és az ivóvíz és hal fogyasztásából származó belső besugárzási útvonalakat veszi figyelembe.

Ezen tulajdonságok miatt nem láttuk biztosítottak a számítások és az eredmények kellően konzervatív voltát, ezért a NAÜ Safety Reports Series 19 kiadványán [6-7] alapuló modellünk [6-8] használata mellett döntöttünk.

A Dunába történő kibocsátást leíró modell figyelembe veszi, hogy az oldalirányú elkeveredés – a kibocsátási ponttól nagy távolságban is – csak részlegesen valósul meg. A kialakuló koncentrációk meghatározásához – konzervatív közelítésként – a hidrológiai paraméterek sokéves minimum értékeit kell felhasználni. E sokéves minimum értékek a következők [6-9, 6-10]:

- vízhozam: $664 \text{ m}^3/\text{s}$
- folyószélesség: 370 m
- átlagos folyómélység: $2,2 \text{ m}$

Az utóbbi két paraméterből meghatározható, távolságfüggő, ún. részleges elkeveredési korrekciós tényező értéke $4,5$ (Gerjen, 10 km). Ez azt jelenti, hogy a dunai kibocsátási ponttól – amelyet azonosnak tekinthetünk fel a jelenlegi blokkokéval – 10 km távolságban a jobb parton $4,5$ -ször nagyobb lesz a radionuklidok koncentrációja a teljes elkeveredéshez képest.

A folyóvízi terjedést, illetve az aktivitáskoncentrációkat befolyásolja a szedimentumhoz való kötődés is. Konzervatív megközelítésként a [6-7] kiadvány a szedimentáció aktivitáskoncentráció-csökkentő hatásának elhanyagolását javasolja, amelyet számításainkban mi is követtünk.

A terjedési modellhez kapcsolódó tápláléklánc- és dozimetriai modell komplex hasznosítást feltételezve a következő besugárzási útvonalakat veszi figyelembe:

- külső sugárterhelés

- a szennyezett víztömegektől,
- az elszennyeződött folyóparttól, és
- az öntözött talajtól;

- belső sugárterhelés

- az ivóvíz,
- a hal,
- az öntözött növények, és
- az itatás, illetve öntözött növényekkel történő takarmányozás miatt elszennyeződött állati eredetű élelmiszerek fogyasztásából.

A 6-11. táblázatban összefoglalt, normálüzemi kibocsátási adatokat a légköri kibocsátáshoz hasonlóan, a [6-2] dokumentumból vettük. A tanulmány tríciumra, C-14-re, valamint I-131-re aktivitásértékeket, az egyéb radionuklidokra pedig összes aktivitást, illetve 1-re normált kikerülési hányadokat ad meg. A 6-11. táblázat utolsó oszlopa az ezen adatokból meghatározott, számításainkban felhasznált kibocsátott aktivitásokat tartalmazza. (Ezek a kibocsátások az 5.3.6 pontban elmondottak értelmében – a sugárterhelés vonatkozásában – burkolónak tekinthetők.)

6-11. táblázat. Folyékony kibocsátási adatok [6-2] alapján

Radionuklid	Összes aktivitás (Bq)	Kibocsátási hányad	Kibocsátás (Bq/év)
Trícium	7,50E+13	1	7,50E+13
C-14	9,50E+10	1	9,50E+10
I-131	5,00E+07	1	5,00E+07
Ag-110m	1,00E+10	0,0570	5,70E+08
Co-58		0,2070	2,07E+09
Co-60		0,3000	3,00E+09
Cs-134		0,0560	5,60E+08
Cs-137		0,0945	9,45E+08
Mn-54		0,0270	2,70E+08
Sb-124		0,0490	4,90E+08
Sb-125		0,0815	8,15E+08
Ni-63		0,0960	9,60E+08
Te-123m		0,0260	2,60E+08

A számításokhoz szükséges paramétereket a [6-8] jelentés részletesen ismerteti, itt csak felsoroljuk őket:

- átviteli tényezők (koncentráció faktorok),
 - életmód jellemzők (környezethasznosítás),
 - ivóvíz- és élelmiszer-fogyasztási adatok,
 - külső sugárzások dóziskonverziós tényezői.
- tenyelési dózistényezők.

A fenti paraméterek forrása elsősorban a már hivatkozott NAÜ kiadvány [6-7] volt, amelyeket hazai fogyasztási [6-4] és becsült életmód jellemzőkkel egészítettünk ki. A szennyezett víztömegektől származó külső sugárterhelés számításához szükséges dóziskonverziós tényezőket egy FGR Report-ból vettük [6-11].

Meg kell említeni, hogy a tríciumra és C-14-re a többi radionuklidra használt koncentráció faktor modell helyett a [6-7] kiadványban ismertetett specifikus aktivitás modell alapján számoltunk [6-8]. Az e modell alapján végzett számítások – a specifikus aktivitás állandóságának alapfeltevése miatt – azonos dózisokat adnak bármely korcsoportra.

A számításokat az első jobb parti település (Gerjen, 10 km) 1 éves és felnőtt lakóira végeztük el. (A távolabb lakóknál – a részleges elkeveredési korrekciós tényező csökkenése miatt – kisebb sugárterhelésekre számíthatunk.)

6.2.2. A normál üzemi folyékony kibocsátásokból származó lakossági sugárterhelés

A két korcsoportra kapott, éves kibocsátásokból származó sugárterheléseket a 6-12. táblázatban foglaltuk össze.

6-12. táblázat. Gerjeni lakosok éves folyékony kibocsátásból származó sugárterhelése (μSv)

Radionuklid	1 évesek	Felnőttek
H-3	0,42	0,42
C-14	3,6	3,6
I-131	0,001	< 0,001
Ag-110m	0,002	0,001
Co-58	0,006	0,004
Co-60	0,085	0,040
Cs-134	0,019	0,130
Cs-137	0,027	0,160
Mn-54	< 0,001	< 0,001
Sb-125	0,002	0,001
Összesen:	4,2	4,4

A táblázatból láthatóan a normálüzemi folyékony kibocsátásokból származó dózisok hasonló nagyságúak, mint a légköri kibocsátásokból eredő lakossági sugárterhelések, továbbá az 1 évesekre és felnőttekre közel megegyeznek.

Az utóbbi fő oka az, hogy a sugárterhelések nagy hányadát (több mint 90%-át) a trícium és C-14 izotópok adják, amelyeknél – a korábban említett ok miatt – a dózis nem életkorfüggő.

E két radionuklidon kívül 1%-hoz közeli, vagy azt valamelyest meghaladó járulékkal csupán a Co-60, Cs-134 és Cs-137 izotópok rendelkeznek, mind az 1 éveseknél, mind a felnőtteknél.

Éppen a trícium és C-14 dominanciája, illetve az esetükben alkalmazott specifikus aktivitás modell miatt, a folyékony kibocsátásoknál nincs értelme a besugárzási útvonalak súlyát vizsgálni, csak annyi mondhatunk, hogy a belső sugárterhelés a meghatározó. (Ez egyébként összhangban van a normálüzemi légköri kibocsátásokból származó sugárterhelésnél elmondottakkal.)

6.2.3. Az üzemzavari folyékony kibocsátás járuléka

Üzemzavar következtében elméletileg három módon következhet be a felszíni víz – esetünkben a Duna – szennyeződése:

- a) a felszíni víz közvetlen szennyeződése
- b) a felszíni víz közvetett szennyeződése a talajvízen keresztül
- c) a felszíni víz közvetett szennyeződése az üzemzavari légköri kibocsátás vízfelszíni kihullása, illetve a talajfelszínről történő bemosódása révén.

Az eddigi üzemzavari, baleseti tapasztalatok szerint gyakorlatilag kizárható, hogy a Duna közvetlen, ellenőrizetlen szennyeződése bekövetkezzen. (A felszíni vizek közvetlen szennyeződését még a csernobili atomerőmű balesetnél is sikerült megakadályozni.) A figyelembe vett blokk típusok kialakítása biztosítja, hogy a folyékony kibocsátások üzemzavari helyzetekben is ellenőrzött módon, a kibocsátási normáknak megfelelően valósuljanak meg. Példaként az ATMEA1 blokkok említjük, ahol a specifikáció szerint az üzemzavari folyékony kibocsátások is megfelelnek a 10 CFR Part 20, Appendix B aktivitáskoncentráció határértékeinek [6-12].

A „talajvíz üzemzavari szennyeződése, majd a szennyeződés eljutása a Dunába” útvonal az eddigi PAE üzemeltetési tapasztalatok alapján sem zárható ki teljesen („tríciumlencse”). Éppen a „tríciumlencse” példája bizonyítja azonban, hogy még a talajvízbe bekerülő folyékony szennyeződése sem ér rövid idő alatt a Dunát. Az eddigi megfigyelések szerint inkább kismértékű, nem meghatározott irányokba történő mozgásról, elmozdulásról van szó. Ennek magyarázatát elsősorban az adja, hogy a Duna vízszintjének változása miatt a talajvíz áramlási sebessége és egyes helyeken iránya is megváltozik, a talajvíz „oszillál” [6-13, 6-14, 6-15]. Az elvégzett hidrológiai modellszámítások szerint a Duna magas vízállása esetén a szennyezők PAE főépület-Duna közötti elérés ideje jelentősen meghosszabbodik, átlagosan 12 évvel jellemezhető [6-16].

A felszíni víz közvetett szennyeződése „az üzemzavari légköri kibocsátás vízfelszíni kihullása, illetve a talajfelszínről történő bemosódása” útvonalon keresztül nem képvisel jelentős járulékot [6-17]. Ezt támasztja alá a PAE Végleges Biztonsági Jelentés következő megállapítása is: „A légköri kibocsátásból eredő vízkörnyezeti szennyezés a becslések szerint csak a kisebb vízfolyásokban és felszíni vizekben eredményezhet a határértéket meghaladó koncentrációt” [6-14].

Összefoglalóan tehát megállapítható, hogy nem várható olyan üzemzavari esemény, amelynél a folyékony kibocsátások a normál üzemi korlátozási rendszerben ne lennének kezelhetők.

6.3. A blokkok közvetlen és szórt sugárzásából származó lakossági külső sugárterhelés

Az 5.3. alfejezetben leírtak szerint a reaktorblokkok közvetlen sugárzásából származó lakossági dózisa csak kevés, konzervatíván becsült adatot találtunk. Eszerint az AP1000 blokk esetén felső határként $4 \mu\text{Sv/év}$ értéket közölnek [6-18], míg az EBR1600 blokkoknál az éves, külső sugárterhelés kisebb, mint $6 \mu\text{Sv}$ [6-2]. Az APR1400 blokknál 700 m-es távolságra $50 \mu\text{Sv/év}$ felső határt adnak meg [6-19]. Az 5.3.6. pont szerint a 700 m-re megadott felső határból 1300 m-es távolságra $0,5 \mu\text{Sv/év}$ külső sugárterhelést számítottunk. Megállapítottuk, hogy emiatt a

tanulmány korábbi változatában feltételezett $6 \mu\text{Sv}/\text{év}$ érték továbbra is burkoló értéknek tekinthető.

6.4. Javaslat a vonatkoztatási csoport kijelölésére

Az üzemzavari légköri kibocsátások által okozott sugárterhelés a felnőttekre nagyobb, mint az 1 évesekre ($3,9$ és $2,8 \mu\text{Sv}$). A teljes – normál üzemi légköri és folyékony, továbbá évi egy üzemzavari légköri kibocsátásból származó – dózis gyakorlatilag megegyezik az 1 évesekre és a felnőttekre ($10,9 \mu\text{Sv}/\text{év}$). (Az eredmények a legkedvezőtlenebb meteorológiai és kibocsátási feltételekre vonatkoznak.) Mindez azt is jelzi, hogy a vonatkoztatási csoport kijelölésénél a meghatározó paraméter a lakóhely volt, az életkor – a feltételezett fogyasztási és életmód adatok mellett – kevésbé érzékeny paraméter.

Az új blokkokra ezért javasoljuk, hogy a lakosság vonatkoztatási csoportja legyen azonos a jelenlegi kiépítés (és a KKÁT) vonatkoztatási csoportjával, azaz egy olyan hipotetikus csoporttal, amelynek 1 éves tagjai a légköri kibocsátások dózisait tekintve a csámpai buszmegálló közelében laknak. A konzervatív megközelítés érdekében esetükben a folyékony kibocsátások hatását a gerjén 1 éves korúakra meghatározott hatásokkal vesszük azonosnak.

Megjegyezzük még, hogy 3.1.1. pontban elmondottak szerint, a nemzetközi ajánlásokban a kritikus (vonatkoztatási) csoport fogalmat felváltotta a jellemző (reprezentatív) személy fogalma. Ennek megfelelően várhatóan a hazai szabályozás is változni fog. Figyelembe véve a 3.1.1. pontban leírt értelmezést („...egy olyan személyt kell meghatározni, akinek a dózisa a legnagyobb sugárterhelést kapott egyénekre jellemző...”), és azt a tényt, hogy a dózistényezők, fogyasztási és életmód jellemzők egyénekre várhatóan nem fognak rendelkezésre állni, kijelenthetjük, hogy a gyakorlati számításokban ez nem jelent változást. (Ugyanakkor a csoport lakóhelyénél már a jelenlegi számításokban is egyedi, azaz a kibocsátási ponthoz legközelebbi távolságokat vettünk figyelembe, lásd 6.1.1. pont.)