

MVM Paks II. Zrt.

TELEPHELY BIZTONSÁGI JELENTÉS

II. KÖTET

2. FEJEZET

A TELEPHELYRE JELLEMZŐ, EMBERI TEVÉKENYSÉGBŐL EREDŐ KÜLSŐ VESZÉLYEK

2016.10.18.

TARTALOMJEGYZÉK

2. A telephelyre jellemző, emberi tevékenységből eredő külső veszélyek	11
2.1. Ipari és katonai tevékenység.....	11
2.1.1. Telephelyhez közeli ipari, bányászati és katonai tevékenységek hatásainak értékelése	11
2.1.1.1. A veszélyes anyagokkal foglalkozó felső és alsó küszöbértékű és a küszöbérték alatti üzemek áttekintése	15
2.1.1.2. Üzemanyagotöltő állomások a telephely környezetében	18
2.1.1.3. Ipari létesítmények további szűrése	19
2.1.1.4. Terjedésszámítások során alkalmazott megfontolások	20
2.1.1.5. A kijelölt veszélyes ipari létesítmények részletes elemzése	21
2.1.1.5.1. Vitafoam Magyarország Kft. vizsgálata.....	21
2.1.1.5.2. Üzemanyagotöltő állomás vizsgálata	24
2.1.1.5.3. Katonai és bányászati tevékenységek összefoglaló vizsgálata.....	26
2.1.2. A Duna által közvetítve hatást gyakorló létesítmények hatásai.....	26
2.1.2.1. A terjedésszámítás során alkalmazott vizsgálati módszerek.....	33
2.1.2.2. A dunai terjedésszámítások eredményei	34
2.1.3. Telephely közvetlen szomszédságában található ipari létesítmények hatásai	35
2.1.3.1. Nem radiológiai hatások értékelése	35
2.1.3.1.1. A Paksi Atomerőmű 1-4 blokkja	35
2.1.3.1.2.	
2.1.3.1.3.	
2.1.3.2.	
2.1.3.2.1.	
2.1.3.2.2. Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolója.....	51
2.1.3.2.3. Nukleáris üzemanyag szállítása.....	51
2.1.3.2.4. Mértékadó esemény.....	51
2.1.3.2.5. Mértékadó események következményei.....	53
2.1.3.2.6. Értékelés eredménye.....	54
2.1.3.2.7. Elemzési bizonytalanságok és konzervativizmusok.....	61
2.1.3.2.8. Figyelembe veendő radiológiai veszélyek és jellemzőik	61
2.2. Szállítás, közlekedés jellemzői	70
2.2.1. Telephelyet érintő, anyagszállítás (közúti, vasúti, folyami, csővezetékes és villamosvezetékes) lehetséges baleseteiből eredő hatások részletes értékelése	70
2.2.1.1. Közúti anyagszállítás értékelése	71
2.2.1.1.1. A 6. sz. főút paksi szelvényének veszélyes áru forgalma.....	73
2.2.1.1.2. Az M6-os autópálya Pakshoz közeli szelvényének veszélyesáru-forgalma	78
2.2.1.1.3. A 6. számú főút baleseti adatai.....	83
2.2.1.1.4. Az M6-os autópálya baleseti adatai.....	84
2.2.1.1.5. A veszélyes anyagok szállítási baleseteinek hatáselemzése.....	85
2.2.1.1.6. A balesetgyakoriságok meghatározása.....	93
2.2.1.1.7. Kiterjesztett vizsgálati terület.....	97
2.2.1.2.	
2.2.1.3. Folyami anyagszállítás értékelése	110
2.2.1.3.1. A dunai forgalmi viszonyok jellemzése	110
2.2.1.3.2. A veszélyes áruk forgalma	112

2.2.1.3.3. A Duna vizébe kerülő szennyeződések következményeinek értékelése.....	115
2.2.1.4. Csővezetékes anyagszállítás értékelése.....	118
2.2.1.5. Villamos távvezetékek értékelése	120
2.2.1.6. Prognózis.....	125
2.2.2. Telephelyet érintő, közlekedésből (közúti, vasúti, folyami) lehetséges baleseteiből eredő hatások részletes értékelése	125
2.2.2.1. Tankrobbanás	127
2.2.2.2. Mérgező égéstermékek	129
2.3. Repülőterek, légtérhasználat.....	132
2.3.1. Repülőterek értékelése	133
2.3.2. Jelenlegi magyarországi légtérhasználat.....	137
2.3.3. Légtérhasználat előrejelzése	143
2.3.4. Jellemző repülőgépek adatai	147
2.3.5. A telephely légtérhasználata	152
2.3.6. Légi közlekedés balesetei	155
2.3.7. Repülőgépek becsapódásának hatásai nukleáris létesítményekre.....	159
2.3.8. Balesetek bekövetkezésének valószínűségi elemzése	159
2.3.9. Repülőgép becsapódás értékelése	169
2.4. Egyéb emberi tevékenységből eredő külső veszélyek vizsgálata.....	171
2.4.1. Telephelyet érintő fel- és alvízi létesítmények értékelése	171
2.4.1.1. Felvízi létesítmények	171
2.4.1.2. Alvízi létesítmények.....	172
2.4.1.3. PAE 1-4 blokkhoz tartozó vízi létesítmények.....	173
2.4.1.4. Vizsgálati terület lehatárolása	177
2.4.1.5. Fel- és alvízi létesítmények sérülésének hatása	179
2.4.2. Telephelyet érintő szél által mozgatott repülő tárgyak értékelése.....	186
2.4.3. Telephelyet érintő erdőtűz értékelése	187
2.4.3.1. Kiemelt kockázatú területek lehatárolása.....	188
2.4.3.2. Terjedésszámítás	192
2.4.4. Telephelyet érintő elektromágneses interferencia értékelése	193
2.4.4.1. Távvezetékek erőterének vizsgálata.....	197
2.4.4.2. Kábelek erőterének vizsgálata	199
2.4.4.3. Alállomások	200
2.4.4.4. Elektromágneses terek vizsgálata	200
2.4.4.5. Rádiófrekvenciás interferenciák.....	204
2.4.4.6. Talajáramok mérése	204
2.4.4.7. EMC, mint veszélyeztető tényező összefoglalása.....	204
2.5. A telephelyen lehetséges külső események együttes fennállásának értékelése.....	205
2.5.1. Elemzési módszer és kritériumok	205
2.5.2. A külső veszélyeztető tényezők listájának felülvizsgálata	206
2.5.2.1. Első szűrési lépés	206
2.5.2.2. Második szűrési lépés	207
2.5.2.3. Harmadik szűrési lépés	207
2.5.3. Terheléskombinációk.....	208
2.5.4. Az egyidejű események azonosítása.....	209
2.5.5. A terjedésszámítások során alkalmazott megfontolások	213

2.5.6.	
2.5.7.	
2.6.	
2.7. A jellemzők változékonysága, javaslat a monitorozásra	217
2.8. A tervezés során és a biztonsági elemzésekben figyelembe veendő, ember okozta külső veszélyek jellemzőinek összefoglalása.....	217
Hivatkozott dokumentumok:	227

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 2. oldala)

ÁBRAJEGYZÉK

2.2.1-3. ábra: Ammónia ERPG-2 koncentrációk (150 ppm) nyári időjárási viszonyok között (tartálytörés, 6. számú főút).....	87
2.2.1-4. ábra: Ammónia ERPG-2 koncentrációk (150 ppm) téli időjárási viszonyok között (tartálytörés, 6. számú főút).....	88
2.2.1-5. ábra: Ammónia ERPG-2 koncentrációk (150 ppm) nyári időjárási viszonyok között (tartálysérülés, 6. számú főút).....	88
2.2.1-6. ábra: Ammónia ekvivalens ERPG-2 koncentráció, nyári időjárási viszonyok, D1, A9 és D9 esetek (tartálytörés, 6. sz. főút) (A telephely határa 800 és 1420 m-nél van.)	89
2.2.1-7. ábra: Klór ERPG-2 koncentrációk (3 ppm) nyári időjárási viszonyok között (tartálytörés, 6. számú főút).....	89
2.2.1-8. ábra: Klór ERPG-2 koncentrációk (3 ppm) téli időjárási viszonyok között (tartálytörés, 6. számú főút).....	90
2.2.1-9. ábra: Klór ekvivalens ERPG-2 koncentráció, nyári időjárási viszonyok, D1, D9 eset (tartálytörés, 6. sz. főút) (A telephely határa 800 és 1420 m-nél van.)	90
2.2.1-10. ábra: Klór ERPG-2 koncentrációk (3 ppm) nyári időjárási viszonyok között (tartálysérülés, 6. számú főút).....	91
2.2.1-11. ábra: Klór ERPG-2 koncentrációk (3 ppm) téli időjárási viszonyok között (tartálysérülés, 6. számú főút).....	91
2.2.1-12. ábra: Klór ekvivalens ERPG-2 koncentráció, nyári időjárási viszonyok, D1, D9 eset (tartálysérülés, 6. sz. főút) (A telephely határa 800 és 1420 m-nél van.)	92
2.2.1-13. ábra: Klór ekvivalens ERPG-2 koncentráció, téli időjárási viszonyok, D1, D9 eset (tartálysérülés, 6. sz. főút) (A telephely határa 800 és 1420 m-nél van.)	92
2.2.1-14. ábra: A MÁV 42. számú vasúti szárnyvonalának és a telephely elhelyezkedése	102
2.2.1-15. ábra	
2.2.1-16. ábra	
2.2.1-17. ábra	
2.2.1-18. ábra	
2.2.1-19. ábra: A vizsgált gázvezeték nyomvonala a telephely környezetében	119
2.2.1-20. ábra: A magyar átviteli hálózat	121
2.2.2-1. ábra: A hőszugárzás távolságfüggése az üzemanyagtank (60 l) felhasadását követő tócsatűz esetén	127
2.2.2-2. ábra: A nyomáshullám távolságfüggése az üzemanyagtank (300 l) BLEVE hatás esetén	128
2.2.2-3. ábra: A hőszugárzás távolságfüggése az üzemanyagtank (300 l) BLEVE esetén	128
2.2.2-4. ábra: A hőszugárzás távolságfüggése az üzemanyagtank (300 l) BLEVE esetén (oldalnézet).....	129
2.2.2-5. ábra: A gumitűz okozta füstfelhő ERPG-2 koncentrációjának távolságfüggése	130
2.2.2-6. ábra: A gumitűz okozta füstfelhő ERPG-2 koncentrációjának távolságfüggése (oldalnézet).....	130
2.2.2-7. ábra: A gumitűz okozta füstfelhő ERPG koncentráció értékeinek távolságfüggése (oldalnézet).....	131
2.2.2-8. ábra: Ekvivalens ERPG-2	131
2.2.2-9. ábra: Ekvivalens ERPG-2 távolságfüggése.....	132
2.3-1. ábra: Magyarországi repülőterek a telephely 50 km-es körzetében.....	134
2.3-2. ábra: Átrepülő forgalom Magyarország felett 1991-2013 évek között.....	139
2.3-3. ábra: Budapest Liszt Ferenc repülőtér érkező és induló forgalma, 1991-2013.....	140
2.3-4. ábra: Átrepülő forgalom változása	144

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 3. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 4. oldala)

TÁBLÁZATJEGYZÉK

2.2.1-11. táblázat: Az M6 autópálya éves áruforgalma a telephely szelvényében, 2010-2013.....	80
2.2.1-12. táblázat: Veszélyes anyagok szállított mennyisége az M6-os autópályán a telephely szelvényében, 2010–2013	81
2.2.1-13. táblázat: Veszélyes anyagféleségek aránya az M6-os autópálya áruforgalmában a telephely szelvényében (2010–2013 évek átlaga).....	81
2.2.1-14. táblázat: Az M6-os autópálya járműforgalmi adatai a paksi telephely szelvényében.....	82
2.2.1-15. táblázat: Baleseti adatok a 6. sz. főút 115±10 km-es szakaszán.....	84
2.2.1-16. táblázat: Baleseti adatok az M6-os autópálya 115±10 km-es szakaszán.....	85
2.2.1-17. táblázat: A terjedési modellszámítások során alkalmazott meteorológiai jellemzők.....	85
2.2.1-18. táblázat: A terjedési modellszámítások során figyelembe vett egységgrakomány méretek.....	86
2.2.1-19. táblázat: A terjedési modellszámítások eredményei	93
2.2.1-20. táblázat: A relatív baleseti mutató értékei a vizsgált időszakban.....	94
2.2.1-21. táblázat: A terjedési modellszámítások eredményei klór esetében.....	95
2.2.1-22. táblázat: A PAE 1-4 blokk hűtővíz ellátását potenciálisan veszélyeztető közúti szállítási tevékenységekkel összefüggő események, illetve következményeik összefoglalása	97
2.2.1-23. táblázat: A hűtővíz-ellátását potenciálisan veszélyeztető események és az azokat kiváltó tevékenységek	100
2.2.1-24. táblázat	
2.2.1-25. táblázat: A PAE 1-4 blokk hűtővíz ellátását potenciálisan veszélyeztető vasúti szállítási tevékenységekkel összefüggő események illetve következményeik összefoglalása	107
2.2.1-26. táblázat: A hűtővíz-ellátását potenciálisan veszélyeztető események és az azokat kiváltó tevékenységek	109
2.2.1-27. táblázat: A dunai hajózási balesetek év szerinti alakulása a hazai Duna-szakaszon	110
2.2.1-28. táblázat: Behozatali forgalom, és abból a veszélyes anyagok mennyisége és aránya (2009–2013)	113
2.2.1-29. táblázat: Kiviteli forgalom, és abból a veszélyes anyagok mennyisége és aránya (2009–2013).....	114
2.2.1-30. táblázat: A hűtővíz-ellátását potenciálisan veszélyeztető események és azok tervezési alapadatai	118
2.2.1-31. táblázat: Tartalék betáplálás távvezetékre vonatkozóan területei	123
2.3-1. táblázat: Repülőterek kategorizálása.....	134
2.3-2. táblázat: Repülőterek és kifutópályák területe	137
2.3-3. táblázat: A hazai légtérben előforduló mezőgazdasági és sport repülőgépek.....	148
2.3-4. táblázat: Katonai kiképző repülőgépek és helikopterek.....	149
2.3-5. táblázat: Magyarország légterében előforduló utas- és teherszállító repülőgépek	150
2.3-6. táblázat: Katonai harci és sugárhajtású gyakorló repülőgép.....	151
2.3-7. táblázat: Légi balesetek Magyarország területén évenként	156
2.3-8. táblázat: Légi balesetek száma területenként	157
2.3-9. táblázat: Légi balesetek száma 1990. január 1. és 2014. június 30. között.....	163
2.3-10. táblázat: Fajlagos becsapódási gyakoriságok 50%-os konfidencia szinten	163

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 5. oldala)

2. A telephelyre jellemző, emberi tevékenységből eredő külső veszélyek

A fejezet tárgyalja és értékeli az új blokkok telephelyének vonatkozásában az emberi tevékenységekből eredő külső veszélyeket, amelyek az atomerőmű biztonsága szempontjából relevánsak. A veszélyeztető tényezők vizsgálata kiterjed az ipari, katonai, bányászati közlekedési és szállítási tevékenységekre, a légiközlekedésre, valamint az olyan egyéb veszélyeztető tényezőkre, mint a fel- és alvízi létesítmények, a szél által mozgatott tárgyak, az esetleges tüzek hatásai és elektromágneses interferencia által okozott zavarok. A fejezetben kerül bemutatásra továbbá az egyes külső veszélyeztető tényezők együttes fennállásnak értékelése.

2.1. Ipari és katonai tevékenység

2.1.1. Telephelyhez közeli ipari, bányászati és katonai tevékenységek hatásainak értékelése

Az értékelés célja a telephelyhez közeli ipari és katonai tevékenységek, beleértve a bányászati tevékenységeket is, baleseteiből eredő következmények, veszélyt okozó hatások meghatározása, elemzése.

A veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek azonosítását, engedélyezési eljárását a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény, valamint a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről szóló 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet szabályozza.

2011. évi CXXVIII. törvény 3. § 28. pontjának meghatározása szerint veszélyes anyag az e törvény végrehajtását szolgáló kormányrendeletben (219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet) meghatározott ismérveknek megfelelő anyag, keverék vagy készítmény, amely mint nyersanyag, termék, melléktermék, maradék, köztes termék vagy hulladék van jelen, beleértve azokat az anyagokat is, amelyekről feltételezhető, hogy egy baleset bekövetkezésekor létrejöhetnek.

A veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem fogalmát a 2011. évi CXXVIII. törvény 3. § 28. pontja a következőképpen határozza meg: egy adott üzemeltető irányítása alatt álló azon terület egésze, ahol egy vagy több veszélyes anyagokkal foglalkozó létesítményben – ideértve a közös vagy kapcsolódó infrastruktúrát is – veszélyes anyagok vannak jelen a törvény végrehajtására kiadott jogszabályban meghatározott küszöbértéket elérő mennyiségben (tekintet nélkül az üzem tevékenységének ipari, mezőgazdasági vagy egyéb besorolására).

A különböző veszélyes anyagok listáját és küszöbértékeit a 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet 1. melléklete adja meg, ez alapján lehet beazonosítani, hogy egy üzem tevékenysége veszélyesnek minősül-e, illetve, hogy az üzem alsó küszöbértékű, felső küszöbértékű, vagy küszöbérték alatti kategóriába tartozik-e (TBJ II. [2.1.1-1. táblázat](#)). [2-4]

A veszélyes anyagoknak két küszöbmennyisége van: alsó és felső küszöbmennyiség. Ha az ipari üzemben jelen levő veszélyes anyag(ok) mennyisége eléri, vagy meghaladja az alsó küszöbmennyiséget, de nem éri el a felsőt, akkor a veszélyes ipari üzemet alsó küszöbértékűnek, amennyiben eléri vagy meghaladja a felső értéket, akkor felső küszöbértékűnek kell tekinteni. Ha az érték 0,25 és 1 közé esik, az üzem küszöbérték alatti üzemnek minősül. A telephely küszöbértékének megállapításához a mindenkori

készletnyilvántartást kell figyelembe venni és az egy telephelyen, egy időben maximális mennyiségben előforduló anyagokat kell számba venni. Olyan esetben, amikor egy veszélyesnek minősülő ipari üzemben többféle veszélyes anyag van egyidejűleg jelen, és azok közül önmagában egyetlen jelen levő anyag vagy termék maximális mennyisége sem éri el vagy haladja meg a felső küszöbértékeket, akkor a veszélyes tevékenység azonosításánál a 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet 1. mellékletében meghatározott összegzési szabályt kell alkalmazni.

A Korm. rendelet 1. melléklete külön táblázatban tünteti fel az első táblázatban (TBJ II. [2.1.1-1. táblázat](#)) nem szereplő anyagok és készítmények veszélyességi osztályait (TBJ II. [2.1.1-2. táblázat](#)), amely emellett az egyes veszélyességi osztályokhoz tartozó alsó és felső küszöbértékeket is tartalmazza.

Veszélyes anyagnak tekinthető tehát az az anyag, amely az első táblázatban szerepel, vagy a második táblázat valamely veszélyességi osztályába tartozik, és a veszélyes ipari üzemben, mint nyersanyag, termék, félkész termék vagy hulladék formájában van jelen.

2.1.1-1. táblázat: Veszélyes anyagok listája és küszöbmennyisége

Veszélyes anyag megnevezése	Küszöbmennyiség [tonna]	
	Alsó	Felső
Ammónium-nitrát ¹	5 000	10 000
Ammónium-nitrát ²	1 250	5 000
Ammónium-nitrát ³	350	2 500
Ammónium-nitrát ⁴	10	50
Kálium-nitrát ⁵	5 000	10 000
Kálium-nitrát ⁶	1 250	5 000
Arzén-pentoxid, arzén (V) sav és/vagy sói	1	2
Arzén-trioxid, arzén (III) sav és/vagy sói		0,1
Bróm	20	100
Klór	10	25
Nikkelvegyületek belélegezhető formában (nikkel-monoxid, nikkel-dioxid, nikkel-szulfid, trinikkel-diszulfid, dinikkel-trioxid)		1
Etilén-imin	10	20
Fluor	10	20
Formaldehid (töménység >90%-os)	5	50
Hidrogén	5	50
Hidrogén-klorid (cseppfolyós gáz)	25	250
Ólom-alkilátok	5	50
Fokozottan tűzveszélyes cseppfolyósított gázok (beleértve a cseppfolyósított szénhidrogén gázokat) és a földgáz	50	200
Acetilén	5	50
Etilén-oxid	5	50
Propilén-oxid	5	50
Metanol	200	5 000
4,4-Metilén-bisz (2-klóranilin) és/vagy sói, por alakban		0,01
Metil-izocianát		0,15
Cseppfolyós oxigén	200	2 000
Toluol-di-izocianát	10	100
Karbonil-diklorid (foszgén)	0,3	0,75
Arzén-trihidrid (arzin)	0,2	1

Veszélyes anyag megnevezése	Küszöbmennyiség [tonna]	
	Alsó	Felső
Foszfor-trihidrid (foszfin)	0,2	1
Kén-diklorid		1
Kén-trioxid	15	75
Poliklór-dibenzo-furánok és poliklór-dibenzo-dioxinok (beleértve a TCDD-t) TCDD egyenértékben számolva		0,001
Rákkeltő anyagok 5 tömeg% feletti koncentrációban: 4-Amino-bifenil és/vagy sói, benzo-triklorid, benzidin és/vagy sói, bisz (klórmetil)-éter, klórmetil-metil-éter, 1,2-dibrom-etán, dietil-szulfát, dimetil-szulfát, dimetil-karbamoil-klorid, 1,2-dibrom-3-klórpropán, 1,2 dimetil-hidrazin, dimetil-nitrózamin, hexametil-foszfor-triamid, hidrazin, 2-naftil-amin és/vagy sói, 4 nitro-difenil és 1,3-propán-szulton	0,5	2
Kőolaj termékek: gázolajok és benzinek; petróleumok (beleértve a repülőgép üzemanyagokat); gázolajok (beleértve a dízelolajokat, a háztartási tüzelőolajokat és a gázolaj keverő komponenseket)	2 500	25 000

Megjegyzések:

¹ Ammónium-nitrát (5000/10 000) önfenntartó bomlásra képes műtrágyák.

² Ammónium-nitrát (1250/5000): műtrágya tisztaságú.

³ Ammónium-nitrát (350/2500): technikai minőségű.

⁴ Ammónium-nitrát (10/50): „előírástól eltérő” termékek és műtrágyák, melyek nem felelnek meg a detonációvizsgálatnak.

⁵ Kálium-nitrát (5000/10000): olyan kálium-nitrát alapú komplex műtrágyák, amelyek a kálium-nitrátot szemcsés/granulált formában tartalmazzák.

⁶ Kálium-nitrát (1250/5000): olyan kálium-nitrát alapú komplex műtrágyák, amelyek a kálium-nitrátot kristályos formában tartalmazzák.

2.1.1-2. táblázat: A 2.1.1-1. táblázatban nem szereplő anyagok és készítmények veszélyességi osztályai

Veszélyes anyag veszélyességi osztályok		Küszöbmennyiség [tonna]	
		Alsó	Felső
1.	Nagyon mérgező anyagok és készítmények	5	20
2.	Mérgező anyagok és készítmények	50	200
3.	Oxidáló anyagok és készítmények	50	200
4.	Robbanóanyagok és készítmények (ahol az anyag, a készítmény vagy a termék a 2. megjegyzés szerint az ADR 1.4 alosztályába tartozik)	50	200
5.	Robbanóanyagok és készítmények (ahol az anyag, a készítmény vagy termék a 2. megjegyzés szerint az ADR 1.1, 1.2, 1.3, 1.5, 1.6 alosztályába vagy az R2, R3 kockázatot jelző mondat bármelyike alá tartozik)	10	50
6.	Kevésbé tűzveszélyes anyagok és készítmények [ha az anyagra vagy készítményre a 3. a) megjegyzés definíciója vonatkozik]	5 000	50 000
7. a)	Tűzveszélyes anyagok és készítmények [ha az anyagra vagy készítményre a 3. b) 1. megjegyzés definíciója vonatkozik]	50	200
7. b)	Tűzveszélyes folyadékok [ha az anyagra vagy készítményre a 3. b) 2. megjegyzés definíciója vonatkozik]	5 000	50 000
8.	Fokozottan tűzveszélyes gázok és folyadékok [ha az anyagra vagy készítményre a 3. c) megjegyzés definíciója vonatkozik]	10	50

Veszélyes anyag veszélyességi osztályok		Küszöbmennyiség [tonna]	
		Alsó	Felső
9.	Környezetre veszélyes anyagok, készítmények R-mondatokkal kiegészítve: (I) R50: nagyon mérgező a vízi szervezetekre (beleértve az R50/53)	100	200
	(II) R51/53: mérgező a vízi szervezetekre és a vízi környezetben hosszan tartó károsodást okozhat	200	500
10.	Egyéb osztályozás a fentiekén kívül, R-mondatokkal kiegészítve: (I) R14: vízzel hevesen reagál (beleértve az R 14/15)	100	500
	(II) R29: vízzel érintkezve mérgező gázok képződnek (beleértve az R15/29)	50	200

Ha egy adott veszélyes anyag esetében – akár az alsó, akár a felső küszöbmennyiség vonatkozásában – a két táblázat között eltérés van, akkor mindig az első táblázatban meghatározott mennyiségeket kell figyelembe venni. Hangsúlyozandó, hogy a táblázatokban meghatározott küszöbmennyiségek minden esetben csak egy adott veszélyes ipari üzemre vonatkoznak.

Az üzemeltető kötelezettsége szempontjából a veszélyes anyagnak a veszélyes ipari üzemben egyidejűleg jelen levő legnagyobb mennyisége számít. Az a veszélyes anyag, amely az alsó vagy felső küszöbértékű veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemben, küszöbérték alatti üzemben az adott üzemre vonatkozó küszöbmennyiség 2%-át meg nem haladó mértékben van jelen, a teljes veszélyes anyagmennyiség meghatározásakor figyelmen kívül hagyható abban az esetben, ha a veszélyes ipari üzemben úgy helyezkedik el, hogy veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetet nem okozhat.

A BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (BM OKF) nyilvántartással rendelkezik azon veszélyes ipari üzemekről, amelyek telephelyén veszélyes, illetve veszélyes tulajdonságú anyagokból a meghatározott küszöbmennyiséget meghaladó mennyiség egy időben lehet jelen. A veszélyes ipari üzemek működésének engedélyezését és felügyeletét a BM OKF – az üzem telephelye szerint illetékes – területi szervei, a Megyei (Fővárosi) Katasztrófavédelmi Igazgatóságok végzik a 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet előírásai alapján.

Veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem a tevékenységét csak a hatóság hozzájárulásával kezdheti meg, illetve folytathatja. A veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem veszélytelen működését az üzemeltetőnek kell bizonyítania a biztonsági jelentés (felső küszöbértékű üzemek esetén) vagy biztonsági elemzés (alsó küszöbértékű üzemek esetén) hatóság felé történő benyújtásával.

Az üzemazonosítási adatlapokat a Megyei illetve a Fővárosi Katasztrófavédelmi Igazgatóságokhoz nyújtják be az érintett cégek. Az adatlap elbírálása után a hatóság beazonosítja az üzemet, és dönt annak kategóriájáról. A beazonosításról szóló határozat után az üzemeltető biztonsági elemzést, biztonsági jelentést, súlyos káresemény elhárítási tervet készít, és azt a hatósághoz elfogadásra benyújtja. Ha a biztonsági dokumentáció megfelel a 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet vonatkozó 3., 4., vagy 5. mellékletében foglalt tartalmi és formai követelményeknek, valamint megfelel a 2011. évi CXXVIII. törvényben foglalt követelményeknek, a hatóság katasztrófavédelmi engedélyt ad ki.

2.1.1.1. A veszélyes anyagokkal foglalkozó felső és alsó küszöbértékű és a küszöbérték alatti üzemek áttekintése

Tolna és Bács-Kiskun megyében működő veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek tevékenységének felmérésére megtörtént. A részletes vizsgálat tárgyát – a távolsági elv alapján – a paksi 5-6. blokk telephelyének 10 km sugarú környezetében található veszélyes ipari létesítmények képezik. A BM OKF nyilvántartással rendelkezik azon veszélyes ipari üzemekről, amelyek telephelyén veszélyes, illetve veszélyes tulajdonságú anyagokból a meghatározott küszöbmennyiségeket meghaladó (illetve az alatti) mennyiség egy időben lehet jelen. A BM OKF-től beszerzett – és a megyei katasztrófavédelmi honlapokon szereplő üzemekkel kiegészített – információk alapján Tolna megyére vonatkozóan a TBJ II. [2.1.1-3. táblázat](#), Bács-Kiskun megyére vonatkozóan a TBJ II. [2.1.1-4. táblázat](#) tartalmazza a megadott kritériumok alapján 2014. évben a veszélyes anyagokkal foglalkozó, felső és alsó küszöbértékű veszélyes üzemnek, valamint a küszöbérték alatti üzemnek minősíthető gazdasági objektumokat. A TBJ II. [2.1.1-3. táblázat](#) adatai alapján megállapítható, hogy Tolna megyében 2014 júniusában – az MVM Paksi Atomerőmű Zrt-t is beleértve – 3 felső küszöbértékű, 10 alsó küszöbértékű és 17 küszöbérték alatti veszélyes üzemet regisztrált a BM OKF. [\[2-4\]](#) A Kiegészített Kazetták Átmeneti Tárolója (KKÁT) a 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet alapján, az ott található veszélyes anyagok mennyisége alapján nem minősül veszélyes ipari létesítménynek.

A TBJ II. [2.1.1-4. táblázat](#) adatai alapján megállapítható, hogy Bács-Kiskun megyében 2014 júniusában 3 felső küszöbértékű, 11 alsó küszöbértékű és 27 küszöbérték alatti veszélyes üzemet regisztrált a BM OKF. [\[2-4\]](#)

2.1.1-3. táblázat: Veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek és küszöbérték alatti üzemek Tolna megyében, 2014

Üzem megnevezése	Telephely címe	Tevékenységi kör
Felső küszöbértékű veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek		
Primagáz Hungária Zrt.	7084 Pincehely, Dózsa Gy. u. 33.	Gázipar
MVM Paksi Atomerőmű Zrt.	7031 Paks, 8803. hrsz.	Erőmű, fűtőmű
Alisca Agrárház 2010 Kft.	7100 Szekszárd, Bogyislói út 8.	Növényvédőszer-gyártás, raktározás
Alsó küszöbértékű veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek		
Agrokern Kft.	7100 Szekszárd, Keselyűsi u. 120.	Növényvédőszer-gyártás, raktározás
Högyészai Agrokémia Kft.	7192 Szakály, Bartók B. u. 500.	Műtrágya raktározás
KITE Zrt.	7150 Bonyhád, Mikes u. 5.	Műtrágya raktározás
Pannonia Ethanol Zrt.	7020 Dunaföldvár, 0109/4. hrsz.	Bioüzemanyag-gyártás, felhasználás
Vitafoam Magyarország Kft.	7030 Paks Ipari Park 8806/2. hrsz.	Egyéb
Borealis L.A.T. Hungary Kft.	7200 Dombóvár, Kórház u. 6.	Műtrágya raktározás
Borealis L.A.T. Hungary Kft.	7044 Nagydorog, Lőrinci u. 28.	Műtrágya raktározás
Lukoil Magyarország Kft.	7020 Dunaföldvár, Sas u.12.	Olajipar
Messer Hungarogáz Kft.	7020 Dunaföldvár, Előszállási út. 86.	Gázipar
MOL Magyar Olaj- és Gázipari Nyrt.	7200 Dombóvár, Gunarasi u. 16.	Gázipar

Üzem megnevezése	Telephely címe	Tevékenységi kör
Küszöbérték alatti üzemek		
Agrokvint Kft.	7252 Attala, Szentivánpuszta, 142/3 hrsz.	Mezőgazdaság
Agroraktár Kft.	7044 Nagydorog, Damjanich u. 104.	Mezőgazdaság
Dalmand Zrt.	7211 Dalmand, Kossuth L. u. 47-48.	Mezőgazdaság
Dalmand Zrt.	7200 Dombóvár, Szilfápuszta, 0138/3., 0138/5. és 0138/6. hrsz.	Mezőgazdaság
Dalmand Zrt.	7057 Medina, Rákóczi u. 32. 050/17. hrsz.	Mezőgazdaság
Dalmand Zrt.	7054 Tengelic-Középhídvég, 0300/14. hrsz.	Mezőgazdaság
Hét Társ Kft.	7213 Szakcs, Szárító Major 0293/3. hrsz.	Mezőgazdaság
Immobilbia 1904. Ingatlanforgalmazó Kft.	7100 Szekszárd, Keselyűsi út. 24.	Raktár, logisztikai központ
Kaposszekcsői Mg. Zrt.	7361 Kaposszekcső, 087. és 07/4. hrsz.	Mezőgazdaság
Kaposszekcsői Mg. Zrt.	7361 Kaposszekcső, Ipari Park 565/2. hrsz.	Erőmű, fűtőmű
KITE Zrt.	7200 Dombóvár, Kórház u. 2/A	Növényvédőszer-gyártás, raktározás
Naki Mg. Zrt.	7215 Nak, Nosztánypuszta, 064/2. hrsz.	Mezőgazdaság
Pannonia Ethanol Zrt.	7020 Dunaföldvár, Előszállási út 86.	Bioüzemanyag-gyártás, felhasználás
Pannónia Állattenyésztő Kft.	7150 Bonyhád, külterület, 0537/78. és 0539/4. hrsz.	Mezőgazdaság
Szekszárdi Víz- és Csatornamű Kft.	7100 Szekszárd, Bogyiszlói u. 2.	Vízmű, fürdő, uszoda
Tolnatej Zrt.	7100 Szekszárd, Keselyűsi út 26.	Élelmiszeripar
Vörösmarty Mezőgazdasági Kft.	7084 Pincehely Major, 0222. és 0223. hrsz.	Mezőgazdaság

Forrás: Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság adatszolgáltatása, 2014.

2.1.1-4. táblázat: Veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek és küszöbérték alatti üzemek telephelyei Bács-Kiskun megyében, 2014

Üzem megnevezése	Telephely címe	Tevékenységi kör
Felső küszöbértékű veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek		
Flaga Gáz Kft.	6065 Lakitelek, Ugi út 38.	Gázipar
Trigó-Fix Kft.	6320 Solt, Dirdomb major 0280/24. hrsz.	Műtrágya raktározás
Magyar Földgáztároló Zrt.	6411 Zsana, 15. dűlő, 086/11 és 086/20. hrsz.	Gázipar
Alsó küszöbértékű veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek		
Borealis L.A.T. Hungary Kft.	6300 Kalocsa, Gombolyagi út 5.	Műtrágya raktározás
MOL Magyar Olaj- és Gázipari Nyrt.	6401 Kiskunhalas, 0782/10. hrsz.	Gázipar
MOL Magyar Olaj- és Gázipari Nyrt.	6131 Szank, 1164/2. hrsz.	Gázipar
MOL Magyar Olaj- és Gázipari Nyrt.	6000 Kecskemét, Klebelsberg Kunó u. 46.	Olajipar
Duna-Horizont Zrt.	6522 Gara, Gatti major	Növényvédőszer-gyártás, raktározás
KITE Zrt.	6500 Szegedi út 100. 12316/1. hrsz	Növényvédőszer-

Üzem megnevezése	Telephely címe	Tevékenységi kör
		gyártás, raktározás
Agrofeed Kft.	6086 Szalkszentmárton Vadas u. 7.	Mezőgazdaság
Anthera Kft.	6033 Városföld, ÁG Központ 56.	Műtrágya raktározás
Design Kft.	6000 Kecskemét, Ipar u. 6.	Veszélyes hulladék
IKR Agrár Kft. Városföldi Műtrágyaüzem	6033 Városföld, Állami Gazdaság Központ 60.	Műtrágya raktározás
HOESCH Építőelemek Kft.	6055 Felsőlajos, Fő u. 36.	Építőipar
Küszöbérték alatti üzemek		
Arany Kapu Zrt.	6413 Kunfehértó, IV. körzet 6.	Élelmiszeripar
CARAT-PARTNER Kft.	6500 Baja, Nagy István út 41.	Olajipar
Fém- és Elektromos Szövetkezet	6336 Szakmár, Hunyadi út 14.	Egyéb
GALLFOOD Kft.	6000 Kecskemét, Ceglédi út 11.	Élelmiszeripar
GÁZTRIO-KER Kft.	6050 Lajosmizse, Közös tanya 23.	Egyéb
HASLINGER Acélszerkezetépítő Kft.	6087 Dunavecse, Széchenyi u. 1.	Egyéb
HE&GE Consulting Kft.	6000 Kecskemét, Szolnoki hegy 222-3.	Egyéb
Hódút Freeway Kft.	6060, Tiszakécske Béke út 150.	Építőipar
Hungary-Meat Kft.	6100 Kiskunfélegyháza, Majsai út 30.	Élelmiszeripar
Hypo Bull Kft.	6343 Miske, Külterület 0147/5. hrsz.	Általános vegyipar
KAL-OIL Kft.	6300 Kalocsa, Belterület 5240/2. hrsz.	Egyéb
Kiskunhalasi Baromfifeldolgozó ZRt.	6400 Kiskunhalas, Vasút u. 21.	Élelmiszeripar
KITE Zrt.	6500 Baja, Mátéháza-pusztá 0271/4. hrsz.	Műtrágya raktározás
KITE Zrt.	6000 Kecskemét, Könyves Kálmán krt. 38.	Műtrágya raktározás
INTEGRÁL Zrt.	6100 Kiskunfélegyháza, Csongrádi út 101.	Élelmiszeripar
Madarasi Béke Mezőgazdasági Szövetkezet	6456 Madaras, Külterület 106/6. hrsz.	Mezőgazdaság
Mobilsped Kft.	6000 Kecskemét, Klebelsberg Kunó u. 46.	Gázipar
MOL Magyar Olaj- és Gázipari Nyrt.	6136 Harkakötöny, 0173/5. hrsz.	Gázipar
MOL Magyar Olaj- és Gázipari Nyrt.	6131 Szank, 0116/7. hrsz.	Gázipar
Pannon Növényolajgyártó Kft.	6331 Foktő, Hrsz. 07/2.	Élelmiszeripar
PICK SZEGED Zrt.	6500 Baja, Keleti krt. 26.	Élelmiszeripar
Pinguin Lutosza Foods Hungary Kft.	6500 Baja, Nagy István u. 36.	Élelmiszeripar
SOLE-MiZo Zrt.	6453 Bácsbokod, Borsodi u. 1.	Élelmiszeripar
Tejfeldolgozó és Értékesítő Kft.	6100 Kiskunfélegyháza, Csongrádi út 18.	Élelmiszeripar
TERRA-LINE Kft.	6120 Kiskunmajsa, Csontos Károly u. 101.	Veszélyes hulladék feldolgozás
VÉGH-VÁR Kft.	6087 Dunavecse, Fő út 124.	Élelmiszeripar
Viszmeg Norbert egyéni vállalkozó	6500 Baja Külterület 0359/4 hrsz.	Mezőgazdaság

Forrás: Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság adatszolgáltatása, 2014.

A Tolna megyei 13 veszélyes anyagokkal foglalkozó (felső és alsó küszöbértékű) üzem termelési profilját illetően megállapítható, hogy közülük 6 az energiatermeléshez, és ellátáshoz kötődik (erőmű, olaj- és gázipar, bioüzemanyag gyártás), további 6 a mezőgazdasághoz kapcsolódik (elsősorban műtrágya-, kisebb részben növényvédőszer-raktározás), egy üzem pedig általános vegyipari profilú, amely bútorterméket (habszivacs) állít elő. A Tolna megyei 17, küszöbérték alatti üzemből 12 tevékenységi köre

kötődik a mezőgazdasághoz, a további 5 tevékenysége raktározáshoz, energiatermeléshez, illetve élelmiszeriparhoz kapcsolódik.

A Bács-Kiskun megyében működő 14 veszélyes anyagokkal foglalkozó (felső és alsó küszöbértékű) üzemből szintén 5 kötődik az energiatermeléshez, és ellátáshoz (olaj- és gázipar), további 7 a mezőgazdasághoz kapcsolódik (részben műtrágyatárolás, részben növényvédőszer-raktározás), egy üzem veszélyes hulladék feldolgozással foglalkozik, egy pedig építőipari tevékenységet végez. A Bács-Kiskun megyei 27 küszöbérték alatti üzemből 11 tevékenységi köre kötődik az élelmiszeriparhoz, 4 a mezőgazdasághoz, a további 12 tevékenysége gáz-, olaj-, építőiparhoz, vegyiparhoz, illetve egyéb tevékenységekhez kapcsolódik.

A telephely 10 km sugarú környezetében az alábbi két veszélyes anyagokkal foglalkozó (alsó, vagy felső küszöbértékű) üzem azonosítható [2-4]:

- az MVM Paksi Atomerőmű Zrt., Paks, felső küszöbértékű üzem (a létesítmény lehetséges hatásainak elemzése a TBJ II [2.1.3. fejezetben](#) szerepel),
- Vitafoam Magyarország Kft., Paks (ipari park), alsó küszöbértékű üzem.

A veszélyes anyagokkal foglalkozó (felső és alsó küszöbértékű) üzemek nyersanyag, félkész-, valamint késztermék felhasználási adatairól (pl. a telephelyeikre szállított, ott raktározott műtrágya- és növényvédő szerek, energiahordozó üzemanyagok és egyéb vegyi anyagok mennyiségekről) a cégek eltérő részletességű információkkal szolgáltak. Az egyes cégektől megkapott, illetve róluk összegyűjtött adatok, információk alapján tekinthetők át a Paks környéki veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek 2014. első félévi működési jellemzői.

A küszöbérték alatti üzemek jellemzője, hogy az azonosításuk definíciójánál fogva jelentősen kisebb mennyiségű veszélyes anyag van jelen ilyen üzemekben, mint az alsó küszöbértékűekben. Az azonosítás során ki kell számolni egy ún. küszöbindex értéket. Ha ez az érték 1, vagy azt meghaladó, akkor az üzem alsó küszöbértékű veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem. Ha az érték 0,25 és 1 közé esik, az üzem küszöbérték alatti üzemnek minősül. Nagy vonalakban az mondható, hogy mindenképpen jelentősen kisebb mennyiségű veszélyes anyag jelenlétével kell számolni, mint az alsó küszöbértékű üzemek esetében, ráadásul küszöbalatti üzem nincs a telephely szűkebb környezetében, azaz a Vitafoam Magyarország Kft.-nél kisebb távolságon belül. Ezen megfontolások mentén az elemzői tapasztalatok alapján azt lehet megállapítani, hogy a küszöbérték alatti üzemek részletes vizsgálatától el lehet tekinteni.

2.1.1.2. Üzemanyagtöltő állomások a telephely környezetében

A 2014. júniusi állapot szerint a telephely szűkebb környezetében (5 km-es körzetén belül) mindössze két üzemanyagtöltő állomás működik, mindkettő Paks város területén belül helyezkedik el [2-4]:

- A MOL paksi üzemanyagtöltő állomása a paksi telephely területének földrajzi középpontjától légvonalban 3,9 km-re fekszik a város déli részén, a Dunaföldvári út és a Nyárfa utca kereszteződése mellett. A töltőállomáson normál és EVO NEO diesel gázolaj, továbbá 95-ös, és EVO NEO benzin, valamint LPG és PB gáz vásárolható. A diesel üzemanyagot, valamint a 95-ös benzint 2 db földalatti, kettős falú, 3 rekeszes, egyenként 60 m³-es acéltartályban tárolják, amelyeket tartálykocsikból töltenek fel. Az egyes tartályrekeszek maximális feltöltöttsége 80%-os lehet, amit a töltések során általában elérnek. 2014 júniusában az 1. sz. tartály 30 m³-es rekeszében normál gázolajat, a másik két 15-15 m³-es rekeszében EVO NEO benzint tároltak. A 2. sz. tartály 30 m³-es rekeszében 95-ös benzint, egyik 15 m³-es rekeszében EVO NEO gázolajat tároltak. A harmadik, 15 m³-es rekesz üres volt. Az LPG tárolására 1 db földfelszíni, 5 m³-es tartály

szolgál, amelyet kerítés vesz körbe és szükség szerint töltenek fel. Átlagos töltő tömeg 2100 kg. Található még a MOL töltőállomásán egy 120 db-os PB palackok elhelyezésére szolgáló fémketrec, amelyben 11,5 kg töltetű palackokat tárolnak, üreseket és teli palackokat vegyesen. 2014-ben (február) a teli palackokból maximálisan egyidejűleg tárolt mennyiség 112 db (1288 kg) volt.

- Az OMV paksi üzemanyag-töltő állomása az erőmű telephely területének földrajzi középpontjától távolabb, légvonalban mérve 4,6 km távolságra helyezkedik el. A töltőállomás szintén a Dunaföldvári úton, annak középső részén található, pontosabban a Dunaföldvári út és a Táncsics Mihály utca találkozásánál, a Duna-part közelében. Az OMV paksi töltőállomásán összesen 4 db 50 m³-es földalatti kettős falú acéltartályban történik az üzemanyagok tárolása. Közülük 3 db osztatlan ürtartalmú, 1 db kétrekeszes (2×25 m³) tartály. Az egyes 50 m³-es tartályokban OMV super95-ös benzint, prémium benzint és diesel gázolajat tárolnak. A kétrekeszes osztott tartályban prémium benzin és prémium gázolaj tárolása történik. Az egyes tartályokban maximálisan tárolt üzemanyag-mennyiség: az 50 m³-es tartályok esetében 40 m³, a kétrekeszes tartályban 20–20 m³, azaz itt is 80%, akárcsak a MOL üzemanyag-töltő állomásán. Az OMV paksi töltőállomásán emellett 1 db 5 m³-es föld feletti gáztartályt is elhelyeztek, amelyben LPG-t tárolnak. A tartályban átlagosan tárolt LPG gázmennyiség 2 200–2 300 kg között változik. A töltőállomáson lehetőség van palackos PB-gáz vásárlására is. A PB gázpalackokat ketreces tárolóban helyezték el. Egyidejűleg 70 db 11,5 kg-os és 2 db 23 kg-os töltött PB-gázpalack tárolására van lehetőség a töltőállomáson. Az egyidejűleg tárolt teli PB-gázpalackok maximális száma 2014 februárjában volt a legnagyobb. Ekkor 62 db 11,5 kg-os és 2 db 23 kg-os PB gázpalackot tároltak (összesen 759 kg PB-gázt) az OMV töltőállomásának területén.

2.1.1.3. Ipari létesítmények további szűrése

A veszélyes üzemek bemutatott tevékenysége, a jelenlévő anyagok és azok mennyisége alapján megítélhető, hogy a telephely 10 km sugarú környezetében (illetve Tolna és Bács-Kiskun megyék egész területére kiterjedően is) a Vitafoam Magyarország Kft. kivételével az üzemekben feltételezhető súlyos balesetek következményei a távolság miatt nem idéznek elő olyan hatást, amelyek fizikai jellemzői meghaladnák az előzőekben rögzített, az elemzésben alkalmazandó kritériumokat a tervezett telephelyi határon belül. A veszélyes üzemek biztonsági elemzéseinek tapasztalata azt mutatja, hogy a balesetek következményei – noha súlyosak – mégsem korlátlan kiterjedésűek. Különösen igaz ez a hőszugárzás és a lökéshullám esetében. (Ezzel kapcsolatban előrebecsálható a benzinkúton feltételezett esemény.) A mérgező anyagok terjedése nem ennyire korlátozott és jelentős befolyásoló körülmények a meteorológiai viszonyok és a kikerülő mennyiség. [2-4]

Mindezek alapján adódott az a következtetés, hogy a telephely 10 km sugarú környezetében lévő veszélyes ipari létesítmények közül a Vitafoam Magyarország Kft., mint egyedüli veszélyes anyagokkal foglalkozó, alsó küszöbértékű üzem súlyos káreseményeit indokolt részletesen elemezni. Az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. elemzése a TBJ II [2.1.3. fejezet](#)ében történik.

Annak ellenére, hogy az üzemanyag-töltő állomások a vonatkozó 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet szerint nem minősülnek veszélyes üzemnek, így sem biztonsági jelentés, sem biztonsági elemzés nem készül rájuk, mivel a telephelyhez legközelebbi lévő, emberi tevékenység következtében kockázatot hordozó tűz- és robbanásveszély forrásként azonosítható, a legközelebbi üzemanyag töltőállomás (MOL) következmény-elemzése is elvégzésre került.

2.1.1.4. Terjedésszámítások során alkalmazott megfontolások

A veszélyek terjedéselemzéseinél az a feltételezés él, hogy a baleseti esemény a telephelyhez a szélirányban vett legközelebbi pontban történik. A következményszámítás értékelésekor számításba kell venni a meteorológiai adatokat, mivel a helyi viszonyok befolyásolják a terjedést. (A meteorológiai viszonyok leírása a TBJ II 3. fejezetében található.)

A feltételezett baleseti események következménye a fizikai hatásnak megfelelően meghatározott következő két csoportba osztva került elemzésre:

- tűz és robbanás,
- mérgező hatású gáz terjedése.

A mérgező hatás minősítésére általánosan az ERPG (Emergency Response Planning Guideline(s)) szerinti koncentrációértékhatárookra vonatkozó kritériumok szolgálnak, amelynek három szintjét különböztetnek meg. A telephely értékelése során a következményelemzés eredményeinek minősítése a mérgező hatások esetében az ERPG-2 koncentráció kiterjedése és fennállásának időtartama alapján történt. Az ERPG-2 az a maximális koncentráció, amelynek feltételezhetően közel minden személy kitehető 1 óra időtartamig anélkül, hogy olyan irreverzibilis vagy más súlyos egészségkárosító hatás vagy tünet tapasztalható lenne, amely az egyén védekezőképességét gátolja. A tűzhatás a hőszugárzási fluxus, a robbanás a nyomáshullám értéke alapján kerül minősítésre. [2-4] [2-5] [2-13]

A tűz következményét az alábbi számértékek jellemzik:

- 4 kW/m^2 : 20 másodpercnél hosszabb kitettségi idő esetén a fájdalomküszöböt túllépi a hatás, másodfokú égési sérülés valószínű.
- $12,5 \text{ kW/m}^2$: fa meggyulladásához, műanyag cső megolvadásához minimálisan szükséges intenzitás.
- $37,5 \text{ kW/m}^2$: ipari berendezések, gépek, készülékek károsodását, tönkremenetelét kiváltó intenzitás.

A robbanás során fellépő nyomáshullám következmények szempontjából jellemző értékei a következők:

- $0,3 \text{ psig} = 0,02 \text{ bar}$: „biztonságos távolság” (95%-os valószínűséggel nem következik be komoly károsodás ezen a távolságon túl), a tető a házakon kissé megrongálódhat, az ablakok 10%-a betörik.
- $2 \text{ psig} = 0,14 \text{ bar}$: a házak falának és tetőszerkezetének részleges összeomlása történik.
- $3 \text{ psig} = 0,21 \text{ bar}$: ipari létesítményekben megsérülnek a nagyobb gépek, a fémszerkezetű épületek összeomlanak és kimozdulnak alapjukból.

A robbanásveszélyes gázkeverék kiterjedésére további jellemző mennyiség az ARH (Alsó Robbanási Határ) vagy azt meghaladó koncentrációjú térrész legnagyobb mérete. Szállítási balesetek közben a gyulladás forrása rendszerint a kibocsátási pont közelében van, ahol a robbanékony gáz és levegő helyi keveredése robbanáshoz vezethet, mielőtt a készlet jelentős része elkeveredne a levegővel. Így jellegzetes módon, a kémiai energiának csupán egy kis része szabadul fel a robbanásból eredő léglökés formájában. Számos balesetnél nem is kerül sor robbanásra, hanem csupán tűz keletkezik a szivárgás közelében. Kedvezőtlen meteorológiai körülmények között azonban nagymennyiségű gáz keveredhet a levegővel, olyan felhőben, amely jelentős távolságba sodródhat, vagy áramolhat el, mielőtt valamilyen gyulladást kiváltó forrással találkozna, így kései robbanást okozhat. Tehát robbanásveszély szempontjából meg kell vizsgálni, hogy a palackból, tartályból, vezetékből kiáramló gázból, cseppfolyós gázból eredő vagy a gyorsan párolgó oldószerből képződött robbanóképes

gázfelhő milyen távolságra jut el és azt, hogy az alsó robbanási határt meghaladó koncentrációban és robbanás esetében a lökéshullám hatása meddig terjed.

A mérgező hatású gázok következményeit elsősorban az udvartéri és üzemi épületen belüli, az üzemeltető személyzet általi kiszolgálhatóság tekintetében szükséges vizsgálni. Az elemzés eredményeinek minősítése a mérgezési hatások tekintetében az ERPG szintek közül a 2. szint értéke alapján történik. Tekintve, hogy a vizsgálat tárgya szempontjából – amely nagyon redukáltan úgy fogalmazható meg, hogy a vezénylői személyzet képes-e helyes és a helyzetnek megfelelő döntést hozni és eszerint beavatkozásokat végrehajtani, utasításokat kiadni – a hatásnak kitett személyek döntésképesége, cselekvőképessége meghatározó, az ERPG-2 szintnek megfelelő koncentrációk kiterjedésének meghatározása indokolt.

Az ERPG szintek definíciója egyértelmű. A definíciók azonban nem alkalmazhatók közvetlenül olyan esetek minősítésére, amikor a koncentráció két ERPG érték közé esik, tehát az ERPG-2 görbén belüli területen az ERPG-2 koncentrációnál magasabb értékek jelennek meg. A mérgezési hatás (toxikus dózis, vagy toxikus terhelés) szintjének megítélését ilyen esetekben az ekvivalens ERPG-2 koncentráció kiszámítása teszi lehetővé. A toxikus dózist egy adott pontban az időben változó koncentráció (c) pillanatnyi értéke és az időtartam (Δt) szorzatainak összege ($\sum c^n \Delta t$) adja. Az ekvivalens koncentráció az az érték, amely ugyanezen toxikus dózist eredményezi 1 óra időtartam alatt. Ennek megfelelően az ekvivalens koncentráció valójában már reprezentálja magát a hatást, ezért a hely szerinti változásának meghatározása alapul szolgálhat a távolsági védelem teljesülésének megítéléséhez.

A terjedésszámításokhoz a Phast Risk 6.54 (DNV Software) szoftver került alkalmazásra, melynek fejlesztése kimondottan a veszélyes ipari üzemek kockázat elemzésének támogatását szolgálja, részletes és sokféle információt ad a modellezett eseményről mind a következmények, mind a kockázatok tekintetében. [2-4] [2-5] [2-13]

2.1.1.5. A kijelölt veszélyes ipari létesítmények részletes elemzése

2.1.1.5.1. VITAFOAM MAGYARORSZÁG KFT. VIZSGÁLATA

A Vitafoam Magyarország Kft. biztonsági elemzése szerint a telephelyen végzett tevékenységek a poliuretán hab előállítás, tárolás és szállítás kategóriákba sorolhatók. A habosítási folyamat rendkívül gyors, az alkalmazott berendezés viszonylag rövid idő alatt nagyszámú poliuretán hab tömb előállítására képes. A munkaidő nagy részét a gyártás előkészítése, a félkész és késztermékek adott raktárhelyiségbe szállítása, illetve szállító járműre rakodása teszi ki.

A rugalmas poliuretán hab előállítása a poliol és a diizocianát kémiai reakcióján alapul. A reakcióelegyhez kis mennyiségben adagolt segédanyagok, katalizátorok és habosítók biztosítják a kívánt habtulajdonságok elérését, valamint a kémiai reakciók tökéletes lezajlását. A teljes habképzési, tömbösítési folyamat egyetlen berendezés (habosító gép) különböző részeiben (keverőfej, vályú, szállítószalag) megy végbe.

A poliuretán hab előállításához a következő nyersanyagok kerülnek felhasználásra:

- poliéter-poliol,
- toluol diizocianát (TDI),
- víz,
- CO₂ habosítóként,
- tercier amin és ón alapú katalizátorok,
- színezőanyagok,
- egyéb adalékanyagok, mint szilikon, gyulladásgátló és anti-oxidánsok.

A telepen az egyetlen nagy mennyiségben tárolt veszélyes anyag a toluol-diizocianát (TDI). A TDI erősen mérgező és kismértékben gyúlékony is. Égésekor a közvetlen hőhatás okozta kockázat nem jelentős, viszont égéstermékei között mérgező anyagok is vannak. Ezek a következők: szénmonoxid (CO), nitrogén-dioxid (NO₂), hidrogén-cianid (HCN). [2-4]

A biztonsági jelentésben részletezett elemzések a TDI és a belőle készülő végtermék égésekor keletkező fenti égéstermékek kikerülésének következményeit mutatja be. A kockázatot maga a TDI anyag, illetve az annak égéstermékei által kiváltott mérgező hatás adja.

A biztonsági jelentésben azonosított súlyos baleseti eseménysorok értékelése után, az alábbi két eset további következmény-elemzésére került sor, mivel ezen eseményeknél előfordulhat, hogy a toxikus anyagok a Vitafoam Kft. telephelyén kívül is hatást fejthetnek ki:

- a „TDI tartályokat befogadó teremben – amely kármentőként is működik – a kiömlő TDI meggyullad” baleseti eseménylánc,
- a „meleg, illetve hideg raktárakban tárolt rugalmas poliuretán habszivacs (késztermék) égése” baleseti eseménylánc.

A TDI kikerülések esetében az elemzés 10 perces égési időt feltételez. Ez az égési idő a sprinkler rendszer üzemképtelensége esetén a tűzoltóság kiérkezésének és sikeres beavatkozásának időpontjáig feltételezhető időtartam, amely alatt égéstermékek keletkeznek. (A 10 perces időtartam a tűzoltóság nyilatkozata alapján került meghatározásra, a tűzoltóság kiérkezéséhez és sikeres beavatkozásához szükséges időtartam – konzervatív megközelítést alkalmazva – ettől eltérhet). Az égésnél a nem tökéletes égés miatt a nitrogén-dioxid (NO₂), hidrogén-cianid (HCN) és szénmonoxid (CO) keletkezik. Ezen túlmenően a füstgázban el nem égő TDI is a környezetbe kerül. A fenti anyagok mindegyike toxikus.

Az esemény leírása: a T4 vagy T5 tartályok katasztrofális törése vagy 10 perc alatti leürülése következtében 32 m³ (27 tonna) TDI pillanatszerűen kikerül 1 m magasságból a tartályhelyiség 36 m × 17 m × 1 m méretű beton kármentő padlójára, szobahőmérsékleten, atmoszférikus nyomáson, majd meggyullad.

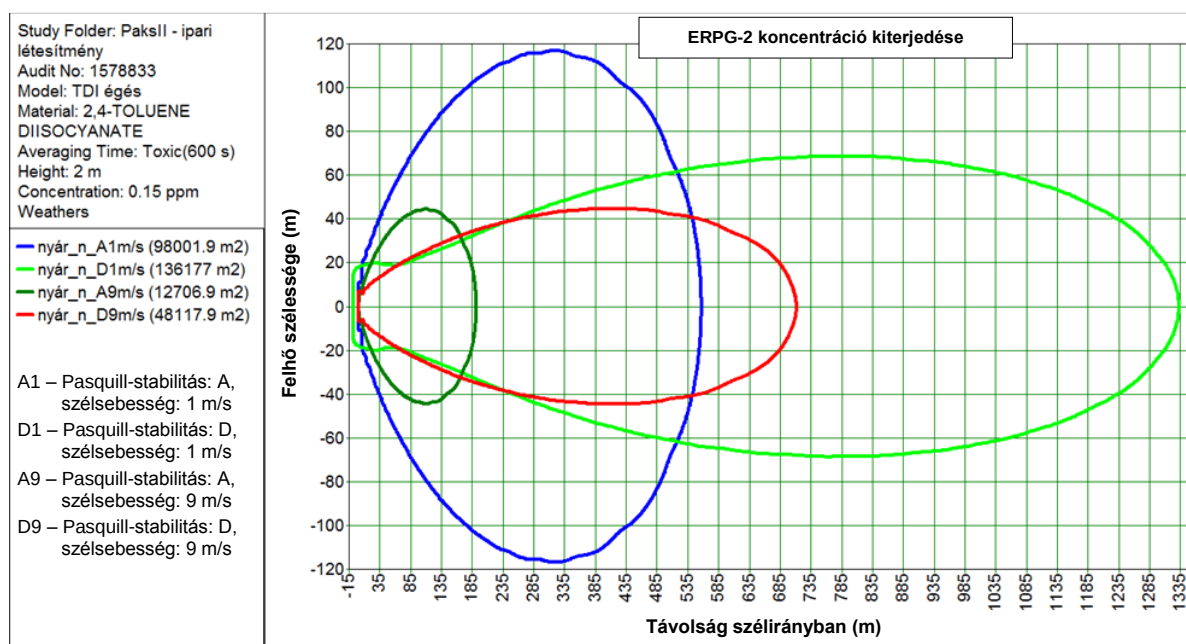
A TBJ II. [2.1.1-1.](#) – [2.1.1-3. ábrák](#)ról megállapítható, hogy az égéstermék ERPG-2 értékkel jellemezhető (0,15 ppm) koncentrációban nem jut el a paksi 5-6. blokk telephelyéig. Az ERPG-1 értéket (0,01 ppm) meghaladó koncentráció igen rövid ideig, mintegy 23 percig állhat fenn az új blokkok telephelyén, káros egészségi hatással nem kell számolni. [2-4]

A poliuretán habszivacs, mint késztermék égésének oka a vizsgált esetben a tárolás során bekövetkező raktártűz. Ennek modellezésére alkalmas a Phast Risk „warehouse” modellje, amely a tárolt anyagok elemi összetétele alapján a nitrogén-dioxiddal, mint mérgező gáz keletkezésével számol. A szoftver az égéstermékben feltételezett vegyületek képletei alapján határozza meg a füst toxicitását.

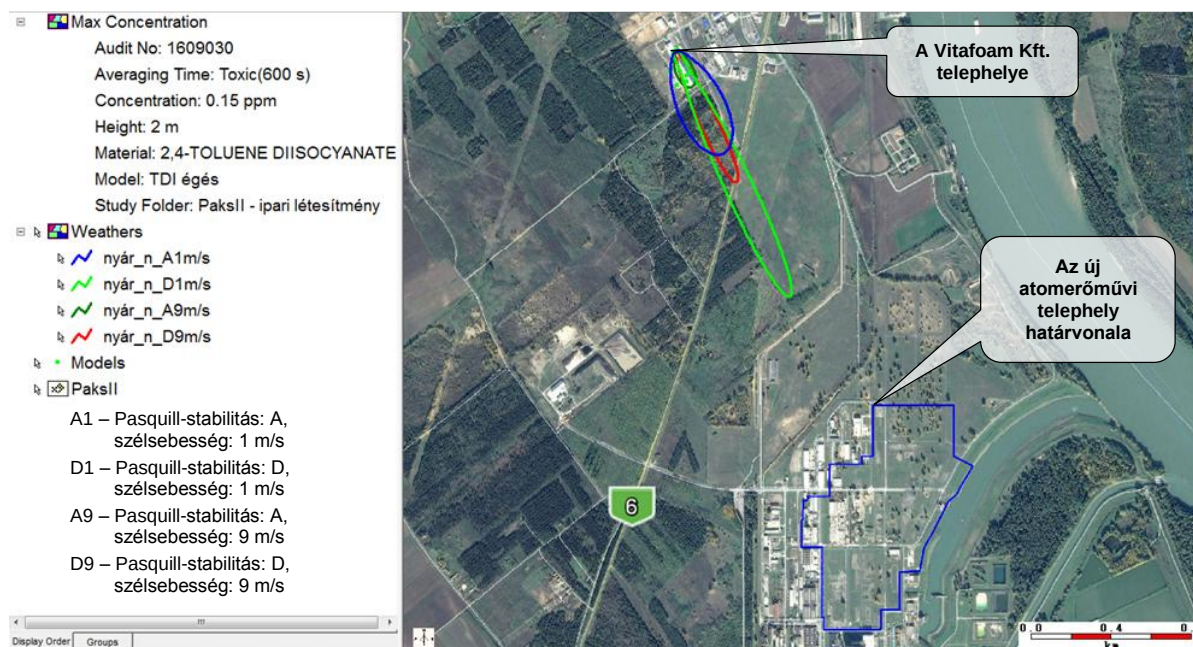
Az esemény leírása: a 90 m × 17 m alapterületű, 6 m magas, 12 perc tűzállóságú Melegraktár1-ben 30 tonna rugalmas habszivacs égéstermékéből keletkező füst áramlik ki környezeti hőmérsékleten. A habszivacsot a raktárban maximálisan 16 órát tárolják naponta, az épületen elhelyezett zárt hő- és füstelvezető kupolák száma 11 darab, nagyságuk 2 m × 2,5 m. [2-4]

A késztermék égésének vizsgálati eredményei alapján megállapítható, hogy ERPG-2 értékű (0,15 ppm) koncentráció nem jelenik meg a telephelyi határon belül.

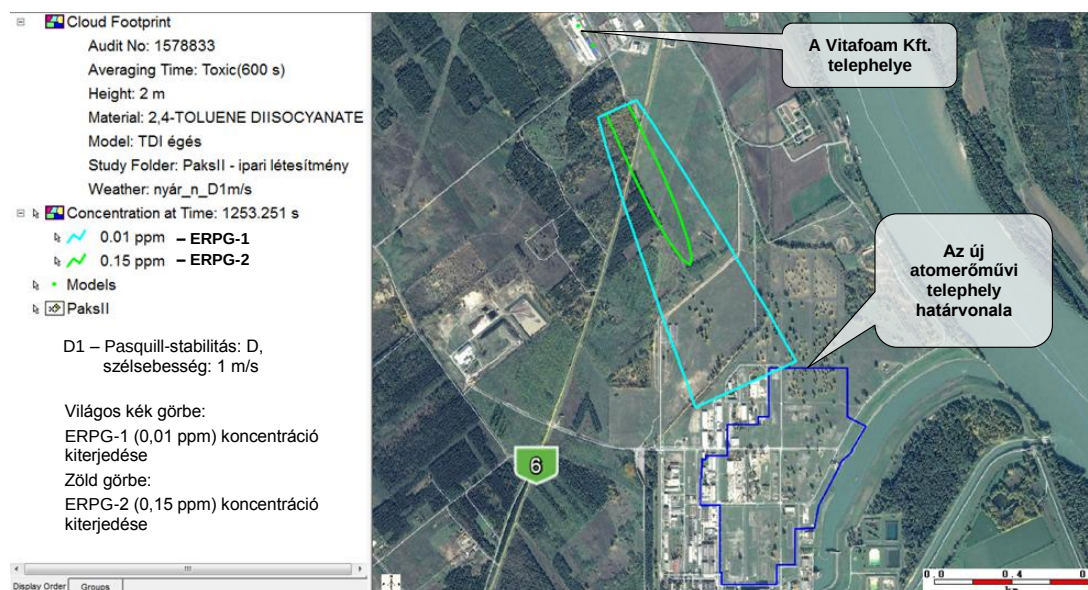
Az új blokkok telephelyének 10 km-es környezetében lévő veszélyes ipari létesítmények súlyos baleseti forgatókönyveinek értékelése alapján kijelenthető, hogy a paksi telephely környezetében lévő ipari létesítmény miatt veszélyhelyzet kialakulásával nem kell számolni. [2-4]



2.1.1-1. ábra: TDI égés során az ERPG-2 (0,15 ppm) távolságfüggése nyári időjárási viszonyok esetén



2.1.1-2. ábra: TDI égés során az ERPG-2 (0,15 ppm) távolságfüggése nyári időjárási viszonyok esetén (felülnézet)



2.1.1-3. ábra: TDI égés során az ERPG-1 (0,01 ppm) és ERPG-2 (0,15 ppm) koncentrációk kiterjedése, 21 perc elteltével

2.1.1.5.2. ÜZEMANYAGTÖLTŐ ÁLLOMÁS VIZSGÁLATA

Az új blokkok telephelyéhez legközelebb a Paks, Dunaföldvári úti MOL üzemanyagtöltő állomás található, távolsága a telephelytől 3,9 km. Az üzemanyagtöltő állomás nem minősül veszélyes üzemnek, biztonsági elemzés vagy biztonsági jelentés nem készült rá.

Általánosan alkalmazott telepítési mód – jelen esetben is így van – a benzin és gázolaj tartályok felszín alatti elhelyezése. A veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek biztonsági elemzésének gyakorlatában az elemzéshez alkalmazható – BM OKF gyakorlatában is elfogadott – irányelv felszín alatti tartályok anyagkikerüléssel járó meghibásodására 10^{-8} eset/év érték alkalmazását javasolja. Ezen érték alapján a súlyos baleseti elemzésekből ezek a meghibásodások – szintén a fent említett irányelv szerint – a gyakorisági érték alapján kiszűrhetők. Másfelől, lényeges körülmény, hogy a porózus közegbe (talaj) esetleg kifolyó tűz- és robbanásveszélyes anyag légfelesleg hiányában nem képes robbanóképes elegyet alkotni. [2-4]

A fentieket szem előtt tartva, továbbá a vizsgálat céljára is tekintettel az elemzés a felszínen feltételezhető súlyos baleseti eseménysort határozott meg: az üzemanyagtöltő tankautó meghibásodása során a kiömlő üzemanyag begyullad. A szétfolyó üzemanyagból keletkező tócsatűz hőhatása az alábbi jelenséget idézi elő:

- A túlhevült üzemanyagtartály felrobbanása következtében a kikerülő benzin tűzgömb formájában ég el, amely az általa okozott hőszugárzással jellemezhető.
- A szétrobbanás következtében lökeshullám is keletkezik, amely az okozott túlnyomáshullám kiterjedésével jellemezhető.

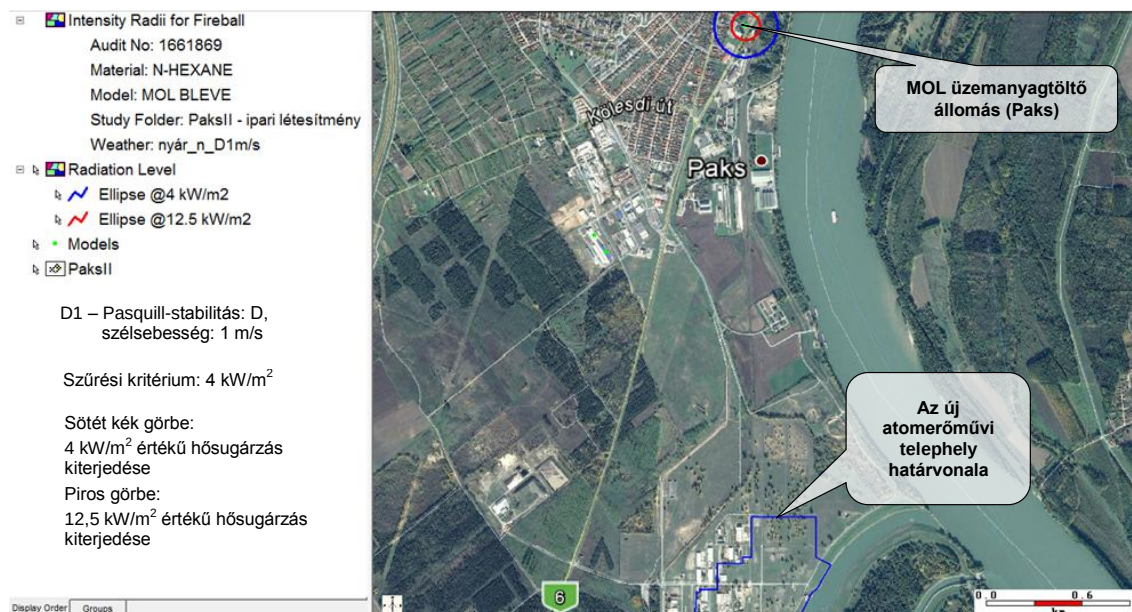
A következmény modellben egy 6 m^3 -es tócsatűz okozza a tartályautóban található további 12 m^3 -nyi üzemanyag felrobbanását. A BLEVE hatás következményeit jellemző fizikai hatásokra készült számítás. A jelenség általánosan ismert definíciója: BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion), a forrásban lévő éghető folyadék gőzének robbanása. Az esemény a környezetben nyomáshullámot és hőterhelést vált ki. A BLEVE modell két hatásra adott eredményeket [2-4]:

- a robbanás túlnyomáshullámának kiterjedésére,

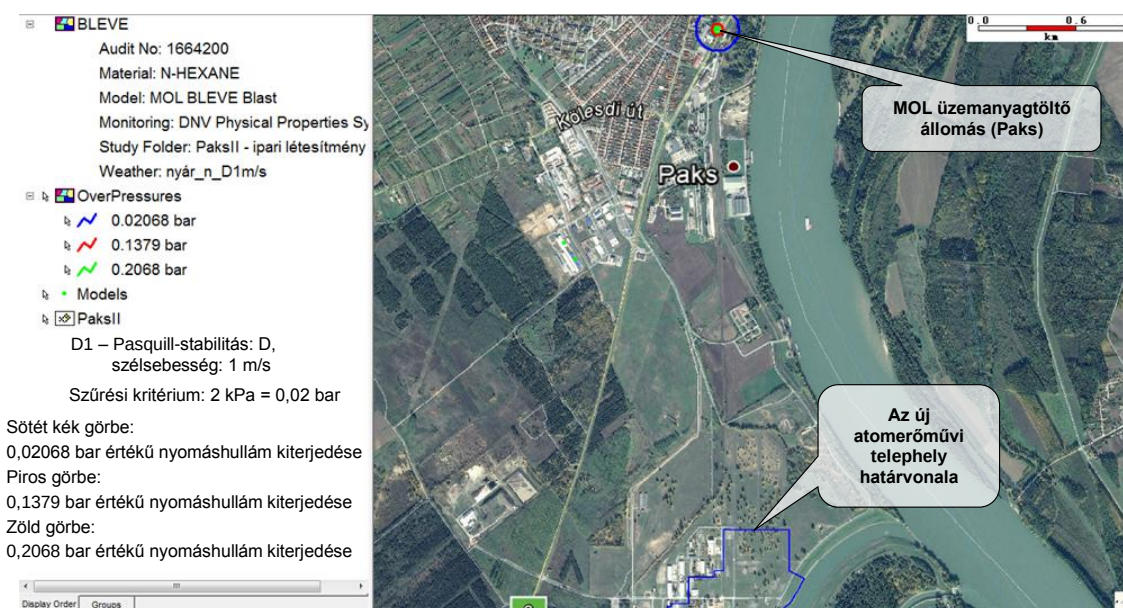
- a begyulladó anyag által keltett „fireball”-ból eredő hőszugárzásra.

A számítás eredményét a TBJ II. [2.1.1-4.](#) és [2.1.1-5. ábrák](#) mutatják be. A görbék alapján megállapítható, hogy az új blokkok telephelyhez legközelebbi üzemanyagtöltő állomáson bekövetkező súlyos baleseti esemény nem veszélyezteti a telephely biztonságát. Jól látható, hogy sem a tűzgömb hőszugárzási zónája, sem a legkisebb értékű ($2,0 \text{ kPa} = 0,02 \text{ bar}$) túlnyomás kialakulást ábrázoló görbe nem éri el a telephely határát.

Megállapítható, hogy az új blokkok telephelyéhez legközelebb eső üzemanyagtöltő állomáson feltételezhető esemény sem vezet olyan következményhez, amely veszélyeztetné a telephely biztonságát.



2.1.1-4. ábra: A hőszugárzás távolságfüggése az üzemanyagtank (12 m³) BLEVE esetén



2.1.1-5. ábra: A nyomáshullám távolságfüggése az üzemanyagtank (12 m³) BLEVE hatás esetén

2.1.1.5.3. KATONAI ÉS BÁNYÁSZATI TEVÉKENYSÉGEK ÖSSZEFOGLALÓ VIZSGÁLATA

A Honvédelmi Minisztérium Védelemgazdasági Hivataltól kapott vagyonkezelői nyilatkozat szerint az blokkok telephelyének 30 km sugarú körzetében, a veszélyes katonai objektumokkal kapcsolatos hatósági eljárás rendjéről szóló 95/2006. (IV.18.) Korm. rendelet szerint veszélyes katonai létesítménynek minősülő objektum nincs. A telephely 30 km sugarú körzetén kívül elhelyezkedő veszélyes katonai objektumban esetlegesen bekövetkező balesetek hatásai a telephelyet nem érintik. [2-4]

A telephely 10 km-es környezetén belül nem található katonai létesítmény. Ennek megfelelően a telephely szűkebb, illetve tágabb környezetében lévő katonai létesítményekből, illetve katonai tevékenységből eredően az új blokkok tervezési alapjában figyelembe veendő veszélyforrás nem azonosítható.

A rendelkezésre álló információk alapján a telephely 30 km-es körzetében nem folyik bányászati tevékenység, ennek megfelelően a bányászati tevékenységet, mint külső veszélyforrást nem szükséges figyelembe venni. [2-4]

2.1.2. A Duna által közvetítve hatást gyakorló létesítmények hatásai

A Duna part menti ipari, bányászati, katonai tevékenységből származó és az új blokkok telephelyét veszélyeztető tényezők vizsgálat nélkül nem zárhatók ki, mert e tevékenységek (például folyami mederrendezés, folyami kavicsbányászat, ipari vegyi anyag feldolgozás) következtében a Duna vízébe kerülhetnek a potenciális veszélyt, veszélyeztető hatást okozó anyagok, tárgyak. [2-10]

A veszélyes anyagokat előállító, használó, tároló, illetve forgalmazó veszélyes ipari üzem azonosítását, meghatározását a korábban (TBJ II. [2.1.1.1. fejezet](#)) ismertetett törvény és kormányrendelet alapján történt.

A TBJ II. [2.1.2-1.](#) - [2.1.2-3. táblázatok](#)ban azok az üzemek találhatóak, amelyek maximum 2 km-re fekszenek (légvonalban) a Dunától, annak az új blokkok telephelyének szelvénytől számított magyarországi felvízi szakaszán. Feltételezés szerint ez az a távolság, amelyen túl a szennyezőanyagoknak nincs számottevő esélye bekerülni a folyóba.

2.1.2-1. táblázat: Alsó küszöbértékű veszélyes üzemek listája

Alsó küszöbértékű veszélyes üzemek			
Név	Cím	Tevékenységi kör	Távolság a Dunától [km]
Vitafoam Magyarország Kft.	7030 Paks, Ipari park 8806/2. hrsz.	Egyéb	1
Pannonia Ethanol Zrt.	7020 Dunaföldvár, 0109/4. hrsz.	Bioüzemanyag gyártás, felhasználás	0,5
Messer Hungarogáz Kft.	7020 Dunaföldvár, Előszállási út. 86.	Gázipar	1,8
DUNACELL Dunaújvárosi Cellulózgyár Kft.	2400 Dunaújváros, Papírgyári út 42-46.	Egyéb	1
Donauchem Vegyianyag Kereskedelmi Kft.	1223 Budapest, Bányalég u. 233028/7 hrsz.	Általános vegyipar	1
Donauchem Vegyianyag Kereskedelmi Kft.	1225 Budapest, Vegyszer utca 3.	Általános vegyipar	1
Oiltanking Hungary Tároló és Logisztikai Szolgáltató Kft.	1211 Budapest, Gáz u. 1.	Olajipar	0

Alsó küszöbértékű veszélyes üzemek			
Név	Cím	Tevékenységi kör	Távolság a Dunától [km]
Alpiq Csepeli Szolgáltató Kft.	1211 Budapest, Hőerőmű utca 3.	Erőmű, fűtőmű	0,1
DUNATÁR Kőolajterméktároló és Kereskedelmi Kft.	1211 Budapest Csepel, 210035 hrsz, 5210.	Olajipar	0,2
CAOLA Kozmetikai és Háztartás vegyipari Zrt.	1117 Budapest, Hunyadi János út 9.	Általános vegyipar	0,3
AQUALING Kft.	1117 Budapest, Hunyadi János út 4.	Általános vegyipar	0,3
Budapesti Erőmű Zrt.	1117 Budapest, Budafoki út 52.	Erőmű, fűtőmű	0,1
LINDE GÁZ Magyarország Zrt.	1097 Budapest, Illatos út 17.	Gázipar	1
CF Pharma Gyógyszergyártó Kft.	1097 Budapest, Kén u. 5.	Gyógyszeripar	0,7
FŐTÁV Zrt.	1037 Budapest, Kunigunda u. 49.	Erőmű, fűtőmű	1,2
Messer Hungarogáz Ipari Gázgyártó és Forgalmazó Kft.	1044 Budapest, Váci út 117.	Gázipar	0,4
Magyar SUZUKI Zrt.	2500 Esztergom, Schweidel J. u 52.	Nehézipar, gépipar, gumipar, üvegipar, műanyagipar	2
Audi Hungária Motor Kft.	9027 Győr, Kardán u. 1.	Nehézipar, gépipar, gumipar, üvegipar, műanyagipar	0,1
Győrszol Zrt. Hőerőmű	9028 Győr, Rozgonyi u. 44.	Erőmű, fűtőmű	2
Schenker Nemzetközi Szállítmányozási és Logisztikai Kft.	1239 Budapest, Európa u. 5.	Raktár, logisztikai központ	1,2
Waberer's Logisztika Kft.	1239 Budapest, Európa út 6.	Raktár, logisztikai központ	1,3
Materiál Vegyipari Szövetkezet	1239 Budapest, Ócsai út 10.	Általános vegyipar	2

2.1.2-2. táblázat: Felső küszöbértékű veszélyes üzemek listája

Felső küszöbértékű veszélyes üzemek			
Név	Cím	Tevékenységi kör	Távolság a Dunától [km]
ISD POWER Energiatermelő és Szolgáltató Kft.	2400 Dunaújváros, Vasmű tér 1-3.	Egyéb	0,5
ISD Koksizoló Kft.	2400 Dunaújváros, Vasmű tér 1-3.	Egyéb	0,5
HANKOOK TIRE Magyarország Gyártó és Kereskedelmi Kft.	2459 Rácalmás, Hankook tér 1.	Nehézipar, gépipar, gumipar, üvegipar, műanyagipar	1,5
Dunastyr Polisztirolgyártó Zrt.	2443 Százhalombatta, Olajmunkás u. 2.	Egyéb	0,5
Novochem Kft.	2440 Százhalombatta, 2990/61. hrsz.	Raktár, logisztikai központ	2

Felső küszöbértékű veszélyes üzemek			
Név	Cím	Tevékenységi kör	Távolság a Dunától [km]
Dunamenti Erőmű Zrt.	2440 Százhalombatta, Erőmű út 2.	Erőmű, fűtőmű	0
MOL Nyrt. Dunai Finomító	2443 Százhalombatta, Olajmunkás u. 1.	Olajipar	0,1
HOPI Hungária Logisztikai Kft.	1225 Budapest, Campona u. 1.	Raktár, logisztikai központ	0,2
Agro-Chemie Kereskedő és Gyártó Kft.	1225 Budapest, Bányalég u. 2.	Növényvédőszer gyártás, raktározás	1
Ubichem Pharma Manufacturing Kft.	1225 Budapest, Bányalég u. 2.	Általános vegyipar	1
BRENTAG Hungária Kereskedelmi Kft.	1225 Budapest, Bányalég u. 45.	Általános vegyipar	1
BILK KOMBITERMINÁL Fejlesztő és Üzemeltető Zrt.	1239 Budapest, Európa u. 4.	Raktár, logisztikai központ	1,2
AGRO MULTISECTOR Mezőgazdasági, Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.	1239 Budapest, Ócsai út 6.	Műtrágya raktározás	1,3
AGRO MULTISECTOR Mezőgazdasági, Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.	1239 Budapest, Ócsai út 1-3.	Raktár, logisztikai központ	1,3
MOL Nyrt. Logisztika Csepel Bázistelep	1211 Budapest, Petróleum u. 5-7	Olajipar	0,1
MAHART Container Center Szolgáltató Kft	1211 Budapest, Weiss Manfréd út 5-7	Raktár, logisztikai központ	0,1
Vinyl Vegyipari Gyártó és Forgalmazó Kft.	1097 Budapest, Illatos út 19-23.	Gázipar	1,4
VARIACHEM Vegyipari Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.	1097 Budapest, Kén u. 8.	Raktár, logisztikai központ	0,7
SANOFI-AVENTIS Magyarország Kereskedelmi és Szolgáltató Zrt.	1045 Budapest, Tó utca 1-5.	Gyógyszeripar	2
Zoltek Zrt.	2537 Nyergesújfalu, Varga J tér 1.	Általános vegyipar	0,1
Közép-Európai Gázterminál Nyrt.	2545 Dunaalmás, 10. sz. főút 74 km 0704/35.	Gázipar	0,1
Tatai Környezetvédelmi Zrt.	2931 Almásfüzitő, Fő utca 1.	Veszélyes hulladék	0,1
Rossi BIOFUEL Zrt.	2922 Komárom, Kőolaj u.2	Olajipar	0,7
MOL Nyrt. Komáromi Bázistelep	2922 Komárom, Kőolaj u. 2.	Olajipar	0,7
E.ON Erőművek Kft.	9071 Gönyű, Kossuth utca 2/a	Erőmű, fűtőmű	0,1

2.1.2-3. táblázat: Küszöbérték alatti veszélyes üzemek listája

Küszöbérték alatti veszélyes üzemek			
Név	Cím	Tevékenységi kör	Távolság a Dunától [km]
HASLINGER Acélszerkezetépítő Kft.	6087, Dunavecse Széchenyi u. 1.	Egyéb	0,7
VÉGH-VÁR Kft.	6087, Dunavecse Fő út 124.	Élelmiszeripar	1
Pannonia Ethanol Zrt. Vasúti töltőüzem	7200, Dunaföldvár 0585/1 hrsz.	Bioüzemanyag gyártás, felhasználás	0,1
ISD DUNAFERR Dunai Vasmű Zrt.	2400, Dunaújváros Vasmű tér 1-3.	Egyéb	1
Magyar Aszfalt Kft.	2400, Dunaújváros Papírgyári út 28. hrsz. 0187/6	Építőipar	0,5
Hunép-Uniszol Létesítménygazdálkodási Zrt.	2400, Dunaújváros Központi Sporttelep, Eszperantó út 2-4.	Egyéb	0,5
Ferrecirk Vegyszergyártó és Kereskedelmi Kft.	2400, Dunaújváros Vasmű tér 1-3.	Egyéb	0,7
Ankel Vegyipari Kft.	2440, Százhalombatta Erőmű út 2655/3 hrsz.	Általános vegyipar	1
Háztól - Házig Kft.	2440, Százhalombatta Asztalos utca 4.	Raktár, logisztikai központ	2
Marathon Foods Kft.	2000, Szentendre Közúzó köz 6.	Élelmiszeripar	1,2
LIDL Magyarország Kereskedelmi Bt.	2310, Szigetszentmiklós Leshegy Ipari Park 12307 hrsz.	Raktár, logisztikai központ	2
Fővárosi Vízművek Zrt./Surányi klórozó	2017, Pócsmegyer 050 hrsz.	Vízmű, fürdő, uszoda	nincs adat
Fővárosi Vízművek Zrt./Tahi I. klórozó	2024, Kisoroszi külterület 071 hrsz.	Vízmű, fürdő, uszoda	nincs adat
Fővárosi Vízművek Zrt./ Monostor III. klórozó	2015, Szigetmonostor 073 hrsz.	Vízmű, fürdő, uszoda	nincs adat
Fővárosi Vízművek Zrt./Balpart II. klórozó	2010, Dunakeszi Duna sor 2.	Vízmű, fürdő, uszoda	nincs adat
Fővárosi Vízművek Zrt./Szigeti II. klórozó	2015, Szigetmonostor 0101 hrsz.	Vízmű, fürdő, uszoda	nincs adat
Dunakeszi Hűtőház Kft.	2120, Dunakeszi Tőzegtavi út 1.	Élelmiszeripar	1,7
Fővárosi Vízművek Zrt./Ráckevei vízkezelőmű	2300, Ráckeve 0244/2 hrsz.	Vízmű, fürdő, uszoda	nincs adat
Molar Chemicals Kft.	2314, Halásztelek Árpád u. 1.	Általános vegyipar	1,8
MG SPEED Bt.	2023, Dunabogdány Kossuth Lajos u. 3/b.	Raktár, logisztikai központ	0,3
Korax Gépgyár Kft.	2300, Ráckeve Sillingi út 30.	Nehézipar, gépipar, gumiipar, üvegipar, műanyagipar	1
Vegyspeed Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.	1239, Budapest Ócsai út 6.	Raktár, logisztikai központ	1,4
STORECHEM Termelő, Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.	1225, Budapest Nagytétényi út 221.	Általános vegyipar	0,5
Törley Pezsgőpincészet Kft.	1222, Budapest Nagytétényi út 9-11	Élelmiszeripar	0,3
TRILAK Festékgyártó Kft.	1238, Budapest Grassalkovich utca 4.	Általános vegyipar	0,7
IpoX Chemicals Kft.	1238, Budapest Helsinki út 114.	Általános vegyipar	0,8
Kallos Cosmetics Kft.	1095, Budapest Soroksári út 164.	Raktár, logisztikai központ	0,5

Küszöbérték alatti veszélyes üzemek			
Név	Cím	Tevékenységi kör	Távolság a Dunától [km]
KEREX Uszoda- és Szabadidőtechnikai Kft.	1117, Budapest Budafoki út 111-117.	Vízmű, fürdő, uszoda	0,7
GARNETTI HUNGARY Kft.	1211, Budapest Transzformátorgyár u. 2-8.	Olajipar	0,4
Messer Hungarogáz Ipari Gázgyártó és Forgalmazó Kft.	1044, Budapest Váci út 77.	Gázipar	0,7
Fővárosi Vízművek Zrt.	1214, Budapest II. Rákóczi Ferenc út 345.	Vízmű, fürdő, uszoda	0
GE Hungary Kft.	1044, Budapest Váci út 77.	Egyéb	0,7
MOL Nyrt. Távfűtési Kőolajszállítás Százhalombatta üzemeltetés	2443, Százhalombatta Olajmunkás u. 2.	Olajipar	nincs adat
MOL Nyrt. Távfűtési Termékszállítás Dunántúli termék - szállítóvezetékek	2443, Százhalombatta Olajmunkás u. 2.	Olajipar	nincs adat
MOL Nyrt. Távfűtési Termékszállítás Pest Megyei termék - szállítóvezetékek	2443, Százhalombatta Olajmunkás u. 2.	Olajipar	nincs adat
MOL Nyrt. Távfűtési Termékszállítás Százhalombatta-Szajol termék szállítóvezetékek	2443, Százhalombatta Olajmunkás u. 2.	Olajipar	nincs adat
MOL Nyrt. Távfűtési Termékszállítás Tiszaújváros-Százhalombatta DN 200-as termékszállítóvezeték	2443, Százhalombatta Olajmunkás u. 2.	Olajipar	nincs adat
Pénzjegynyomda Zrt.	1055, Budapest Markó u. 13-17.	Egyéb	0,3
PYRO-BÁN Pyrotechnikai Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.	1211, Budapest Öntöde-Dézsasorok	Robbanóanyag, lőszer, pirotechnika	0,8
Budapest Gyógyfürdői és Hévízei Zrt.	1138, Budapest Népfürdő út 36.	Vízmű, fürdő, uszoda	0,1
Budapest Gyógyfürdői és Hévízei Zrt.	1138, Budapest Margitsziget	Vízmű, fürdő, uszoda	0,1
ALTOX-CHEM Kft.	1097, Budapest Illatos út 19-23.	Raktár, logisztikai központ	1,5
Fővárosi Vízművek Zrt. - Budapesti Központi Szennyvíztisztító Telep	1211, Budapest Nagy Duna sor 2.	Vízmű, fürdő, uszoda	0
Első Vegyi Industria Zrt.	1238, Budapest Helsinki út 138.	Általános vegyipar	0,8
Fővárosi Csatornázási Művek Zrt.	1238, Budapest Meddőhányó u. 1.	Vízmű, fürdő, uszoda	0,2
Fővárosi Csatornázási Művek Zrt.	1044, Budapest Tímár utca 1.	Vízmű, fürdő, uszoda	0
Budapesti Húsnyagkereskedelmi Közös Vállalat	1095, Budapest Soroksári út 58.	Raktár, logisztikai központ	0,4
EURO-TANKHAJÓ Szállítási, Szállítmányozási Kft.	1211, Budapest Szikratávíró út 210034-21003 hrsz.	Olajipar	0

Küszöbérték alatti veszélyes üzemek			
Név	Cím	Tevékenységi kör	Távolság a Dunától [km]
Magyar Gáz Tranzit Zártkörűen Működő Részvénytársaság	1031, Budapest Záhony utca 7. B. ép. 2. em	Gázipar	0,2
Kispharma Kft.	1225, Budapest Bányalég u. 2.	Általános vegyipar	1
MOL-LUB Kft	2931, Almásfüzitő Fő út 21.	Olajipar	0,9
Vandamme Hungária Kft.	2921, Komárom Tűzoltó út 2.	Egyéb	0,5
Fiorács Kft. Sertéstelep	2941, Ács Újmajor	Mezőgazdaság	1,5
Győri Szeszgyár és Finomító Zrt.	9027, Győr Budai u. 7.	Élelmiszeripar	0,7
Messer Hungarogáz Kft. Győri átféjtő üze	9027, Győr Reptéri u. 3.	Gázipar	0,2
Égáz-Dégáz Földgázelosztó Zrt.	9027, Győr Puskás T. u. 37	Gázipar	1,7
Győri Hulladékégető Kft.	9029, Győr Bácsa Külterület 1.	Veszélyes hulladék	0,4
Ice Solution Kft.	9027, Győr Hűtőház u. 2.	Egyéb	2
RÁBA Energiaszolgáltató Kft.	9027, Győr, Martin u. 1.	Egyéb	1,3
Győr-Gönyű Kikötő Zrt.	9071, Gönyű Kikötő 1.	Raktár, logisztikai központ	0

A Duna partján elhelyezkedő, de Pakstól északra lévő létesítmények, mint például a Gönyői Erőmű (E.ON Erőművek Kft.), az Észak-budai Fűtőerőmű (MVM GTER Zrt.), a Csepeli Erőmű (Alpiq Csepel Kft.) és a Csepeli Szabadkikötő, a Dunamenti Erőmű (MET Power AG, MVM Zrt.), a dunaujvárosi papírgyár (Hamburger Hungária Kft.), stb. baleseteiből, vagy emberi mulasztásból eredően okozhatják veszélyes anyagok beömlését a Dunába. Ezek által okozott hatások távolság alapon nem szűrhetők ki, bár a veszélyes anyagok a hidegági csatornát, a Duna vizével keveredve már felhígult formában érik el, a víznél könnyebb fajsúlyú olajszármazékok, egyéb vegyi anyagok közömbösítésére, "lehalászására" elegendő idő áll rendelkezésre. A hidegági, illetve a melegági csatornától délre eső ipari tevékenységet folytató létesítmények nem relevánsak, mert a Duna vizének áramlási iránya miatt ezek az anyagok déli irányba sodródnak, azaz ezek a telephelytől távolodnak.

A PAE 1-4 blokk hűtővíz ellátását potenciálisan veszélyeztető dunai tevékenységek, események és következményeik összefoglalásakor [2-11], egy lehetséges baleset során a Dunába kerülő toxikus anyagok, olajipari termékek, szilárd, szemcsés-darabos jellegű anyagok a hűtővíz rendszerre gyakorolt lehetséges hatásaival elemezték. Az elvégzett elemzés kiterjeszthető az új blokkok telephelyére, és annak hűtővíz ellátására vonatkozóan. [2-10]

A potenciális veszélyt jelentő anyagok ipari tevékenységek, illetve üzemeltetési tevékenység lehetséges kockázatait, azaz a különféle anyagok Dunába kerülésének és a vízkivételi mű biztonságos működésére gyakorolt veszélyei a TBJ II. 2.1.2-4. táblázatban található. Ez alapján tételesen bemutatásra került a feltételezett összes lehetséges esemény, ennek következményei és a kockázatot mérséklő körülmények.

2.1.2-4. táblázat: A PAE 1-4 blokk hűtővíz ellátását potenciálisan veszélyeztető ipari tevékenységekkel összefüggő események, illetve következményeik összefoglalása

Tevékenységhez/természeti folyamathoz kapcsolódó, potenciálisan veszélyeztető esemény	Következmény	A további vizsgálatból kizárható-e	A kockázatot mérséklő körülmények
Tevékenység/ Folyamat: Ipari tevékenység			
Toxikus anyagot gyártó, felhasználó, vagy raktározó üzemekben bekövetkező elfolyások, haváriák (amennyiben a toxikus anyag a Duna-vízbe kerül)	Tömeges halpusztulás a Dunán, elpusztult halak bejutása a hidegvíz-csatornába és a vízkivételi műbe; hűtővíz rendszerekben jelenlévő, potenciálisan eltömődést okozó biológiai elemek pusztulása és sodródása	Nem	Baleset esetén a toxikus anyag nem feltétlenül és nem feltétlenül egyszerre kerül a Dunába, szerepet játszanak a Dunába jutás esélyeit csökkentő (az elérési időt növelő), természetes folyamatok (pl. a folyékony szennyezőanyag összegyűlése a mélyedésekben, talajba szivárgása stb.)
Kőolaj-finomítók, üzemanyag, kőolajszármazékok tárolását, szállítását (átfejtését) biztosító létesítményekben bekövetkező balesetek, haváriák (amennyiben a kőolajszármazék a Duna-vízbe kerül) – ideértve a kőolaj- és termékvezetékek törését is	Üzemanyag, nyersolaj vagy kőolajszármazékok bekerülése a Dunába, illetve a hidegvíz-csatornába és a vízkivételi műbe	Nem	Baleset esetén az üzemanyag, olaj/olajszármazék nem feltétlenül és nem feltétlenül egyszerre kerül a Dunába, az olajszármazékok egy része a vízfelszínre felúszik, egy része elpárolog
Szilárd, szemcsés (nem veszélyes) anyagot tároló létesítmények sérülése (amennyiben a szemcsés anyag a Duna-vízbe kerül)	Potenciálisan eltömődést okozó szemcsés anyagok bekerülése a Dunába, illetve a hidegvíz-csatornába és a vízkivételi műbe	Nem	Csak árvíz közvetítésével juthatnak a Dunába
Szennyvíztisztító telepek tisztított szennyvizének Dunába történő bevezetése	Nem okozza számottevő mennyiségű veszélyeztető anyag Dunába jutását (önmagában kockázati forrást nem, csak elérési útvonalat képvisel)	Igen	További vizsgálatokat nem igénylő, alacsony kockázat

A TBJ II. [2.1.2-4. táblázat](#) bemutatott veszélyeztető tényezők a vizsgált telephelyre nézve ugyanolyan kockázatot jelenthetnek, mint az üzemelő atomerőműre. A veszélyeztető események az új blokkok üzemeltetése alatt egyaránt bekövetkezhetnek. A figyelembe vett ipari tevékenységekben nem várható olyan változás, amely a felsorolt veszélyeztető tényezők jövőbeni bekövetkezésének kockázatát jelentősen növelné. A bemutatott veszélyeztető tényezők – néhány sajátosan a PAE 1-4 blokk vízkivételi művét és hűtővíz rendszerét veszélyeztető tényezőt leszámítva – az új blokkok létesítményeinek biztonsági funkcióval rendelkező hűtővíz rendszerére is érvényes. [\[2-10\]](#)

Hűtést veszélyeztető ipari tevékenységek

A TBJ II. [2.1.2-4. táblázat](#)ban bemutatott lehetséges események elsődleges szűrése után a további vizsgálatokat nem igénylő, alacsony kockázatú elemeket a továbbiakban nem kell számításba venni. Azon események, melyek biológiai hatáson keresztül számítanak veszélyeztető tényezőnek, azoknak a TBJ II 7. fejezetében szerepel az értékelésük. A potenciálisan veszélyeztető események és az azokat kiváltó tevékenységek azonosíthatóak, részletesen a TBJ II. [2.1.2-5. táblázat](#)ban kerülnek összefoglalásra. Vízfelszínen úszó, vagy lebegő kőolajtermékek, szemcsés anyagok, jelenthetnek potenciális veszélyt a vízkivételre. A részletesen bemutatott tevékenységek a több évtizedet lefedő összegyűjtött statisztikai adatok és számítások segítségével ismertethetőek. [\[2-10\]](#)

2.1.2-5. táblázat: A hűtővíz-ellátását potenciálisan veszélyeztető események és az azokat kiváltó tevékenységek

A vízrendszereket veszélyeztető következmény-esemény	Kiváltó események
Üzemanyag (vagy más, víz felszínen úszó kőolajszármazék) bekerülése a Dunába, illetve a hidegvíz-csatornába és a vízkivételi műbe	A Duna 100 m széles parti sávjában, kőolaj-finomítók, kőolajszármazékok tárolását, szállítását (átfejtését) –ideértve a kőolaj- és termékvezetékek törését is – biztosító létesítményekben bekövetkező balesetek, haváriák - amennyiben az üzemanyag a Duna-vízbe kerül
Víz felszín alatt lebegő nyersolaj vagy kőolajszármazékok bekerülése a Dunába, illetve a hidegvíz-csatornába és a vízkivételi műbe	A Duna 100 m széles parti sávjában, kőolaj-finomítók, kőolajszármazékok tárolását, szállítását (átfejtését) – ideértve a kőolaj- és termékvezetékek törését is - biztosító létesítményekben bekövetkező balesetek, haváriák – amennyiben a kőolajszármazékok a Duna-vízbe kerülnek
Potenciálisan eltömődést okozó szemcsés anyagok bekerülése a Dunába, illetve a hidegvíz-csatornába és a vízkivételi műbe	Nagy mennyiségű szemcsés anyagot tároló létesítmények sérülése, 130-140 µm átlagos szemcseméretű 150 mg/l lebegőanyag koncentráció mellett megjelenhet a vízkivételi műnél, hidegvíz-csatorna nagyobb vízsebességeinél 400 µm szemcseméret is előfordulhat

A fenti kiváltó események hatására potenciálisan bekövetkező veszélyeztető tényezők pontosabb megismerése céljából kiegészítő terjedésszámítások készültek. [\[2-18\]](#)

2.1.2.1. A terjedésszámítás során alkalmazott vizsgálati módszerek

A terjedésszámítási modell felépítése ilyen nagy kiterjedésű folyószakaszra vonatkozóan igen összetett feladat. Annak érdekében, hogy a számítási eredmények megfelelő pontosságúak legyenek, a kijelölt Duna-szakasz geometriájának és hidrológiai adatainak pontos és aktuális ismeretére van szükség. Ennek érdekében a következő feladatok elvégzésére került sor:

- A Duna geodéziai felmérése a célként meghatározott Százhalombatta-Paks szakaszon;
- A Duna vízszint és vízhozam adatainak meghatározása a Százhalombatta-Paks szakaszon;
- A helyszíni mérési adatok rögzítése, ellenőrzése és előkészítése a hidraulikai modell felépítése során megkívánt formában;
- Kétdimenziós hidraulikai modell felépítése HEC-RAS szoftver felhasználásával;
- A felépített hidraulikai modell kalibrálása a mederfelmérés során rögzített vízszint adatok felhasználásával;
- Kétdimenziós terjedési modell felépítése Delft3D szoftver felhasználásával;
- A terjedésszámítási modell kalibrálása mért Dunai vízszintek figyelembe vételével;

A Dunán esetlegesen bekövetkező havária eseményekből származó szennyezőanyag terhelések hatására a hidegvíz-csatornában kialakuló szennyezőanyag koncentrációk és a kezdeti anyagmennyiségből bejutó szennyezőanyag hányadok meghatározása 3 fő szakaszból állt.

Az első szakaszban a számítások alapját képező modulok, feladatok kerültek meghatározásra, mint a szennyezőanyag-terjedés számításának alapját képező 2 dimenziós hidrodinamikai modell felépítése, a különböző havária események bejutási pontjainak és az azokból bekerülő anyagok, anyagspecifikus tulajdonságok meghatározása. A következő szakaszban az egyes szennyezőanyagok 2 dimenziós terjedését leíró modellek felépítése és a terjedést leíró modell érzékenységeinek vizsgálata készült el különböző anyagspecifikációkra vonatkozóan. A számítások során 232 m³/s hidegvíz-kivétel lett figyelembe véve, mint a jelenlegi PAE 1-4 blokk teljes és az új blokkok együttes vízkivételét jellemző érték. [2-18]

2.1.2.2. A dunai terjedésszámítások eredményei

A terjedésszámítás eredményei alapján előálltak mindazon szennyezési esetek, amelyekből szennyezőanyag terhelések a hidegvíz-csatornán keresztül hatással vannak az új blokkok hűtővíz ellátására. [2-18]

2.1.2-6. táblázat: A hűtővíz-ellátását potenciálisan veszélyeztető események és azok tervezési alapadatai

Veszélyforrás (anyagcsoport)	A hidegvíz-csatornába bejutható szennyező mennyisége [kg]	A hidegvíz-csatornába bejutható szennyezőanyag koncentrációja [g/m ³]
Ipari létesítmény havária eseménye miatt lebegő kőolajszennyezés bekerülés	~41 000	607
Ipari létesítmény havária eseménye miatt toxikus anyag (konzervatív) bekerülés	~234 000	58
Ipari létesítmény havária eseménye miatt toxikus anyag (könnyen bomló) bekerülés	~210 000	42
Ipari létesítmény havária eseménye miatt sav, lúg bekerülés	~211 000	42

A nagy mennyiségű szemcsés anyagot tároló létesítmények sérülésére vonatkozó terjedésszámítások [2-18] irreális eredményeket adtak. Ennek egyik oka a Dunába kerülési mechanizmus meghatározásának nehézségei, a másik pedig a dunai terjedésbe való belépés meghatározásának nagyfokú bizonytalansága.

A 2.1.2-6. táblázatban szereplő további események távolsági alapon nem szűrhetők ki. A kiváltó események kis számban történtek, vagy még nem történtek meg, azonban nem zárhatók ki. Az események időbeli gyakoriságának számításához rövid időtáv áll rendelkezésre, mert nem régóta folyik ilyen tevékenység, vagy nincs az esemény magyarországi felvízi Duna-szakaszra reprezentatív adatbázis vezetve. A valószínűség területegységre (a telephely szűkebb környezetére) történő fajlagos érték nem határozható meg, mert a hatást a Duna a telephelyhez szállítja, vagy a hatás nem csillapodik (anyagok esetében nem hígul) jelentősen.

Az értékelés alapjául szolgáló elemzés [2-10] alapján a TBJ II. 2.1.2-6. táblázatban összefoglaltak szerinti veszélyeztető tényezők nem zárhatók ki távolsági, vagy valószínűségi

alapon. A nem kiszűrt veszélyeztető tényezők esetében a tervezés során további vizsgálatokat kell végezni a szükséges tervezési, műszaki és adminisztratív telephelyvédelmi intézkedések meghatározása céljából. A felsorolt veszélyeztető tényezők tekintetében megállapítható, hogy azok az iparágban bevált megoldásokkal kezelhetők.

2.1.3. Telephely közvetlen szomszédságában található ipari létesítmények hatásai

Az új blokkok telephelyének közvetlen szomszédságában két ipari létesítmény található. Az egyik a PAE 1-4 blokk, a másik a Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolója (KKÁT).

2.1.3.1. Nem radiológiai hatások értékelése

Az értékelés során vizsgálni kell, hogy a veszélyes – vagy önmagukban nem veszélyes, de tűz esetén mérgező gáz és füst kibocsátására képes – anyagokkal foglalkozó ipari létesítmények balesete folytán kialakulhat-e olyan nagy kiterjedésű tűz, amely a távolság ellenére mérgező gáz- vagy füstképződés, vagy hőhatás folytán az új blokkokat veszélyeztetheti. A vizsgálatnak ki kell terjednie azokra a veszélyforrásokra is, melyek meghibásodása olyan repeszek, repülő tárgyak keletkezésével járhat, amelyek képesek lehetnek az új blokkok telephelyéig eljutni.

2.1.3.1.1. A PAKSI ATOMERŐMŰ 1-4 BLOKKJA

Az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. által a paksi telephelyen üzemeltett négy, orosz tervezésű, VVER-440/V-213 típusú reaktorblokk Magyarország egyetlen atomerőműve. Az egyes reaktorblokkok két-két reaktoronként ikerkiépítésű épületszerkezetben helyezkednek el. A 2000-es évek végén végrehajtott 8%-os teljesítménynövelés után a blokkok 500 MW névleges teljesítménnyel üzemelnek. Az 1. és 2. blokk már megkapta az engedélyt, a többinél jelenleg is tart a tervezett 30 éves üzemidő 20 évvel történő meghosszabbításának engedélyezése, illetve annak előkészítése. A létesítményt elemző, a 118/2011.(VII.11.) Korm. rendelet szerinti nukleáris szabályozásnak megfelelően készült Végleges Biztonsági Jelentés és a konvencionális iparbiztonsági elveket követő 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet szerinti Biztonsági Jelentés alapján azonosíthatóak a létesítmény nem nukleáris veszélyforrásai. A két dokumentum részletesen bemutatja a létesítmény biztonságosságát, teljes körűen és részletesen tárgyalja a létesítmény rendszereinek és rendszerelemeinek a normálistól eltérő eseményekre, üzemállapotokra vonatkozó biztonsági elemzéseit. [2-4]

A repeszek illetve a repülő tárgyak dinamikus hatása elleni védelem követelményének elemzése a PAE 1-4 blokk minden lehetséges üzemállapotára, üzemeltetéssel összefüggő tevékenységre elkészült. Ezen vizsgálatok nem tárgyalták a repeszek épületen kívüli kikerülésének lehetséges következményeit. Az anyagok elemzése alapján az a megállapítás tehető, hogy a turbinákból eredő repeszek esetében a gépház épületszerkezetének visszatartó hatása jelentősen mérsékli az épületen kívüli következményeket. A veszélyeztetettség megítélésének szempontjából lényeges körülmény továbbá, hogy a turbina tengelyorientációja miatt, az esetlegesen kikerülő turbinarepsz feltételezhető hatásterülete nincs átfedésben az új blokkok telephelyének területével. A belső eredetű repeszek dinamikus hatásának vizsgálata területén és a nem turbinából kikerülő repeszek dinamikus hatáselemzése alapján sem azonosítható olyan forgatókönyv, amely során repesz okozta hatás az új blokkok telephelyét veszélyeztetné. [2-4]

A PAE 1–4 blokk területén tárolt veszélyes anyagok

Az atomerőműben alkalmazott technológiák meghibásodásából, a technológiákban használt veszélyes anyagokból, a keletkezett veszélyes hulladékokból stb. adódóan az erőműben nem nukleáris (hagyományos) környezeti hatással járó üzemzavarok is bekövetkezhetnek. Az üzemzavarok körét az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. – tanúsított (ISO 14001)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 6. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 7. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 8. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 9. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 10. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 11. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 12. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 13. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 14. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 15. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 16. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 17. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 18. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 19. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 20. oldala)

2.1.3.2.2. KIÉGETT KAZETTÁK ÁTMENETI TÁROLÓJA

Az RHK Kft. kezelésében lévő KKÁT a paksi atomerőmű üzemi területe mellett, annak közvetlen déli szomszédságában helyezkedik el. A létesítmény folyamatosan bővíthető további kamramodulokkal. A jelenlegi kiépítettség szerint összesen 20 tárolókamrát foglal magába, jelenleg folyamatban van a 21-24. kamrás bővítés. A tervezett teljes kiépítés várhatóan 33 kamrát fog tartalmazni.

A kazetták egyedi fűtőelemkazetta-tárolócsövekben, függőlegesen állnak. A tárolócsövek betonkamrában helyezkednek el, amely megfelelő árnyékolást biztosít. A kazettákat száraz állapotban tárolják.

A kiégett fűtőelem-kazettákat tartalmazó szállítókonténert a KKÁT fogadóépületében veszik át, ahol a szállítóvagontól kiemelik a konténert, és előkészítik a fűtőelem-kazetták kirakását és szárítását. A kazettákat közvetlenül a vízzel töltött szállítókonténer fölött lévő szárítócsőbe emelik be. Itt a kazettákat egyenként megszáritják, mielőtt az átrakógépbe emelnék azokat. A kazettákat az átrakógéppel a kamrában lévő tárolócsövekbe helyezik. A tárolócsövekben a fűtőelem-kazettákat semleges gázkörnyezetben tartják.

A KKÁT radiológiai hatásának elemzése céljából a létesítményre valószínűségi biztonsági és determinisztikus elemzések is készültek. Az elemzések eredményeként előálltak mind a kezelőszemélyzet, mind a lakosság dózisterhelésének várható értékei a létesítmény üzemzavara esetén, továbbá meghatározták a dózisterhelések kialakulásának várható gyakoriságát. Ehhez elvégezték a dóziskövetkezményekkel járó üzemzavari folyamatok (eseményláncok) feltérképezésére és gyakoriságának számítására, valamint a dóziskövetkezmények mértékének meghatározására eseménylánconként.

2.1.3.2.3. NUKLEÁRIS ÜZEMANYAG SZÁLLÍTÁSA

A PAE 1-4 blokk üzemeltetése során a nukleáris üzemanyag szállítása két fő műveletből áll, az egyik a friss üzemanyag beszállítása a másik a pihentetett fűtőelem-kötegek kiszállítása.

A friss fűtőelemek üzemanyag-szállító konténerben érkeznek az atomerőműbe. A frissüzemanyag-szállító konténerek bontása előtt ellenőrzik a csomagolási egység sérülésmentességét, illetve mindkét végén a plomba épségét. A beszállított fűtőelem-kazettákon először a gyári számot, illetve a dúsítási jelet ellenőrzik.

A reaktoraknak melletti pihentető medencékben tárolt kiégett üzemanyag blokkok közötti, illetve a KKÁT-ba történő szállítására C-30 szállító konténer szolgál.

Az elemzések szerint a konténer normál üzemi kiszolgálása közben több konténer szállításra történő előkészítéséből eredően lehetséges különböző konténerkonfigurációk mellett sem lesz akkora a sugárzási szint, amely meghaladja a Sugárvédelmi Szabályzatban a kezelő személyzetre előírt korlátot. [2-6]

2.1.3.2.4. MÉRTÉKADÓ ESEMÉNY

Az új blokkok radiológiai veszélyeztetettségének meghatározásához olyan, radioaktív kibocsátással járó, szűrési szintet meghaladó gyakoriságú események, kijelölése történt meg, amelyek meghatározóak a kibocsátás szempontjából. Ezek az események a mértékadó események. A radiológiai hatások tekintetében mértékadó súlyos balesetek meghatározása 0,3g PGA érték figyelembevételével történt.

A felülvizsgálat eredményeképpen a tervezési alap meghatározása céljából egyszeres és többszörös mértékadó súlyos baleseteket, érzékenységi elemzés céljára pedig szélsőséges, azaz a tervezési értékeket meghaladó radiológiai hatású egyszeres és többszörös súlyos baleseteket kijelölése történt meg. A szélsőséges esetek következményelemzésének

eredményei megmutatják, hogy jelentősen konzervatív feltételek esetén milyen maximális radiológia terhelés érheti az új blokkok telephelyét.

A vizsgálatok során a radiológiai hatások tekintetében mértékadó súlyos balesetek azonosításához, olyan radioaktív kibocsátással járó, szűrési szintet meghaladó gyakoriságú események kerültek kiválasztásra, amelyek meghatározóak a kibocsátás szempontjából.

A kikerülés mértékére tett megfontolások és az eseménygyakoriság együttes mérlegelésével földrengés következtében a következő mértékadó súlyos balesetek kerültek kiválasztásra a radiológiai következmények szempontjából [2-6]:

- erős földrengés következményeként a 4. blokki reaktor teljes teljesítményű üzeme során fellépő, korai konténmenttöréssel járó súlyos balesetből származó kibocsátás a környezetbe,
- 4. blokki, üzemanyag-átrakásra nyitott reaktor földrengés miatt fellépő súlyos balesetéből adódó kibocsátás a környezetbe,
- 3. blokki pihentető medence 706 kazettával (tartalékpolcos pihentetés) és 3100 kW hőteljesítménnyel jellemzett üzemállapotában földrengés okozta hűtés kiesés miatt fellépő súlyos balesetből származó kibocsátás a környezetbe.

Többszörös súlyos balesetek

A többszörös baleseteken nincs szükség a KKÁT baleseteinek explicit szerepeltetésére. A KKÁT biztonsági elemzésének eredményei alapján ugyanis az e létesítményből várható kibocsátások hatása még baleseti helyzetben is jelentősen alatta marad a reaktor aktív zónájának vagy a pihentető medencében tárolt fűtőelemeknek a masszív leolvadásából származó radioaktív kibocsátások környezeti következményeihez képest. Fontos körülmény az is, hogy a KKÁT esetében a maximális méretezési földrengés 0,35g vízszintes szabadfelszíni gyorsulás, szemben a paksi atomerőmű utólagos megerősítésekor alkalmazott 0,25g értékkel. Ez megfelelő biztosítékot ad arra, hogy a KKÁT funkció-ellátási képessége a jelen vizsgálatban figyelembe vett gyorsulással jellemzett földrengés esetén se sérüljön. A földrengés-biztonsági tartalék értékelésén alapuló földrengés-biztonsági tervezés (SMA – Seismic Margin Assessment) esetén például elvárás, hogy a létesítményszintű HCLPF-kapacitás elérje a tervezési válaszspektrum szerinti szabadfelszíni gyorsulás 5/3-szorosát. 0,35g tervezési érték esetén tehát $(5/3) \cdot 0,35 = 0,58g$ gyorsulásértéken is nagy biztonsággal legfeljebb 0,05 lehet a létesítmény funkcióvesztésének valószínűsége. A KKÁT-t is hasonló biztonsági tartalék alkalmazásával tervezték. Így a jellemzett földrengés esetén biztosított a KKÁT magas szintű védettsége.

A fentiekben ismertetett három mértékadó súlyos baleset mellett két egynél több kibocsátási forrásra kiterjedő többszörös súlyos balesetet is a radiológiai következmények tekintetében mértékadó események közé soroltak [2-6]:

- erős földrengés következményeként a 4. blokki reaktor teljes teljesítményű üzeme során fellépő, korai konténmenttöréssel járó súlyos balesetből és a 4. blokki pihentető medence 436 kazettával és 800 kW hőteljesítménnyel jellemzett üzemállapotában hűtés kiesés miatt fellépő fűtőelem-sérülésből származó kibocsátás a környezetbe,
- erős földrengés következményeként a 4. blokki, üzemanyag-átrakásra nyitott reaktor súlyos balesetéből és a 4. blokki pihentető medence 436 kazettával és 800 kW hőteljesítménnyel jellemzett üzemállapotában hűtés kiesés miatt fellépő fűtőelem-sérülésből származó kibocsátás a környezetbe.

Tervezési értékeket meghaladó radiológiai hatású egyszeres és többszörös szélsőséges súlyos balesetek

A radiológiai következményeket illetően a tervezési adatok meghatározásához mértékadónak tekintett események mellett a tervezési értékeket meghaladó radiológiai hatású egyszeres és többszörös szélsőséges súlyos baleseteket is kiválasztottak érzékenységi elemzés céljából. A szélsőséges esetek következményelemzésének eredményei információt szolgáltatnak arról, hogy jelentősen konzervatív feltételek esetén milyen maximális radiológiai terhelés érheti a telephelyet. E szélsőséges események a következők:

- 3. blokki pihentető medence 436 kazettával és 800 kW hőteljesítménnyel jellemzett üzemállapotában földrengés okozta hűtőkiesés miatt fellépő súlyos balesetből származó kibocsátás a környezetbe, a reaktorcsarnok szerkezeti sérülésének feltételezésével,
- erős földrengés következményeként a 3. blokki reaktor teljes teljesítményű üzeme során fellépő, korai konténmenttöréssel járó súlyos balesetből és a 3. blokki pihentető medence 436 kazettával és 800 kW hőteljesítménnyel jellemzett üzemállapotában hűtőkiesés miatt fellépő fűtőelem-sérülésből származó kibocsátás a környezetbe, a reaktorcsarnok szerkezeti sérülésének feltételezésével,
- erős földrengés következményeként a PAE 1-4 blokki reaktorok teljes teljesítményű üzeme során fellépő, korai konténmenttöréssel járó súlyos balesetből és a PAE 3-4 blokki pihentető medencék 436 kazettával és 800 kW hőteljesítménnyel jellemzett üzemállapotában hűtőkiesés miatt fellépő fűtőelem-sérülésből származó kibocsátás a környezetbe, a reaktorcsarnok szerkezeti sérülésének feltételezésével,
- erős földrengés következményeként 4. blokki, üzemanyag-átrakásra nyitott reaktor súlyos balesetéből és a PAE 3-4 blokki pihentető medencék 436 kazettával és 800 kW hőteljesítménnyel jellemzett üzemállapotában hűtőkiesés miatt fellépő fűtőelem-sérülésből származó kibocsátás a környezetbe.

Bár a KKÁT-ból lehetséges radioaktív kibocsátás szempontjából mértékadó esemény dóziskövetkezményeire elvégzett számítások nem az új blokkok telephelyére készültek, és a PAE 1-4 blokkok reaktorai és pihentető medencéi tekintetében mértékadó súlyos balesetek bekövetkezése esetén az új blokkok telephelyének területén várható dóziskövetkezményekre sem végeztek korábban részletes elemzést, egyszerűen belátható, hogy a reaktorblokkok súlyos balesetének radiológiai hatása a vizsgált telephelyen lényegesen nagyobb a KKÁT-ból származó hatásnál. A reaktorblokkok súlyos balesetére különböző izotópokra vonatkozóan számított aktivitás ugyanis olyan nagy, hogy a KKÁT Végleges Biztonsági Jelentése szerint radioaktív kibocsátással járóként figyelembe vett eseményekből származóan annak csak töredéke, nagyságrendekkel kisebb értéke várható. A KKÁT esetében az egyes radioaktív kibocsátással járó eseményeknél egy fűtőelem-kazettából származó kibocsátást feltételeztek, míg a reaktor vagy a pihentető medence súlyos balesete esetén a zóna, illetve a pihentető medence fűtőelem-kazettáinak tömeges sérüléséből, megolvadásából származik a kibocsátás. Ráadásul a PAE 1-4 blokk mértékadó súlyos baleseteinél az épületek visszatartó hatásával sem számoltak. E megfontolások alapján a telephelyvizsgálat és -értékelés céljára megfelelő és elégséges az említett, mértékadó reaktor- és pihentetőmedence-balesetek figyelembevétele, mert az egyúttal nagy tartalékkal biztosítja a KKÁT lehetséges radiológiai hatásainak megfelelő kezelését is.

2.1.3.2.5. MÉRTÉKADÓ ESEMÉNYEK KÖVETKEZMÉNYEI

A következmény számítások konkrét célja a mértékadó eseményekből származó kibocsátás radioaktivitásban, egységnyi időre vonatkozó dózisban és dózisban kifejezett hatásának leírása volt a telephely területén. E következményeket a hely és az idő függvényében határozták meg a kibocsátási forrás helyéhez és a kibocsátás kezdetéhez viszonyítva.

A számítások legfontosabb bemenő adatai az alábbiak voltak [2-7]:

- hasadási termékek kibocsátásának jellemzői a hasadásitermék-kibocsátás időfüggvényei diszkrét időintervallumokra vonatkozó értékekben kifejezve minden mértékadó eseményhez,
- a környezeti terjedést befolyásoló meteorológiai adatok.

A számítások céljára három meteorológiai esetet jelöltek ki: egy jellemzőt és két szélsőségeset, az utóbbiakat érzékenységi vizsgálatok elvégzéséhez [2-7].

- 1. meteorológiai állapot: 1 m/s sebességű szél, Pasquill F légköri stabilitás, száraz idő;
- 2. meteorológiai állapot: 2 m/s sebességű szél, Pasquill D légköri stabilitás, száraz idő;
- 3. meteorológiai állapot: 2 m/s sebességű szél, Pasquill D légköri stabilitás, intenzív, 20 mm/h eső.

Ezek közül az 1. eset a légköri kibocsátás szempontjából a legkedvezőtlenebb a kibocsátás magasságában, a 2. eset a telephely közelében átlagos (legvalószínűbb) meteorológiai helyzetet jelent, míg a 3. eset a talajszennyezés szempontjából tekinthető kedvezőtlennek.

A radioaktív kibocsátás következményeinek helyfüggését a kibocsátási forrástól vízszintes irányban mért távolság és a talajszinttől mért magasság szerint vizsgálták.

Az új blokkok megfelelő védettségét biztosító műszaki megoldások tervezése (elsősorban légbeszívó nyílások, szűrőberendezések elhelyezése, kialakítása) szempontjából fontos volt meghatározni a légköri kibocsátások hatásának magasságfüggését is. Az atomerőmű szerkezetei, épületei ésszerűen feltételezhető méretei, továbbá a számítási bizonytalanságok együttes számbavételével 6 különböző magasságban számították a kibocsátás hatását: 0, 10, 20, 30, 40 és 50 méteren, ahol a 0 m a talajszintet jelöli.

A hasadási termékek környezeti terjedésére vonatkozó számítások a mértékadó eseményekre definiált forrástag-adatok, a kijelölt meteorológiai viszonyok, továbbá hely-, és időadatok figyelembevételével készültek el.

A terjedésszámítások során vizsgált radioaktivitás-kibocsátási esetek és az azokat jellemző bemenő adatok sokasága miatt a számítási eredmények számossága is nagyon nagy. Minden egyes mértékadó eseményre és azon belül minden meteorológiai esetre a súlyos baleseti kibocsátások alábbi jellemzőit határozták meg 13 különböző vízszintes távolságra és 6 magasságra az idő függvényében a vizsgált telephelyen [2-7]:

- aktivitáskoncentráció a levegőben és a talajon,
- inhalációs, felhősugárzásból származó, talajra vonatkozó, illetve összegzett dózis és egységnyi időre vonatkoztatott dózis.

2.1.3.2.6. ÉRTÉKELÉS EREDMÉNYE

Tervezési adatok alapját képező esemény kiválasztása

A mértékadó egyszeres, illetve a vizsgált többszörös súlyos balesetek kiválasztásának szempontjai, továbbá ezek telephelyre gyakorolt radiológiai hatására kapott eredmények alapján kijelöltek egy olyan eseményt, amely mértékadónak tekinthető

- a telephely az új blokkok szempontjából való alkalmasságának megítélésére,
- valamint az új blokkok tervezéséhez, illetve biztonsági elemzéséhez szükséges bemenő adatok meghatározására.

A kiválasztott többszörös súlyos baleset:

- erős földrengés következményeként fellépő, korai konténmenttöréssel járó súlyos baleset a 4. blokki reaktor teljes teljesítményű üzeme során, és ezzel együtt a pihentető medence 436 kazettával, 800 kW hőteljesítménnyel és normál pihentetési szinttel jellemzett üzemállapotában földrengés okozta hűtőkiesés miatt fellépő súlyos balesetből származó kibocsátás a környezetbe.

A következmények szempontjából ésszerűen konzervatív választásnak tekinthető ez az eset, mivel ennek radiológiai következményei meghaladják az egyszeres mértékadó eseményekét, továbbá a két mértékadó többszörös súlyos baleset közül ennél az esetnél nagyobb a reaktorból történő kibocsátásból származó radiológiai terhelés, és a kibocsátás ideje is hosszabb, mint a másik vizsgált esetben. A pihentető medence, mint kibocsátási forrás hatása tekintetében nincs különbség a két mértékadó többszörös esemény között.

A meglévő blokkokon fellépő többszörös súlyos baleset meghatározónak tekinthető a radiológiai hatások szempontjából, és gyakorisága is a hatósági szűrési szint felett van.

A meghatározó eseményt az üzemelő négy blokkra rendelkezésre álló biztonsági elemzések, azokon belül elsősorban a valószínűségi biztonsági elemzés eredményei alapján választották ki, egyrészt alapozva az ezen elemzésekben alkalmazott – általában a legjobb becslést módszerére épülő – elemzési feltételezésekre, másrészt szükség szerint kiegészítve a feltételezéseket további, ésszerűen konzervatív feltételekkel. A meghatározó esemény vizsgált telephelyre vonatkozó radiológiai következményeit ésszerűen konzervatív feltételezések alkalmazásával határozták meg.

Új blokkok udvartéri kiszolgálhatóságának értékelése

Az új blokkok udvartéri kiszolgálhatóságát, a létesítmény megközelíthetőségét, az udvartéri tartózkodás megengedhető időtartamát az inhalációs, a felhősugárzásból és a felületi talajszennyezettségből származó dózisterhelés határozza meg. Az e három összetevőre vonatkozó, egy órára számított dózist az új blokkok üzemelő blokkokhoz legközelebb elhelyezkedő déli pontjától mért távolság függvényében rendre a TBJ II. [2.1.3-18. ábra](#), [2.1.3-19.](#) és a [2.1.3-20. ábra](#) mutatja a tervezési adatok származtatásához kiválasztott többszörös súlyos balesetre végzett következményelemzés eredményei alapján. A TBJ II. [2.1.3-21. ábra](#) az összegzett egy órára vonatkoztatott dózist tartalmazza. A görbék a balesetet okozó kezdeti esemény (földrengés) fellépését követő két időpontban mutatják az órás dózis távolságfüggését [\[2-7\]](#):

- a PAE maximális teljesítményen üzemelő 4. blokki reaktor súlyos balesetéből származó kibocsátás esetén (11. óra),
- a PAE 4. blokki pihentető medence súlyos balesetéből származó kibocsátás esetén (92. óra).

A TBJ II. [2.1.3-12. ábra](#) szerint a kiválasztott időpontokban az összegzett dózis több mint 93%-át az inhalációból származó lekötött effektív dózis adja. A teljesítményen üzemelő reaktor súlyos balesetéből adódó maximális inhalációs dózis kb. 35%-a a ^{131}I , 25%-a a ^{106}Ru , 11%-a a ^{132}Te , 10,5%-a a ^{133}I izotópból származik. A pihentető medence súlyos balesetéből adódó maximális inhalációs dózis kb. 40%-a a ^{134}Cs , 30%-a a ^{131}I , 22%-a a ^{137}Cs izotópból áll. [\[2-7\]](#)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 21. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 22. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 23. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 24. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 25. oldala)

2.1.3.2.7. ELEMZÉSI BIZONYTALANSÁGOK ÉS KONZERVATIVIZMUSOK

Összességében megállapítható, hogy a vizsgálatot és értékelést számottevő bizonytalanság jellemzi. A bizonytalanságok elemzési területenként az alábbiak szerint csoportosíthatók:

- kezdeti események kiválasztása, valószínűségi jellemzése és mértékadó súlyos balesetek meghatározása,
- súlyos baleseti folyamatok modellezése, hasadási termékek környezeti kibocsátásának meghatározása,
- hasadási termékek környezeti terjedésének számítása és a dóziskövetkezmények meghatározása.

A szóba jöhető kezdeti eseményeket és a mértékadó súlyos baleseteket az üzemelő blokkokra rendelkezésre álló 2. szintű (részben pedig az 1. szintű) valószínűségi biztonsági elemzés bázisán választották ki. Ennek során tekintettel voltak az elemzés bizonytalanságára és az esetenként alkalmazott konzervativizmusokra, melyeket a vizsgálat igényei szerint néhány további, ésszerűen konzervatív feltételezéssel egészítettek ki. A súlyos baleseti folyamatokat a MAAP4/VVER kód felhasználásával modellezték és értékelték számszerűen. [2-7]

A számítás során elsősorban a valóságot legjobban megközelítő modelleket alkalmazták, a vizsgált események súlyos baleseti folyamatokkal kapcsolatos ismeretek alapján történő lehető legpontosabb leírásával (best estimate megközelítés). Emellett azonban konzervatív feltételezésekkel is éltek azért, hogy a környezeti kibocsátás mértékére reprezentatív, az összes figyelembe veendő súlyos baleseti folyamat hatására, majd a környezeti dóziskövetkezményekre nézve burkoló adatokat származtathassanak.

A hasadási termékek környezeti terjedésének fizikai-matematikai modellje is jelentős bizonytalansággal terhelt. A dózisterhelés számított értékének bizonytalansága összességében akár több mint egy nagyságrend is lehet. Ezt a bizonytalanságot a környezetbe történő kibocsátás mértékének meghatározásakor alkalmazott konzervativizmusokkal ellensúlyozták (például a hermetikus térből történő kikerülési útvonalának figyelembevétele, a kikerülés helyének megválasztása stb. során), mely konzervativizmusok mellőzése esetén a figyelembe vettnél lényegesen kisebb, esetől függően akár két nagyságrenddel is kisebb kibocsátással kellene számolni. [2-7]

A bizonytalanság, illetve konzervativizmus teljes, összegzett mértéke a jelenlegi tudás alapján nem számszerűsíthető. Igyekeztek azonban úgy eljárni a vizsgálat és értékelés során, hogy a konzervativizmusok mértéke ellensúlyozza az elemzési-számítási bizonytalanságok hatását. Bár e feltétel teljesülése egzakt matematikai módszerrel nem bizonyítható, az előzőekben részletezett megfontolások alapján mérnöki szemlélettel belátható. Ezért az elemzésben lévő, elkerülhetetlen bizonytalanságok mellett is – az alkalmazott konzervatív feltételezéseknek köszönhetően – a mértékadó többszörös súlyos baleset számszerűsített radiológiai következményei szakmai megítélés szerint megfelelőek az új blokkok tervezési adatainak céljára.

2.1.3.2.8. FIGYELEMBE VEENDŐ RADIOLÓGIAI VESZÉLYEK ÉS JELLEMZŐIK

Az értékelés eredménye alapján megállapítható, hogy az új blokkok tervezésekor az ember okozta külső veszélyek között figyelembe kell venni a környező nukleáris létesítményekben lehetséges, radioaktív kibocsátással járó események hatását. E hatás számszerű jellemzésére, a tervezési alapadatok meghatározására kiválasztottak egy olyan eseményt, amelynek gyakorisága az előírt szűrési szint felett van, és az esemény következtében várható radioaktív kibocsátása feltételezhetően nagyobb az összes többi, szűrési szintnél nagyobb gyakoriságú eseményénél. Ez az esemény a PAE 1-4 blokk többszörös súlyos balesete. Az esemény

radiológiai hatásait az esemény következtében kikerülő radioaktív anyagok környezeti terjedésének elemzésével számszerűsítették.

A TBJ II. [2.1.3-1.](#) - [2.1.3-7. táblázatok](#) közlik a számszerű elemzési eredményeket. A táblázatokban közölt eredményekből látható, hogy különböző időpontokban az értékek jelentősen változnak. Ennek oka, hogy a balesetet kiváltó földrengés fellépésekor a reaktor és a pihentető medence súlyos balesetéből származó kibocsátások hatása időben eltolva jelentkeznek. A kezdeti eseményt követő 10-11. órában a teljesítményüzemen lévő reaktor, a 92. órában pedig a pihentető medence kibocsátása a meghatározó.

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 26. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 27. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 28. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 29. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 30. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 31. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 32. oldala)

2.2. Szállítás, közlekedés jellemzői

Az értékelés célja az új blokkok telephelyéhez közeli áru- (közúti, vasúti, folyami, csővezetékes és villamosvezetékes) és személyszállítási (közlekedési) tevékenység, a szállítási balesetek következményeinek, veszélyt okozó hatásainak meghatározása, elemzése.

A Magyarország területén lebonyolódó belföldi és nemzetközi áruszállításból a három fő közlekedési ágazat (vasúti, közúti és vízi közlekedési ágazat) egyrészt igen eltérő arányban veszi ki a részét, másrészt ezek az arányok az ezredforduló első éveitől kezdve jelentősen változtak az elmúlt közel másfél évtizedben. A belföldi és nemzetközi áruszállítás ágazatonkénti adatai a 2001–2013 közötti időszakra a TBJ II. [2.2-1. táblázat](#)ban láthatók. [\[2-5\]](#)

2.2-1. táblázat: Belföldi és nemzetközi áruszállítás adatai (2001–2013)

Év	Szállított áruk tömege [1000 t]	Ebből		
		Vasúti	Közúti	Vízi
2001	323 422	50 117	246 314	2 903
2002	293 845	50 370	217 099	3 006
2003	291 227	50 612	214 390	2 105
2004	297 581	51 726	213 339	7 356
2005	314 032	50 850	228 935	8 413
2006	338 642	54 705	250 801	7 327
2007	331 518	53 983	243 299	8 410
2008	343 954	51 542	258 380	8 829
2009	303 079	42 277	229 809	7 744
2010	280 020	45 794	199 848	9 951
2011	268 501	47 424	182 840	7 175
2012	249 679	46 884	165 514	8 135
2013	255 109	49 085	169 210	7 857

Forrás: KSH STADAT, 2014.

Az új blokkok működésére esetlegesen veszélyt jelentő áruk szállítása három fő szállítási útvonalon, a 6. sz. főközlekedési úton, az M6-os autópályán és a Dunán, mint folyami szállítási útvonalon zajlik. Az új blokkok telephelyének határától mintegy 800 m távolságra található a 6. számú főközlekedési út, amelyen az új blokkokat érő lehetséges hatások szempontjából domináns közúti teherforgalom zajlik.

A telephelyet az egyéb szállítási- és közlekedési útvonalakkal kapcsolatban az alábbiak jellemzik [\[2-5\]](#):

- Vasúton a Pusztaszabolcs-Dunaföldvár-Paks vonalon keresztül lehet bekötni az országos vasúti hálózatba.
- Nyugati irányban mintegy 980 m-re, a 6-os számú főút mellett található a Fadd-Dunaszentgyörgy-Paks között húzódó nagyközép-nyomású gázelosztó vezeték.
- A megtermelt villamos energia (2x1200 MW) elszállítását új távvezetékek kiépítésével és a meglévő távvezetékek átalakításával tervezik megvalósítani.
- Az üzemeltető és kiszolgáló személyzet közúton érkezik személygépjármű vagy autóbusz használatával.

2.2.1. Telephelyet érintő, anyagszállítás (közúti, vasúti, folyami, csővezetékes és villamosvezetékes) lehetséges baleseteiből eredő hatások részletes értékelése

A telephely szempontjából veszélyesnek minősülnek a szállítótérből kiszabadulásuk esetén robbanóképes, vagy mérgező hatású gázfelhő kialakulását előidézni képes anyagok (pl. metán, PB-gáz, klór, ammónia), valamint a tűz- és robbanásveszélyes (pl. benzin) anyagok is.

A veszélyes anyagokat szállító járművekkel történő balesetek környezeti hatásait a baleset során esetleg kiömlő anyagból keletkező mérgező vagy robbanásveszélyes gázfelhő kiterjedése, vagy a rakomány felrobbanása esetén keletkező – különböző károsodást okozó – lökéshullám hatótávolsága határozza meg.

A veszélyek terjedéselemzései a TBJ II. [2.1.1 fejezet](#)ében ismertetett módszer és alkalmazott feltételei alapján készültek.

2.2.1.1. Közúti anyagszállítás értékelése

A közúti szállítási veszélyforrás értékeléséhez előzetes konzervatív becsléssel kijelölésre és jellemzésre kerültek a telephely környezetében lévő azon útszakaszok, amelyeken egy közúti baleset potenciális veszélyt jelenthet a tervezett létesítményre. Ezt követően teljeskörűen felmérésre került a közúti áruszállítás, illetve azon belül a veszélyes áruk forgalma a hozzáférhető nyilvántartott adatok alapján országos és – a telephely környezetére vonatkozóan – regionális szinten.

Az egyes veszélyes anyagok közúti szállításának szabályait, illetve a biztonsági követelményeket jelenleg a Veszélyes Áruk Nemzetközi Közúti Szállításáról szóló Európai Megállapodás (ADR) „A” és „B” Mellékletének belföldi alkalmazásáról szóló 61/2013. (X. 17.) NFM rendelet írja elő. Az ADR megállapodás 1957-ben Genfben jött létre, Magyarország 1979-ben csatlakozott hozzá. Az ADR meghatározása szerint a veszélyes áruk olyan anyagok és tárgyak, amelyek szállítását az ADR tiltja vagy csak feltételekkel engedi meg.

A kémiai biztonságról szóló 2000. évi XXV. törvény fogalom meghatározása szerint Tűzveszélyes anyagok és keverékek azok az anyagok és keverékek, amelyek

- a levegőn, normális hőmérsékleten öngyulladásra képesek,
- szilárd halmazállapotban valamely gyújtóforrás rövid ideig tartó behatására könnyen meggyulladnak, majd a gyújtóforrás eltávolítása után tovább égnek, vagy bomlanak,
- olyan folyékony anyagok és keverékek, amelyek nagyon alacsony lobbanásponttal rendelkeznek,
- vízzel vagy nedvességgel érintkezve könnyen gyulladó gázt fejlesztenek, veszélyes mennyiségben.

Robbanásveszélyes anyagok és keverékek az olyan folyékony, képlékeny vagy szilárd anyagok és keverékek, amelyek a légköri oxigénnel vagy anélkül, gyors gázfejlődéssel járó hőtermelő reakcióra képesek, illetőleg nyomásra vagy hőre felrobbannak.

A TBJ II. [2.2.1-1. táblázat](#)ból jól látható, hogy a teljes magyarországi áruszállítás volumenértékeiben a legmagasabb arányt a közúti szállítások teszik ki. Ennek ismeretében meghatározható, hogy a teljes belföldi közúti áruforgalomban milyen arányban jelennek meg a veszélyes anyagok. Ezt követően áttekinthető, hogy a közútjainkon (azokon belül főként a főutakon és az autópályákon) szállított veszélyes (gyúlékony, robbanó, mérgező) anyagokon, belül mely anyagfajták vannak túlsúlyban.

Azonosítható, hogy a telephelyhez legközelebb futó 6. sz. főúton és M6-os autópályán szállított, az ADR hatálya alá tartozó veszélyes anyagfajták közül egy baleset során mely anyagok érhetik el olyan koncentrációban az új blokkok telephelyét, amely veszélyezteteti biztonságát, illetve a kiszolgáló és üzemeltető személyzet egészségi állapotát.

A belföldi, közúton szállított áruvolumenből a veszélyes anyagnak tekinthető árucsoportok (kőolajszármazékok, továbbá egyéb vegyi termékek) aránya az elmúlt 13 évben kifejezetten alacsony volt, egyszer sem érte el a 7%-ot (TBJ II. [2.2.1-1. táblázat](#)). [\[2-5\]](#)

2.2.1-1. táblázat: A veszélyes anyagok százalékos aránya a közúti áruszállításban a szállított áruk tömege alapján, 2001–2013

Év	Közúton szállított áruk tömege [1000 t]	Ebből veszélyes áru, azaz		
		kőolaj-származék [%]	egyéb vegyi termék [%]	Együtt [%]
2001	240 067	3,7	1,6	5,3
2002	211 393	3,8	0,5	4,3
2003	207 695	3,6	1,5	5,1
2004	204 663	3,3	1,6	4,9
2005	216 411	3,9	1,8	5,7
2006	233 183	4,3	2,1	6,4
2007	218 169	4,2	1,5	5,7
2008	231 915	4,9	2,0	6,9
2009	202 055	4,8	1,8	6,6
2010	171 226	4,5	1,6	6,1
2011	149 693	4,7	1,9	6,6
2012	130 327	4,5	1,7	6,2
2013	132 149	4,6	1,6	6,2

Forrás: KSH STADAT, 2014.

A szállítási tevékenység jelentős hányada a hazai főúthálózaton (autópályák, autóutak, első és másodrendű főutak), azon belül is főként az M0, M1, M3, M5, M6 és M7 autópályákat, valamint a 3. sz., az 5. sz. és a 8. sz. elsőrendű főutat veszi igénybe. Ebből adódóan a veszélyesanyag szállításoknak csupán kis hányada esik a telephelyhez legközelebb húzódó 6. sz. főútra, különösen az M6-os autópálya Dunaújváros–Bóly közötti szakaszának 2010-es átadása óta.

Mivel az ADR hatálya alá eső veszélyes anyag kategóriájába tartozó közúti szállítmányok mennyiségéről a tételes nyilvántartások nem hozzáférhetők, a közúton legnagyobb mennyiségben szállított veszélyes anyagok tömeg szerinti megoszlására becslés adható. E mennyiségek 2013-ra vonatkozóan az alábbiak szerint becsülhetők (TBJ II. [2.2.1-2. táblázat](#)).

2.2.1-2. táblázat: A veszélyes anyagok százalékos aránya a közúti áruszállításban a szállított áruk tömege alapján, 2001–2013

Veszélyes anyag megnevezése	Becsült mennyiség [1000 tonna]	Arány [%]
Benzin és gázolaj	9 500	87,8
PB-gáz	1 200	11,1
Etilén	40	0,3
Klór	35	0,3
Egyéb ADR-kategóriájú anyag	55	0,5
Összesen:	10 830	100,0

Megjegyzendő, hogy a Magyar Közút Zrt. közlése alapján 2010–2013 között a hazai veszélyesanyag-szállítások közel 40%-a csupán négy megye (Borsod-Abaúj-Zemplén, Veszprém, Fejér, Csongrád) területének autópályáira, illetve főútvonalaira koncentrált. Mivel az Európai Unió jogharmonizációs szabályozásának érvénybe lépése miatt a veszélyes áru útvonal-kijelölési határozat kérését kötelező érvénnyel előíró, az egyes veszélyes árukat szállító közúti járművek útvonalának kijelöléséről szóló 122/1989. (XII. 5.) MT rendelet 2009. január 1-jével hatályát veszítette, ekkortól a veszélyes üzemek ún. regionális biztonsági tanácsadók egyedi jóváhagyása után fuvarozhatnak minden egyes esetben.

A veszélyes anyagok közúti szállítása speciális tartálykocsikban, illetve tárolóedényekben történik, amelyekből a következő fajták különböztethetők meg [2-5]:

- Üzemanyagok- és folyékony halmazállapotú vegyipari termék szállítására szolgáló 12 000–30 000 liter közötti szállító kapacitású nyerges vontatóhoz kapcsolt tartálykocsik.
- PB-gáz szállítására szolgáló szülő vagy pótkocsi tehergépkocsik a folyékony PB-gázt tartalmazó gázpalackokból többféle méret létezik. A 11,5 kg-os PB-gázpalackokat a háztartások használják, a 20 és 23 kg-os PB-gázpalackokat ipari üzemek és a vendéglátás használja. A gázüzemű gépkocsik számára gyártott palackok 11 kg-os kiszerelésben, az üzemanyagtöltő állomásokon cserélhetők, illetve beszerezhetők. A szállító járművön a gázpalackok két vagy három sorban is elhelyezhetők.
- Mérgező anyagok szállítására szolgáló 1–2 m³-es tartályok, konténerek, 200 literes fémhordók, 25 literes műanyag kannák.
- Műtrágyák fuvarozására szolgáló 100–200 kg-os zsákok.

2.2.1.1.1. A 6. SZ. FŐÚT PAKSI SZELVÉNYÉNEK VESZÉLYES ÁRU FORGALMA

A 6. sz. főúton és az M6 autópályán időközönként veszélyes anyagok szállítása történik. A 6. sz. főúton a legnagyobb volumenben a térség üzemanyagtöltő állomásainak ellátására szolgáló benzin és gázolaj szállítmányok jelennek meg, emellett – a vezetékesgáz-hálózat folyamatos bővülésének eredményeként – egyre csökkenő lakossági felhasználású palackos PB-gáz szállítmányok fuvarozása folyik. [2-5]

A telephely környezetében lévő közutakon történő veszélyes hulladékszállításokkal kapcsolatban elmondható, a veszélyes hulladékok az esetek jelentős részében az anyagmaradvány, szennyeződés jelenlétére alapozott – egyébként konzervatív megközelítésű – besorolással kapják a „veszélyes” minősítést. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a hulladékban jelen lévő veszélyes anyag mennyiség nagyságrendekkel kisebb, mint pl. az erőmű telephelyen jelen lévőnek tekinthető többi veszélyes anyag mennyisége, továbbá szintén nagyságrendi különbség van a hulladék tömege és a valóban veszélyes anyag tömege között. Mindezekre tekintettel elfogadhatónak tekinthető az a megközelítő becslés, hogy a veszélyes hulladékok szállítása nem jelenthet olyan veszélyforrást, amely elhanyagolása a telephelyvizsgálat keretei között megengedhetetlen lenne.

A 6. sz. főút Paks közeli szakaszára vonatkozó, ADR osztályokba sorolt egyéb veszélyes anyag szállítások adatairól a Magyar Közút Nonprofit Zrt. dokumentációtárában, a Nemzeti Közlekedési Hatóság Dél-dunántúli Regionális Igazgatóságánál (Szekszárd) tárolt dokumentumokból (a korábbi szabályozás alapján kiadott útvonalengedélyek), továbbá a veszélyes üzemek regionális biztonsági tanácsadójától, illetve a fuvarozó cégektől lehetett információhoz jutni. [2-5]

A 2004–2013 évekre beszerzett adatokat összesítve, veszélyes anyagfajták szerinti bontásban a TBJ II. [2.2.1-3. táblázat](#) adja meg. A rendelkezésre álló adatbázisból megállapítható, hogy 2004 és 2013 között a 6-os főút Pakstól délre eső szakaszán a különböző ADR-osztályokba sorolt veszélyes anyagok – klór, ammónia (ADR: 2,2 TC), szénhidrogéngáz-keverék (ADR: 2,2 F), PB-gáz (ADR: F) szállított mennyisége és aránya fokozatosan csökkent.

2.2.1-3. táblázat: Egyéb veszélyes anyagoknak a 6. sz. főút Paks közeli szakaszát érintő szállítási volumene 2004–2013 között

Év	A veszélyes anyag fajtája és tömege [t]					Összes [t]
	Klór	CH gáz-keverék	Ammónia	PB-gáz	Egyéb	
2004	411,5	851,5	254,2	676,3	245,9*	2 439,4
2005	462,5	829,6	281,2	458,1	–	2 031,4

Év	A veszélyes anyag fajtája és tömege [t]					Összes [t]
	Klór	CH gáz-keverék	Ammónia	PB-gáz	Egyéb	
2006	588,4	676,5	261,1	426,3	–	1 952,3
2007	665,1	526,3	259,0	145,5	135,0**	1 730,9
2008	716,1	471,5	234,4	120,0	112,5***	1 663,5
2009	642,8	409,0	211,0	108,1	94,2****	1 465,1
2010	284,5	128,3	57,0	37,6	–	507,4
2011	93,2	56,1	23,4	28,2	17,2****	218,1
2012	68,5	39,7	24,6	25,8	15,7****	174,3
2013	34,1	28,5	16,2	21,1	10,3****	110,2

Forrás: Magyar Közút Nonprofit Zrt. Közúti Információs Igazgatóság, 2014.

Megjegyzések:

* 128 tonna propán, 52,5 tonna izobután, 65,4 tonna bután.

** 70 tonna propán, 40 tonna izobután, 25 tonna bután.

*** 112,5 tonna salétromsav.

**** Izobután, propán, bután együtt.

A TBJ II. [2.2.1-4. táblázat](#) az egyes veszélyes áruajták arányának változásait mutatja az ADR osztályokba sorolt egyéb veszélyes áruk szállítási forgalmán belül. A táblázat adataiból látható, hogy a legnagyobb mértékben a klór aránya nőtt, majd maradt a legjelentősebb a vizsgált útszelvényt érintő veszélyes anyag szállítmányokon belül. Emellett 2007-ig enyhe növekedés, majd kisebb mértékű ingadozás tapasztalható az ammónia szállítmányok arányában. A szénhidrogéngáz-keverék aránya a kezdeti időszakban 35% körül, mozgott, majd kisebb mértékű csökkenés következett be. 2004 és 2008 között közel negyedére csökkent viszont a PB-gáz szállítások aránya, ami a 2011–2013-es években növekedett említésre méltó mértékben. [\[2-5\]](#)

2.2.1-4. táblázat: A különféle veszélyes anyagajták szállítási arányának változása a 6. sz. főút Paks közeli szakaszán 2004–2013 között

Év	A veszélyes anyag fajtája és aránya [%]					Összes [%]
	Klór	CH gáz-keverék	Ammónia	PB-gáz	Egyéb	
2004	16,9	34,9	10,4	27,7	10,1	100,0
2005	22,8	40,8	13,8	22,6	–	100,0
2006	30,1	34,7	13,4	21,8	–	100,0
2007	38,4	30,4	15,0	8,4	7,8	100,0
2008	43,0	28,3	14,1	7,2	6,8	100,0
2009	43,9	27,9	14,4	7,4	6,4	100,0
2010	56,1	25,3	11,2	7,4	–	100,0
2011	42,7	25,8	10,7	12,9	7,9	100,0
2012	39,3	22,8	14,1	14,8	9,0	100,0
2013	30,9	25,9	14,7	19,1	9,3	100,0

A veszélyes anyagok arányának meghatározásához a 6. sz. főút összes áruforgalmában, az egyes veszélyes anyagok szállított mennyiségei mellett szükség van a telephely környezetében haladó útszakasz teljes áruforgalmának adataira is. A 6. sz. főút összes áruforgalmára vonatkozóan nyilvántartott statisztikai adatok nem állnak rendelkezésre, ezért a paksi szakaszon szállított árumennyiség a 2004-2013 közötti átlagos napi tehergépkocsi forgalmi adatokból az egyes teherjármű kategóriák szállítóképességének (átlagosan 75%-os kihasználtság) figyelembevételével számítással került meghatározásra. A számításához az országos közúti keresztszeti forgalomszámlálásból a 6. főút paksi szelvényére vonatkozó

adatokat kerültek felhasználásra, melyek az alábbi tehergépkocsi kategóriák szerinti bontásban állnak rendelkezésre:

- Könnyű (kis)tehergépkocsi (3,5 tonnáig): szállítóképesség 0,95-1,6 tonna, átlagosan 1,3 tonna, 75%-os kihasználtsággal ≈ 1 tonna.
- Középnéhez tehergépkocsi (3,5-7,5 tonna): szállítóképesség 3,1-3,6 tonna, átlagosan 3,4 tonna, 75%-os kihasználtsággal $\approx 2,6$ tonna.
- Nehéz tehergépkocsi (7,5-12 tonna): szállítóképesség 5,9-7,2 tonna, átlagosan 6,6 tonna, 75%-os kihasználtsággal ≈ 5 tonna.
- Pótkocsi tehergépkocsi (nehéz tehergépkocsi + pótkocsi): a nehéz tehergépkocsi szállítóképessége + a pótkocsi kapacitása: $6 + 6$ tonna = 12 tonna, 75%-os kihasználtsággal $\approx 9,5$ tonna.
- Nyerges tehergépkocsi (18–30 tonna): szállítóképesség 9,7-30,2 tonna, átlagosan 20 tonna, 75%-os kihasználtsággal ≈ 15 tonna.
- Speciális tehergépkocsi (30 tonna felett): a szállítóképességet ≈ 40 tonna becsült átlagos értékkel vesszük figyelembe.

A járműforgalmi adatokból képzett számított éves áruforgalmat a TBJ II. [2.2.1-5. táblázat](#) tartalmazza. A 6. sz. főúton az atomerőmű szelvényében a vizsgált 2004–2013 közötti teherjármű forgalom adatai alapján évente összesen átlagosan 3,386 millió tonna áru szállítására került sor. A kőolaj és gázipari termékek, valamint az ADR osztályokba sorolt egyéb veszélyes áruk mennyiségének összesítése alapján a veszélyes anyagok mennyisége, illetve aránya a 6-os főút teljes áruforgalmában a TBJ II. [2.2.1-6. táblázat](#)ban látható. A 2004 és 2013 közötti áruszállítási adatok alapján a 6. sz. főút paksi szelvényében évente átlagosan szállított 3,386 millió tonna áruból átlagosan összesen 12 729,3 tonna a veszélyes anyag (melynek döntő része – a konzervatív becslés alapján – gépjármű üzemanyag). A veszélyes anyagok aránya a teljes áruforgalomban – az egyes évek szállítási arányainak átlagaként számítva – 0,42%. Az egyes veszélyes anyagfélésegek arányát a 6. sz. főút veszélyes áruforgalmán belül, valamint az összes áruforgalmán belül a TBJ II. [2.2.1-7. táblázat](#) mutatja. [\[2-5\]](#)

2.2.1-5. táblázat: A 6. sz. főközlekedési út éves áruforgalma a telephely szelvényében, 2004–2013

Év	Tehergépkocsi forgalom [jármű/nap]						Áruforgalom [tonna/év]
	Könnyű (kis)tgk. (1 tonna)	Középnéhez tgk. (2,6 tonna)	Nehéz tgk. (5 tonna)	Pótkocsi tgk. (9,5 tonna)	Nyerges tgk. (15 tonna)	Speciális tgk. (40 tonna)	
2004	2 920	334	200	191	318	2	4 180 309
2005	1 967	220	428	158	391	2	4 425 625
2006	2 026	221	431	171	423	2	4 673 862
2007	2 087	228	444	178	440	2	4 843 842
2008	2 012	220	428	172	424	2	4 671 270
2009	1 948	235	458	184	454	2	4 922 755
2010	976	331	147	93	71	1	1 664 437
2011	959	298	132	83	64	0	1 511 940
2012	852	271	120	76	58	0	1 368 239
2013	896	320	142	90	69	1	1 594 320
Átlag:							3 385 660

2.2.1-6. táblázat: A 6. sz. főközlekedési út éves áruforgalma a telephely szelvényében, 2004–2013

Anyagfajta	Összes szállított veszélyes anyag tömege [t]										
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Átlag
Gépjármű üzemanyag (benzin/gázolaj)*	15 000,0	15 000,0	15 000,0	15 000,0	15 000,0	8 000,0	8 000,0	8 000,0	8 000,0	8 000,0	11 500,0
Szénhidrogéngáz-keverék	851,5	829,6	676,5	526,3	471,5	409,0	128,3	56,1	39,7	28,5	401,7
Klór	411,5	462,5	588,4	665,1	716,1	642,8	284,5	93,2	68,5	34,1	396,7
PB-gáz	676,3	458,1	426,3	145,5	120,0	108,1	37,6	28,2	25,8	21,1	204,7
Ammónia	254,2	281,2	261,1	259,0	243,4	211,0	57,0	23,4	24,6	16,2	163,1
Salétromsav	–	–	–	–	112,5	–	–	–	–	–	11,3
Izobután	52,5	–	–	40,0	–	94,2**	–	17,2**	15,7**	10,3**	51,8
Propán	128,0	–	–	70,0	–						
Bután	65,4	–	–	25,0	–						
Összesen	17 439,4	17 031,4	16 952,3	16 730,9	16 663,5	9 465,1	8 507,4	8 218,1	8 174,3	8 110,2	12 729,3
Összes veszélyes anyag aránya a 6 sz. főút összes szállításban	0,00417	0,00385	0,00363	0,00345	0,00357	0,00192	0,00511	0,00544	0,00597	0,00509	0,00422

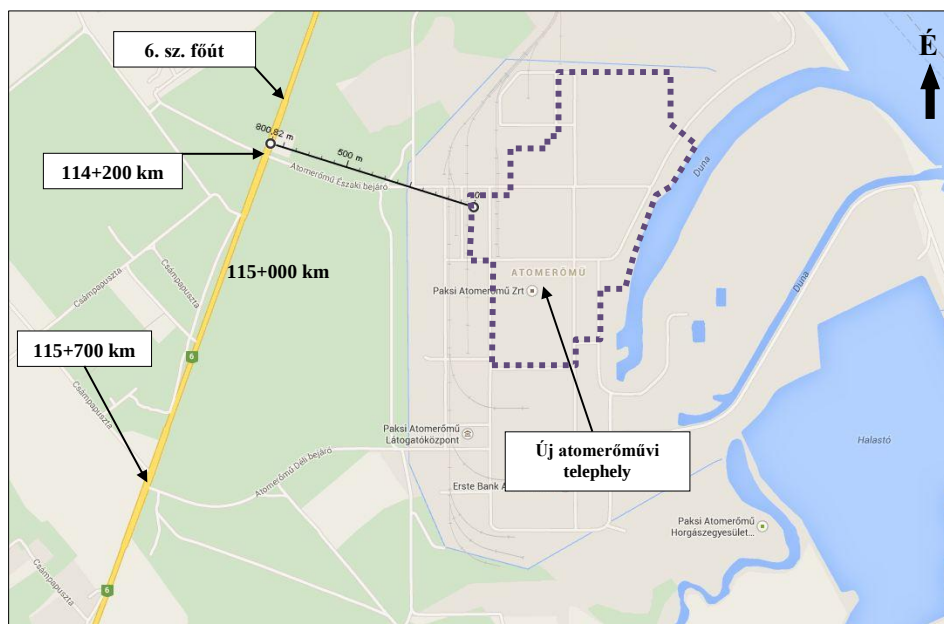
* A 6. sz. főút Dunaföldvár és Tolna közötti szakaszán található 11 üzemanyag töltőállomás ellátására szolgáló szállítások volumenéből konzervatív módon becsült mennyiség.

** Izobután, propán, bután együtt.

2.2.1-7. táblázat: Veszélyes anyagféleségek aránya a 6. sz. főút áruforgalmában a telephely szelvényében (2004–2013 évek átlaga)

Anyagfajta	Átlagos éves forgalom [t]	Arány a veszélyes áruforgalomban (átl. 12 729,3 tonna)		Arány az összes áruforgalomban (átl. 3 385 660 tonna)	
Gépjármű üzemanyag (benzin/gázolaj)	11 500,0	0,903430	90,343%	0,003397	0,340%
Szénhidrogéngáz-keverék	401,7	0,031557	3,156%	0,000119	0,012%
Klór	396,7	0,031162	3,116%	0,000117	0,012%
PB-gáz	204,7	0,016081	1,608%	0,000061	0,006%
Ammónia	163,1	0,012814	1,281%	0,000048	0,005%
Salétromsav	11,3	0,000884	0,088%	0,000003	0,001%
Izobután, propán, bután együtt	51,8	0,004072	0,407%	0,000015	0,002%

Az új blokkok telephelyének legközelebbi pontja mintegy 800 m távolságra található a 6. számú főközlekedési útnak a Dunaföldvár–Paks–Szekszárd közötti szakaszától, amelyen a telephely biztonsága szempontjából domináns közúti teherforgalom zajlik. A 6. sz. főúton Budapest felől közelítve Paks város után két bekötőúti leágazás található. Az PAE 1-4 blokk északi (teher) bejárata a 6. sz. főút 114+200 km szelvényében, déli (személy) bejárata a 115+700 km szelvényben kialakított szintbeli csomópontokon keresztül közelíthető meg. A 6. sz. főút és a paksi 5-6. blokk telephelyének elhelyezkedését a TBJ II. [2.2.1-1. ábra](#) mutatja. A vizsgált útszakasz 2x1 forgalmi sávossal kialakítású, aszfalt burkolatú, a padka szélessége 0 és 2,5 m között változik, veszélyes kissugarú ívek nincsenek. A nagy forgalmú csomópontokon – így mindkét bejáratnál – a forgalom biztonsága érdekében balra kanyarodó sáv van felfestve.

**2.2.1-1. ábra: A 6. sz. főút és a telephely elhelyezkedése**

Az 1991–2008 közötti időszakra vonatkozó járműforgalmi adatbázist kiegészítve a Vegyi- és Robbanóanyagipari Felügyelet (VRF) 1990. májusi jelentésében szereplő 1990 előtti, valamint a 2009 és 2013. évi adatokkal, az 1985 és 2013 közötti időszakra állnak rendelkezésre a 6. számú főút járműforgalmi adatai. A 6. sz. főút paksi szakaszára vonatkozó járműforgalmi adatokat a TBJ II. [2.2.1-8. táblázat](#) tartalmazza. [\[2-5\]](#)

2.2.1-8. táblázat: A 6. sz. főút járműforgalmi adatai a paksi telephely szelvényében

Év	Forgalomszámláló hely határszelvénye [km]	Összes forgalom [jm/nap]	Összes tehergépkocsi forgalom [jm/nap]
1985	107+900	4 345	1 252
1986	107+900	4 840	1 320
1987	107+900	5 344	1 389
1988	107+900	5 847	1 466
1989	107+900	6 353	1 538
1990	107+900	6 469*	1 568*
1991	111+560 – 116+000	6 678*	1 599*
1992	111+560 – 116+000	6 102	1 107
1993	111+560 – 116+000	7 032*	1 320*
1994	111+560 – 116+000	7 226*	1 676*
1995	111+560 – 116+000	8 228	1 983
1996	111+560 – 116+000	7 982	1 873
1997	111+560 – 116+000	8 402	1 779
1998	111+560 – 116+000	8 609	1 837
1999	111+560 – 116+000	8 607	1 837
2000	111+560 – 116+000	9 923	1 168
2001	113+000	10 389	2 503
2002	113+000	10 505	2 949
2003	113+000	10 974	2 987
2004	113+000	11 059	3 965
2005	113+000	10 391	3 166
2006	113+000	10 715	3 274
2007	111+560 – 116+000	10 972	3 379
2008	111+560 – 116+000	10 698	3 258
2009	111+560 – 116+025	10 408	3 281
2010	111+560 – 116+025	7 972	1 619
2011	111+560 – 116+025	7 743	1 536
2012	111+560 – 116+025	6 945	1 377
2013	111+560 – 116+025	7 374	1 518

* Becsült érték a paksi telephely km-szelvényére.

A járműforgalmi adatokból látható, hogy a 1985–2009 közötti időszakban a 6. sz. főút összes járműforgalma mintegy 2,4-szeresére növekedett a vizsgált telephely szelvényében, a 6. sz. főút így ebben az időszakban igen jelentős forgalmat bonyolított a régió közlekedésében. A 2010-től kezdődő időszakban az összes járműforgalom közel 30%-os, a teherforgalom közel 50%-os csökkenése tapasztalható, amely az M6-os autópálya megnyitásával, és a teherforgalomnak az autópályára való áttérésével magyarázható.

2.2.1.1.2. AZ M6-OS AUTÓPÁLYA PAKSHOZ KÖZELI SZELVÉNYÉNEK VESZÉLYESÁRU-FORGALMA

A Tolna megye közútjain szállított veszélyes anyagok döntő hányada a Tolna és Baranya megye keleti felében működő üzemanyagtöltő állomások ellátását szolgáló motorbenzin-, gázolaj- és PB-gáz szállítmányok alkotják, amelyek nagy része tranzitszállítások formájában érinti az M6-os autópályának a telephelyhez legközelebb fekvő (112-114 km közötti) szakaszát. Ugyancsak az M6-os autópályán bonyolódik 2010 óta az egyéb veszélyes anyagok (klór, ammónia, egyéb szénhidrogének stb.) szállítása is mind észak-déli (Dunaföldváról,

Baracsról és Andráspusztáról Szekszárdra, Tolnára és Bonyhádra irányuló) szállítmányok, mind a délről észak felé történő, azaz Bonyhád és Szekszárd felől érkező, és Tolna megyét az autópályán északi irányban elhagyó tranzit-szállítmányok is.

Szintén az M6-os autópálya használatával kerül sor a Bonyhádról Paksra, továbbá a Paksról Szekszárdra történő veszélyesanyag-szállításokra. E relációkban elsősorban klór, PB-gáz, valamint szénhidrogén keverékek szállítása folyik. E szállítmányok mennyisége az M6-os autópályának a telephelyhez legközelebb fekvő szelvényében (113,053 km) 2010 márciusa óta folyamatosan emelkedik, bár az emelkedés évi értéke csökkenő tendenciát mutat az említett veszélyes anyagok dél-dunántúli felhasználásának az utóbbi években tapasztalható stagnálása, illetve enyhe visszaesése miatt. A vizsgált autópálya szakaszra vonatkozó veszélyesanyag-szállítások adatai alapján összeállított adatbázisból megállapítható, hogy 2010 és 2013 között az M6-os autópálya vizsgált szakaszán folyamatosan nőtt a különböző ADR-osztályokba sorolt veszélyes anyagok – klór, ammónia (ADR: 2,2 TC), szénhidrogéngáz-keverék (ADR: 2.2 F), PB gáz (ADR: F) – szállított mennyisége (TBJ II. [2.2.1-9. táblázat](#)). [\[2-5\]](#)

2.2.1-9. táblázat: Egyéb veszélyes anyagoknak az M6-os autópálya Paks közeli szakaszát érintő szállításai 2010–2013 között

Év	A veszélyes anyag fajtája és tömege [t]					Összesen [t]
	Klór	Szénhidrogéngáz-keverék	Ammónia	PB-gáz	Egyéb*	
2010**	118,8	77,2	24,4	18,3	–	238,7
2011	270,9	133,6	56,3	24,0	86,2	571,0
2012	286,5	138,8	53,0	26,1	79,7	584,1
2013	301,9	154,1	64,5	37,8	88,3	646,6

Forrás: Magyar Közút Nonprofit Zrt. Közúti Információs Igazgatóság, 2014.

Megjegyzések:

* Izobután, propán, bután együtt.

** Április 1. – december 31. közötti időszak.

Az M6-os autópálya vizsgált szakaszán átszállított veszélyes anyagoknak a mennyisége azonban az ország iparvidékein rendszeresen szállítottak súlyához képest nem számottevő. Ez a sajátosság megfelelő módon kimutatható, ha példaként a 2013. évi szállított mennyiségek egy munkanapra jutó volumeneit nézzük. 2013-ban a hivatalos munkanap-statisztika szerint 251 munkanap volt. Amennyiben ennyi napot veszünk figyelembe, amikor a vizsgált autópálya-szakaszon a fenti táblázatban szereplő veszélyes anyagok valamelyikének szállítására került sor, akkor azt az eredményt kapjuk, hogy egy munkanapra átlagosan az alábbiakban felsorolt mennyiségek szállítása jut, ami érinti az M6-os autópályának a telephelyhez legközelebb fekvő szelvényét:

- klórból 1,21 tonna,
- szénhidrogéngáz-keverékből csak 0,61 tonna,
- ammóniából csupán 0,26 tonna,
- PB-gázból mindössze 0,15 tonna,
- egyéb veszélyes anyagból pedig alig 0,35 tonna.

A TBJ II. [2.2.1-10. táblázat](#) az egyes veszélyes áru fajták arányának változásait mutatja az ADR osztályokba sorolt egyéb veszélyes áruk szállítási forgalmán belül. Az egyes anyagfajták arányai a vizsgált időszakban kiegyenlítettnek mondhatók, az anyagféleségek

résarányai csak kisebb ingadozásokat mutatnak. A táblázat adataiból látható, hogy az M6-os autópálya egyéb, ADR osztályokba tartozó veszélyesáru-forgalmában a klór képviseli a legmagasabb arányt (kb. 47–50%), melyet a szénhidrogéngáz-keverék (24–32%), az egyéb /izobután, propán, bután együtt/ (max. 15%), az ammónia (kb. 10%), illetve a PB-gáz (4–8%) követ. [2-5]

2.2.1-10. táblázat: A különféle veszélyes anyagfajták szállítási arányának változása az M6-os autópálya Paks közeli szakaszán 2010–2013 között

Év	A veszélyes anyag fajtája és aránya [%]					Összesen [%]
	Klór	Szénhidrogéngáz-keverék	Ammónia	PB-gáz	Egyéb	
2010*	49,8	32,3	10,2	7,7	–	100,0
2011	47,4	23,4	9,9	4,2	15,1	100,0
2012	49,0	23,8	9,1	4,5	13,6	100,0
2013	46,7	23,8	10,0	5,8	13,7	100,0

* Április 1. – december 31. közötti időszak.

A veszélyes anyagok arányának meghatározásához az M6-os autópálya összes áruforgalmában, az egyes veszélyes anyagok szállított mennyiségei mellett szükség van a telephely környezetében haladó útszakasz teljes áruforgalmának adataira is. Az M6-os autópálya összes áruforgalmára vonatkozóan nyilvántartott statisztikai adatok nem állnak rendelkezésre, ezért – hasonlóan a 6. sz. főút esetében alkalmazott módszerhez – a paksi szakaszon szállított árumennyiség a 2010–2013 közötti átlagos napi tehergépkocsi forgalmi adatokból az egyes teherjármű kategóriák szállítóképességének (átlagosan 75%-os kihasználtság) figyelembevételével számítással került meghatározásra. A számításhoz az országos közúti keresztszeti forgalomszámlálásból az M6-os autópálya paksi szelvényére vonatkozó adatokat kerültek felhasználásra. A teherjárművek esetében figyelembe vett szállítóképességek megegyeznek a 6. sz. főútnál leírtakkal. A járműforgalmi adatokból képzett számított éves áruforgalmat a TBJ II. [2.2.1-11. táblázat](#) tartalmazza. [2-5]

2.2.1-11. táblázat: Az M6 autópálya éves áruforgalma a telephely szelvényében, 2010-2013

Év	Tehergépkocsi forgalom [jármű/nap]						Áruforgalom [tonna/év]
	Könnyű (kis)tgk. (1 tonna)	Középnéz tgk. (2,6 tonna)	Nehéz tgk. (5 tonna)	Pótkocsi tgk. (9,5 tonna)	Nyerges tgk. (15 tonna)	Speciális tgk. (40 tonna)	
2010	1 315	160	200	180	556	2	4 694 265
2011	1 244	162	180	161	545	2	4 507 641
2012	1 148	155	169	147	561	2	4 484 938
2013	1 230	162	156	104	505	1	4 027 483
Átlag:							4 428 582

Az M6-os autópályán a telephely szelvényében a vizsgált 2010–2013 közötti teherjármű forgalom adatai alapján évente összesen átlagosan 4,428 millió tonna áru szállítására kerül sor.

A 2010 és 2013 közötti áruszállítási adatok alapján az M6-os autópálya paksi szelvényében évente átlagosan szállított 4,428 millió tonna áruból átlagosan összesen 44 056,1 tonna a

veszélyes anyag (melynek döntő része – a konzervatív becslés alapján – gépjármű üzemanyag). A veszélyes anyagok aránya a teljes áruforgalomban – az egyes évek szállítási arányainak átlagaként számítva – 1%.

A veszélyes anyagok mennyisége, illetve aránya az M6-os autópálya teljes áruforgalmában a TBJ II. [2.2.1-12. táblázat](#)ban látható, míg az egyes veszélyes anyagféleségek arányát az M6-os autópálya veszélyesáru-forgalmán belül, valamint az összes áruforgalmán belül a TBJ II. [2.2.1-13. táblázat](#) mutatja. [\[2-5\]](#)

2.2.1-12. táblázat: Veszélyes anyagok szállított mennyisége az M6-os autópályán a telephely szelvényében, 2010–2013

Anyagfajta	Összes szállított veszélyes anyag tömege [t]				
	2010	2011	2012	2013	Átlag
Gépjármű üzemanyag (benzin/gázolaj)*	37 440,0	37 440,0	37 440,0	37 440,0	37 440,0
Autógáz (LPG)*	1 560,0	1 560,0	1 560,0	1 560,0	1 560,0
Acetiléngáz**	117,0	117,0	117,0	117,0	117,0
PB-gáz					
– Primagáz Hungária Zrt.**	3 389,0	3 389,0	3 389,0	3 389,0	3 389,0
– Flaga Gáz Kft.**	1 040,0	1 040,0	1 040,0	1 040,0	1 040,0
– Egyéb	18,3	24,0	26,1	37,8	26,6
Összesen	4 447,3	4 453,0	4 455,1	4 466,8	4 455,6
Klór	118,8	270,9	286,5	301,9	244,5
Szénhidrogéngáz-keverék	77,2	133,6	138,8	154,1	125,9
Ammónia	24,4	56,3	53,0	64,5	49,6
Egyéb (izobután, propán, bután együtt)	–	86,2	79,7	88,3	63,6
Összesen	43 784,7	44 117,0	44 130,1	44 192,6	44 056,1
Összes veszélyes anyag aránya az M6-os autópálya összes szállításban	0,00933	0,00979	0,00984	0,01097	0,00998

* A Pakstól délre lévő 18 üzemanyag-töltő állomás ellátására szolgáló, az M6-os autópályán észak felől történő szállítások volumenéből konzervatív módon becsült mennyiség. Az üzemanyag-töltő állomások ellátását végző cégek által közölt egyes adatok arra utaltak, hogy esetenként egyes töltőállomásokon 8000 liter üzemanyag lefejtésére is sor kerülhet. Az éves szállított mennyiséget ezért konzervatív módon ennek a magasabb értéknek a felhasználásával képeztük: $8000 \times 260 \times 18 = 37,44$ millió liter.

** A szállítási jellemzők alapján becsült mennyiségek.

2.2.1-13. táblázat: Veszélyes anyagféleségek aránya az M6-os autópálya áruforgalmában a telephely szelvényében (2010–2013 évek átlaga)

Anyagfajta	Átlagos éves forgalom [t]	Arány a veszélyesáru-forgalomban (átl. 44 056,1 tonna)		Arány az összes áruforgalomban (átl. 4 428 582 tonna)	
Gépjármű üzemanyag (benzin/gázolaj)	37 440,0	0,849826	84,983%	0,008454	0,845%
Autógáz (LPG)	1 560,0	0,035409	3,541%	0,000352	0,035%
Acetiléngáz	117,0	0,002656	0,266%	0,000026	0,003%
PB-gáz	4 455,6	0,101135	10,113%	0,001006	0,101%
Klór	244,5	0,005550	0,555%	0,000055	0,006%
Szénhidrogéngáz-keverék	125,9	0,002858	0,286%	0,000028	0,003%
Ammónia	49,6	0,001126	0,113%	0,000011	0,001%
Egyéb (izobután, propán, bután együtt)	63,6	0,001444	0,144%	0,000014	0,001%

Az M6-os autópálya Paksot is érintő Dunaújváros–Pécs közötti szakasza 2010. március 31-én került átadásra. Az autópálya nyomvonala a telephelytől nyugati irányban, mintegy 2,6–3 km távolságra – a 6. sz. főúttal párhuzamosan – húzódik (TBJ II. [2.2.1-2. ábra](#)). Az autópályáról a telephely a Paks-dél csomóponton (113 km szelvény), valamint a 6232 jelű úton keresztül a 6. sz. főútra visszatérve érhető el. Az autópálya Paks közeli szakaszán az alábbi csomópontok, illetve pihenőhelyek találhatók [\[2-5\]](#):

- 106 km szelvény:Németkér, Paks, Cece csomópont.
- 108 km szelvény:Paksi pihenőhely (üzemanyagtöltő állomás).
- 113 km szelvény:Paks-dél csomópont.
- 120 km szelvény:Szentgyörgyi pihenőhely.
- 123 km szelvény:Fadd, Tengelice, Dunaszentgyörgy csomópont.

A telephely legközelebbi pontja mintegy 2600 m távolságra található az M6-os autópályának a Dunaföldvár–Paks–Tolna–Szekszárd közötti szakaszától, amelyen a biztonság szempontjából domináns közúti teherforgalom zajlik.

A vizsgált útszakasz a telephely környezetében irányonként két forgalmi sáv és leállósáv kialakítású (osztott pálya, a két forgalmi irány között fizikai elválasztás). Az úttest aszfalt burkolatú, szintbeli csomópontok, veszélyes kissugarú ívek nincsenek, a fel- és lehajtásra külön sávok szolgálnak, az autópálya területe a környező területektől kerítéssel elválasztott.

Az országos forgalomszámlálási adatok alapján, az országos közutak keresztmetszeti forgalmát bemutató szakkiadványok felhasználásával összeállításra került az M6-os autópálya Pakshoz legközelebbi szelvényének 2010 és 2013 közötti járműforgalmi adatbázisa, jármű/nap mértékegységben az alábbi bontásban [\[2-5\]](#):

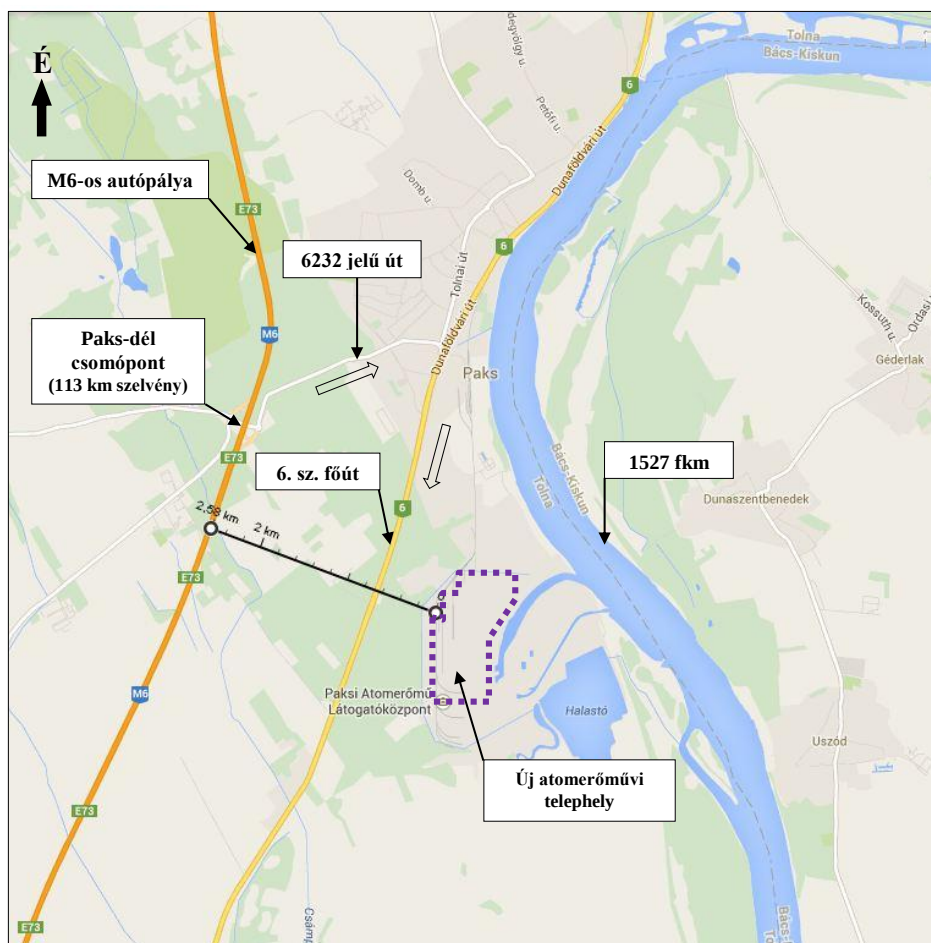
- személygépkocsi forgalom,
- tehergépjármű forgalom (könnyű tehergépkocsi, nehéz tehergépkocsi, szerelvény tehergépkocsi),
- autóbusz forgalom,
- motorkerékpár forgalom.

Az M6-os autópálya paksi szakaszára vonatkozó járműforgalmi adatokat a TBJ II. [2.2.1-14. táblázat](#) tartalmazza.

2.2.1-14. táblázat: Az M6-os autópálya járműforgalmi adatai a paksi telephely szelvényében

Év	Forgalomszámláló hely határszelvénye [km]	Összes forgalom [jm/nap]	Összes tehergépkocsi forgalom [jm/nap]
2010	113,053 – 123,030	7 504	2 413
2011	113,053 – 123,030	7 233	2 294
2012	113,053 – 123,030	6 716	2 182
2013	113,053 – 123,030	6 835	2 158

Összehasonlítva az M6-os autópálya megfigyelt szakaszán a gépjárműforgalom 2010 és 2013 közötti alakulását, az összes forgalom 9%-os, a teherforgalom közel 11%-os visszaesése tapasztalható. A járműforgalom csökkenésének elsődleges oka az autópályadíjak emelkedése, ami a 6. számú főútnak az M6-os autópályával párhuzamosan vezető szakaszára sok gépjárművet terelt vissza, mind személy-, mind teher- és kisteher-gépkocsiból. Másrészt az M6-os autópályát közel sem veszi olyan mértékben igénybe a nemzetközi tranzitforgalom, mint például az M7-es vagy az M5-ös autópályákat.



2.2.1-2. ábra: Az M6-os autópálya és a telephely elhelyezkedése

2.2.1.1.3. A 6. SZÁMÚ FŐÚT BALESETI ADATAI

A telephely közúti szállításból eredő veszélyeztetettségére vonatkozóan összeállításra került a környezetében található közutak – köztük a 6. sz. főút – baleseti adatbázisa. A 6. számú főút baleseti jellemzőinek meghatározása során - mind a baleseti statisztika kiértékelhetősége, mind a veszélyes anyagok terjedési tulajdonságai szempontjából optimálisnak tekinthető - 20 km hosszúságú útszakasz (a 115-ös km szelvénye ± 10 km) jelentette a vizsgálati szakaszt. A baleseti nyilvántartásban rögzített statisztikai adatok azonban ettől eltérő útszakaszokra állnak rendelkezésre, ezért feltételezve, hogy a megadott (a vizsgált km szelvényét tartalmazó) útszakaszokon a balesetek megoszlása egyenletes (a 115-10 km útszakasz nem tartalmaz az átlagnál magasabb baleseti gyakoriságú gócpontokat), a balesetszámok átszámításra kerültek a vizsgált 20 km-es szakaszra vonatkozóan. A 6. sz. főút vizsgált szakaszának az elemzés során figyelembe vett baleseti adatait a TBJ II. [2.2.1-15. táblázat](#) tartalmazza. [2-5]

A baleseti adatok alapján megállapítható, hogy a járműforgalom 2007-ig tartó jelentős mértékű növekedésével párhuzamosan a balesetek száma nem emelkedett azzal arányosan, a kisebb ingadozásoktól eltekintve a balesetek száma mind az összes forgalomra, mind a tehergépkocsi forgalomra vonatkozóan közel állandónak mondható, ami a baleseti kockázat csökkenését jelenti. A 2010 évvel kezdődő időszakban a közúti gépjárműforgalom jelentős részének áttérődése az M6-os autópálya Tolna megyei szakaszára nagymértékben csökkentette a közlekedési balesetek kockázatát és a balesetszám 2009 és 2013 közötti látványos visszaesésében is megmutatkozott. Megjegyzendő végül, hogy 2009 és 2013 között

a 6. sz. főút vizsgált szelvényében tehergépjárművek okozta, illetve részvételükkel bekövetkezett közlekedési balesetek során veszélyes anyag nem került a környezetbe.

2.2.1-15. táblázat: Baleseti adatok a 6. sz. főút 115±10 km-es szakaszán

Év	Összes baleset száma	Tehergépkocsi balesetek száma
1985	22	6
1986	11	2
1987	14	6
1988	22	5
1989	20	10
1990*		
1991	26	9
1992	25	9
1993	23	7
1994	20	7
1995	23	6
1996	15	3
1997	19	8
1998	18	7
1999	12	6
2000	17	7
2001	15	5
2002	21	6
2003	20	5
2004	19	7
2005	16	6
2006	17	6
2007	17	5
2008	13	4
2009	16	9
2010	9	2
2011	11	4
2012	5	2
2013	8	6

* Nincs adat.

2.2.1.1.4. AZ M6-OS AUTÓPÁLYA BALESETI ADATAI

Az M6-os autópálya Tolna megyei szakaszának üzembe helyezése 2010 tavaszán jelentősen javította az ott közlekedők biztonságát, és nagymértékben csökkentette a közlekedési balesetek kockázatát, amit a 2010 és 2013 közötti alacsony balesetszám is bizonyít. 2010 és 2013 között az autópálya telephelyhez legközelebbi, 90–120 km szelvény közötti 30 km-es szakaszán összesen 9 közúti baleset történt, amelyből mindössze 2 kapcsolódott tehergépkocsihoz is. A többi kizárólag személygépkocsikat érintett. A 9-ből 7 baleset még 2010-ben, az autópálya szakasz forgalomba helyezésének évében következett be. [2-5]

Megjegyzendő, hogy 2010 és 2013 között az M6-os autópálya vizsgált szakaszán bekövetkezett közlekedési baleseteknek veszélyes anyagot szállító tehergépjármű nem volt sem okozója, sem részese.

Az M6-os autópálya baleseti jellemzőinek meghatározása során – hasonlóan a 6. sz. főút vizsgálatához – 20 km hosszúságú útszakasz (a 115-ös km szelvénye ± 10 km) jelentette a vizsgálati részt. A baleseti nyilvántartásban rögzített statisztikai adatok azonban ettől eltérő útszakaszokra állnak rendelkezésre, ezért feltételezve, hogy a megadott (a vizsgálati km szelvényt tartalmazó 90–120 km szelvény közötti) útszakaszokon a balesetek megoszlása egyenletes (a 115 ± 10 km útszakasz nem tartalmaz az átlagosnál magasabb baleseti gyakoriságú gócpontokat), a balesetszámok átszámításra kerültek a vizsgált 20 km-es szakaszra vonatkozóan. Az M6-os autópálya vizsgált szakaszának baleseti adatait a TBJ II. [2.2.1-16. táblázat](#) tartalmazza. [2-5]

2.2.1-16. táblázat: Baleseti adatok az M6-os autópálya 115 ± 10 km-es szakaszán

Év	Összes baleset száma	Tehergépkocsi balesetek száma
2010	5	1
2011	1	0
2012	0	0
2013	1	0

2.2.1.1.5. A VESZÉLYES ANYAGOK SZÁLLÍTÁSI BALESETEINEK HATÁSELEMZÉSEI

A TBJ II. [2.1.1. fejezet](#) elején ismertetett terjedési modellszámításokhoz az alkalmazott meteorológiai jellemzőket a TBJ II. [2.2.1-17. táblázat](#) foglalja össze. Az aeroszolok és/vagy égéstermékek terjedésére hatással van az ún. felületi érdesség. Jelen elemzésben a modell az erdős, bokros, ritkán beépített területet jellemző érdességi paramétert használja.

2.2.1-17. táblázat: A terjedési modellszámítások során alkalmazott meteorológiai jellemzők

Meteorológiai jellemző	Nyár	Tél
Átlaghőmérséklet (C°)	17,5	3,9
Relatív páratartalom	0,69	0,76
Felszíni hőmérséklet (°C)	19,75	3,75
Szélesebesség (m/s)	min. 1, max. 9	min. 1, max. 10
Pasquil-stabilitás	A, D	B/C

A 6. sz. főút forgalmi adatainak feldolgozása nem minden esetben szolgáltatott információt arra nézve, hogy mekkora egység rakományt kell a hatáselemzésben feltételezni. A benzinszállításra vonatkozóan a 6. sz. főút forgalmi adatai azt mutatták, hogy a maximális szállítási egység 30 000 liter. Autógáz esetén az üzemanyagtöltő állomások gáztartályaiba szállítási alkalmanként 1 000–1 300 kg autógázt töltenek, abban az esetben mikor a 6. sz. főútról történik a paksi állomások kiszolgálása. Az M6-os forgalmi adatai szerint a tartályos PB-gáz szállítása 10 tonnás egységekben történik. Gyártói, forgalmazói személyes közlések alapján, illetve azok kiterjesztésével történt a szokásos szállítási csomagolási egység meghatározása a többi anyagra. A benzin szállításához 30 m³-es tankautót, a sósav esetében

pedig 0,8 m³ szállítási egységet feltételezett az elemzés. A hatáselemzésekben figyelembe vett egységrakomány mennyiségeket a TBJ II. [2.2.1-18. táblázat](#) foglalja össze. [\[2-5\]](#)

A veszélyes ipari üzemek elemzésében (TBJ II [2.1 fejezete](#)) alkalmazott megközelítést alapul véve a repeszhatásra az a megállapítás tehető, hogy nyomás alatti berendezések meghibásodásából keletkező repülő tárgyak hatótávolsága 100 m nagyságrendbe esik. Közúti szállítási események esetében a távolsági elv alapján ilyen forgatókönyv kizárható, azaz repesz okozta bárminemű hatást a telephely veszélyeztető tényezői között nem kell figyelembe venni.

Az egyéb vizsgálandó hatások (robbanás okozta tűz, rezgés, repülő tárgyak, robbanóképes, toxikus, korrozív gázfelhők) tekintetében az alábbi megfontolások tehetők. A korrozív gázfelhő által kiváltott hatás lassú folyamat, ahol csökkentő tényezőként mindenképpen figyelembe kell venni a hígulást is. Jelen esetben ilyen korrozív gáz képződése nem feltételezett. Egy felszínen kialakuló robbanás következtében nem adódik át akkora energia a talajnak, hogy néhány méteren túl figyelembe veendő rezgést keltsen. A felszíni robbanásban felszabaduló energia elsősorban robbanási lökéshullámban jelentkezik, amely jóval rombolóbb következménnyel jár. A fentiek alapján a talajban terjedő rezgéshullámok hatásának elemzése nem indokolt.

Az elemzésben alkalmazott konzervatív megközelítés (azaz a figyelembe vett anyagok, az egyidejűség) mellett sem adódott olyan veszélyeztető tényező, amelyet az új blokkok tervezési alapjában figyelembe kellene venni a klórtartály 6. sz. főúton történő kikerülésén kívül. Erre tekintettel részletes bizonytalanság elemzés elvégzése sem indokolt.

A telephelyre veszélyt jelenthető veszélyes anyagokra vonatkozóan – függetlenül a veszélyforrástól – a modellszámítások anyagfajtánként külön-külön kerültek elvégzésre, de az azonos hatást okozóknál a legnagyobb mennyiséget kellett figyelembe venni. A modellszámítások során az alábbi adatok kerültek felhasználásra [\[2-5\]](#):

- a maximálisan figyelembe vett anyagmennyiség (pl. a rakomány tömege),
- a veszélyes anyagok fizikai-kémiai tulajdonságai,
- kiömlési keresztmetszet,
- meteorológiai jellemzők (hőmérséklet, szélesebség, légköri stabilitási kategória stb.),
- terepviszonyok (domborzat, beépítettség, épületek, műtárgyak méretei, anyaga stb.).

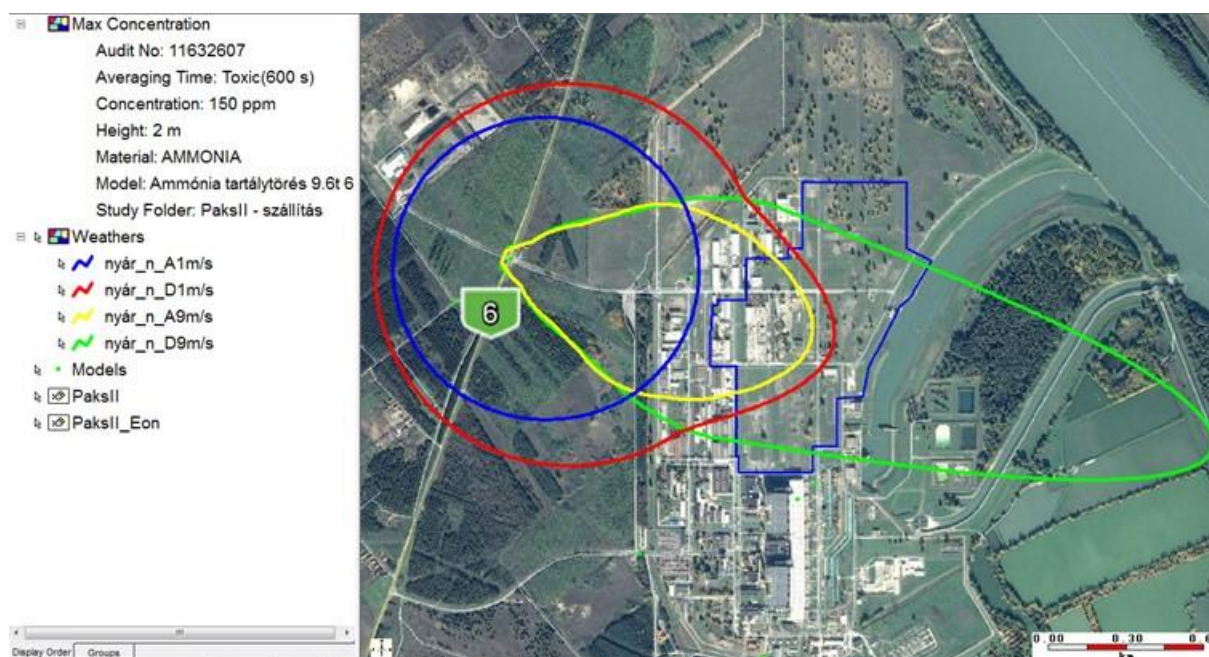
Alapvetően a klór, az ammónia és a benzin kikerülés következményeire lehet indokolt következményelemzés, de egyedi megfontolás alapján az elemzések kiterjedtek a tartályos szállítású PB-re, a szénhidrogén gázkeverékre (az ismeretlen összetételt a metán konzervatív feltételezésével helyettesítve) és a sósavra (a gyűjtött adatok nem támasztják alá, de korábban előfordult).

2.2.1-18. táblázat: A terjedési modellszámítások során figyelembe vett egységrakomány méretek

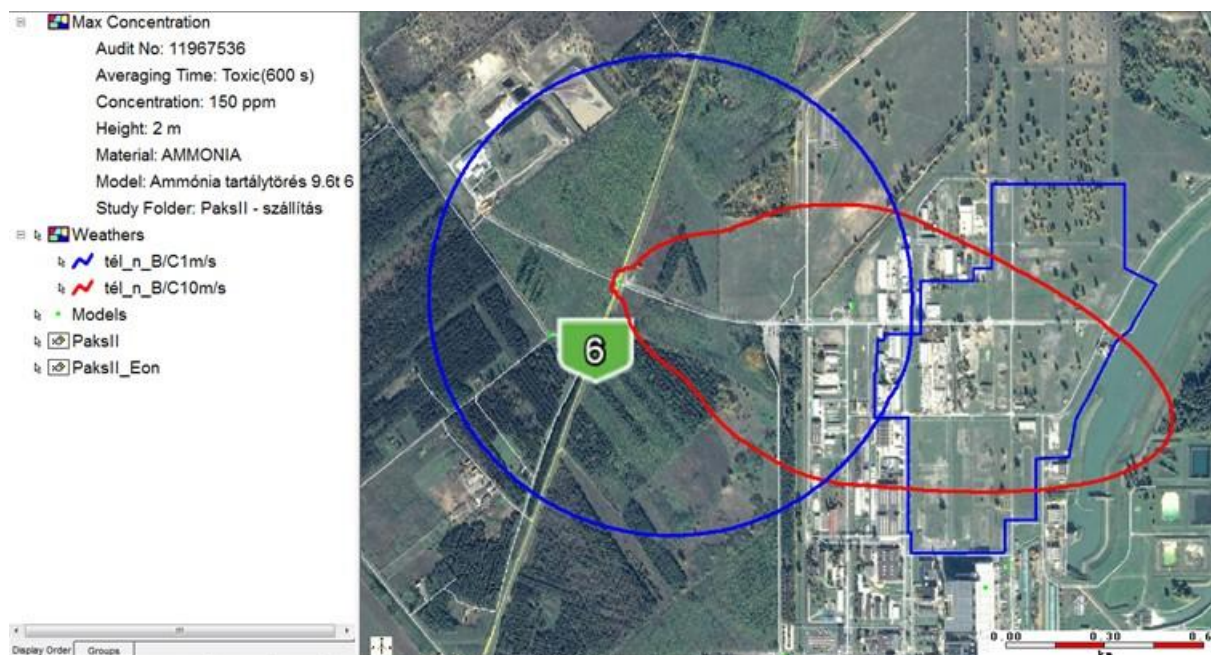
Anyagfajta	Egységrakomány mérete
Ammónia	9,6 t
Klór	800 l-es hordó, 1 m ³ -es hordó
Sósavgáz	0,8 m ³
Szénhidrogéngáz-keverék (metán)	30 m ³
Üzemanyag (benzin)	30 m ³
PB-gáz	1,1 t (6. sz. főút); 10 t (M6 autópálya)

A terjedési számítások eredményei [2-5] [2-20] alapján megállapítható, hogy a vizsgált időjárási körülmények mellett a 6. számú főúton feltételezett baleset esetén az ammónia és a klór jelenhet meg az új blokkok telephelyén az ekvivalens ERPG-2 koncentráció szintnek megfelelő koncentrációban. A TBJ II. 2.2.1-3. - 2.2.1-13. ábrák az ammónia és a klór pillanatszerű (tartálytörés következtében) és szivárgásszerű (tartályszerülés következtében) kikerülésére elvégzett számítások eredményeit mutatják.

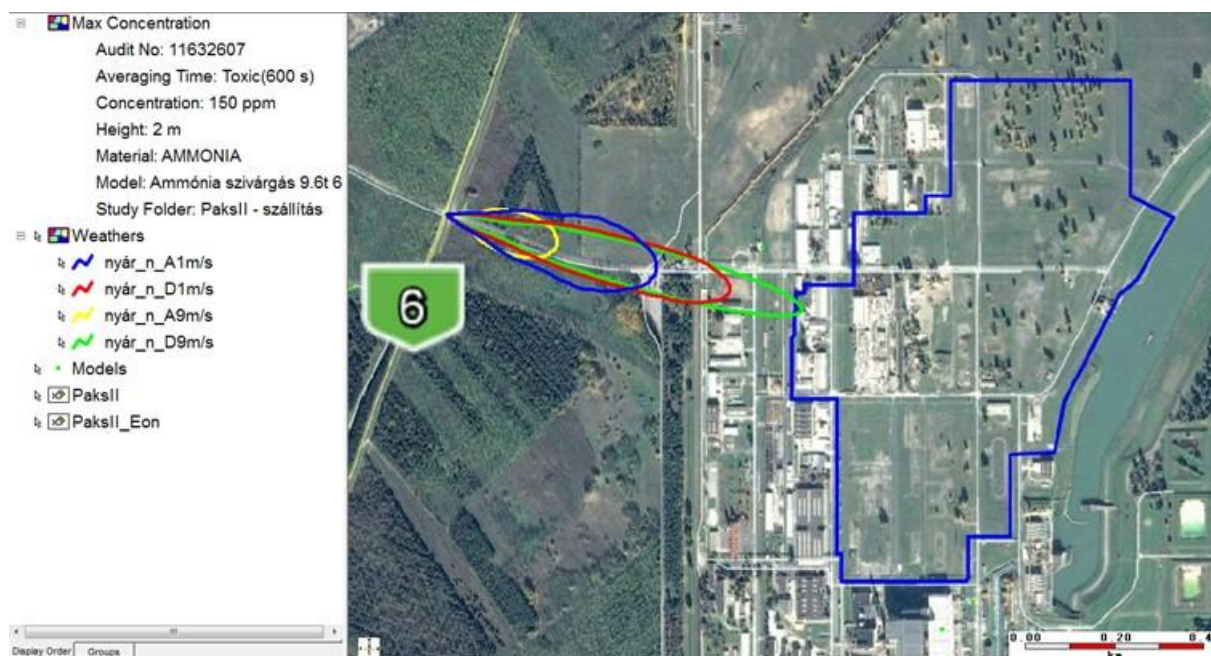
Az ammónia szállítási balesetéből eredően csak nyári időjárási körülmények között alakul ki az ekvivalens ERPG-2 koncentráció (2.2.1-6. ábra) és mintegy 60 m-ig veszélyeztető hatással bír az új blokkok telephelyén.



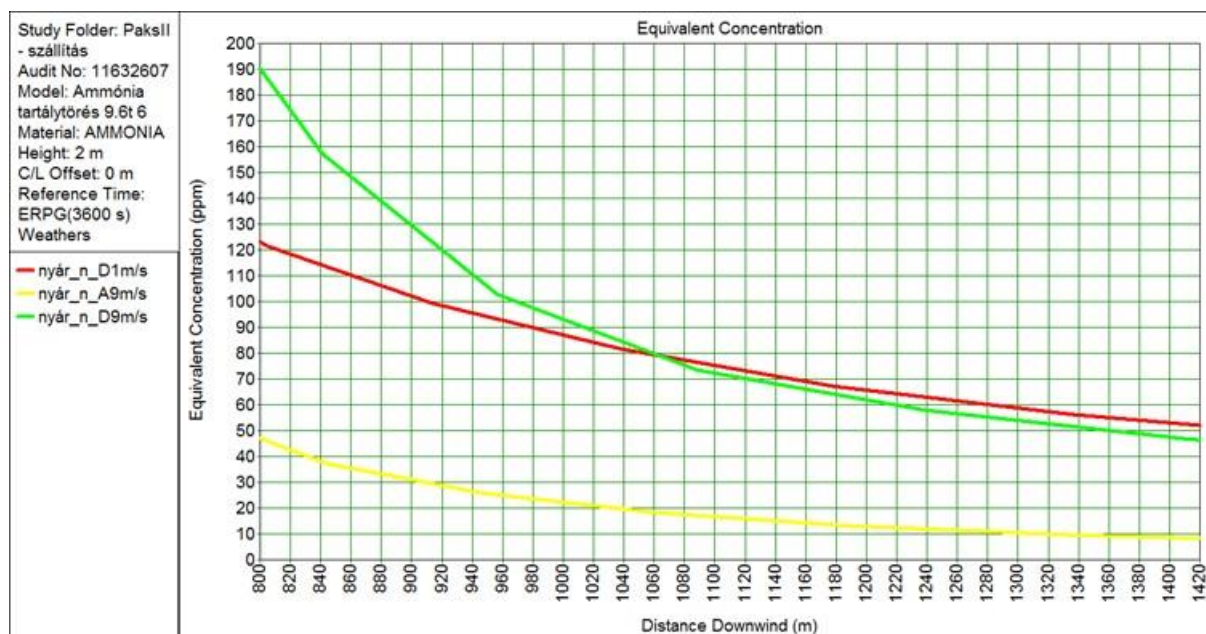
2.2.1-3. ábra: Ammónia ERPG-2 koncentrációk (150 ppm) nyári időjárási viszonyok között (tartálytörés, 6. számú főút)



2.2.1-4. ábra: Ammónia ERPG-2 koncentrációk (150 ppm) téli időjárási viszonyok között (tartálytörés, 6. számú főút)

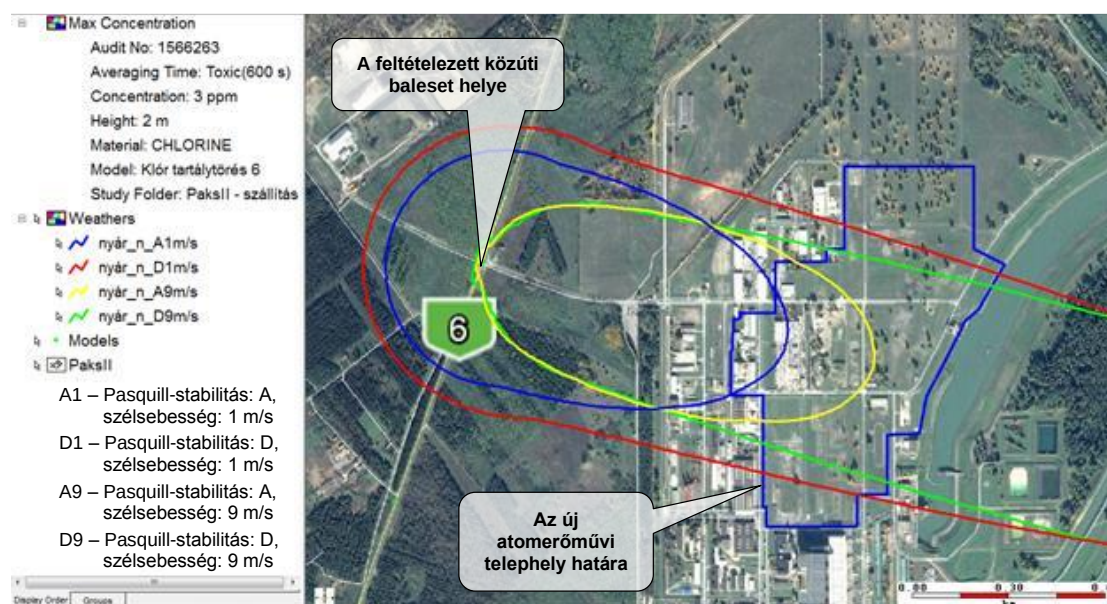


2.2.1-5. ábra: Ammónia ERPG-2 koncentrációk (150 ppm) nyári időjárási viszonyok között (tartálysérülés, 6. számú főút)

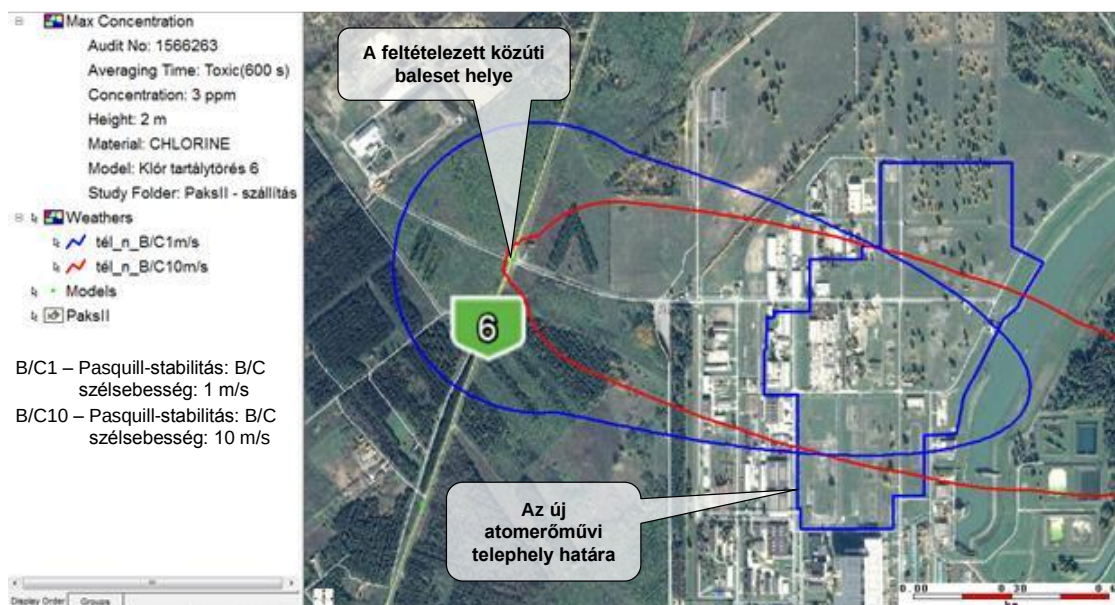


2.2.1-6. ábra: Ammónia ekvivalens ERPG-2 koncentráció, nyári időjárási viszonyok, D1, A9 és D9 esetek (tartálytörés, 6. sz. főút) (A telephely határa 800 és 1420 m-nél van.)

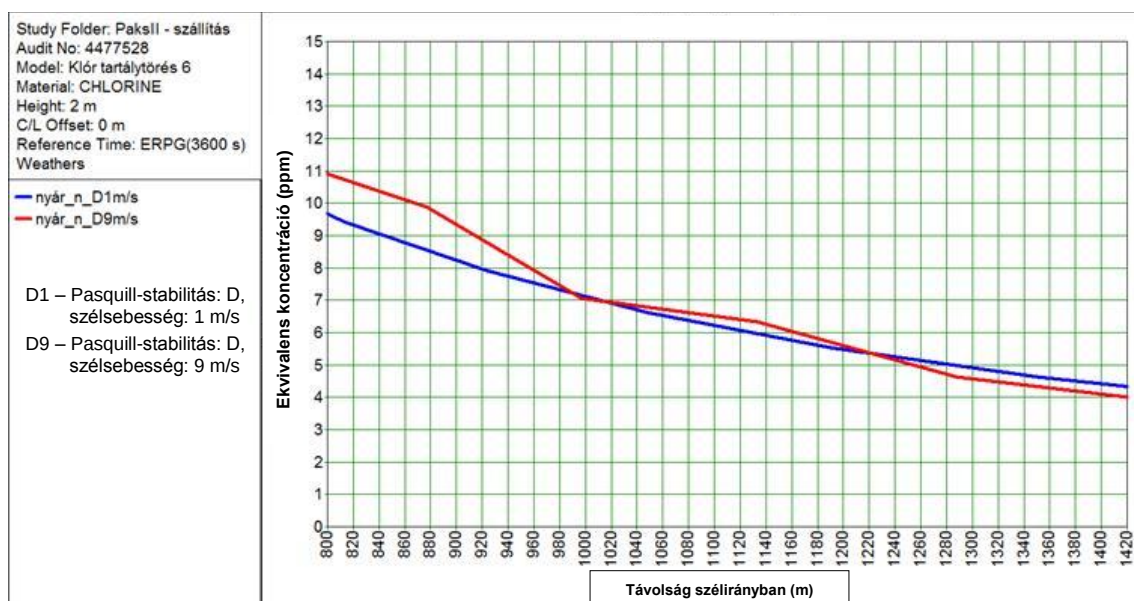
Mind nyári és mind téli időjárási körülmények között a klór szállítási balesetéből eredően a telephelyi határokon (legközelebbi és legtávolabbi) kialakuló ekvivalens koncentráció értéke túllépi az ERPG-2 küszöbértékét (3 ppm), megállapítható hogy a klór az egész telephelyre nézve veszélyeztető hatást jelent. A terjedési modellszámítások eredményeit az egyes vizsgálati esetekre nézve a TBJ II. [2.2.1-19. táblázat](#) foglalja össze.



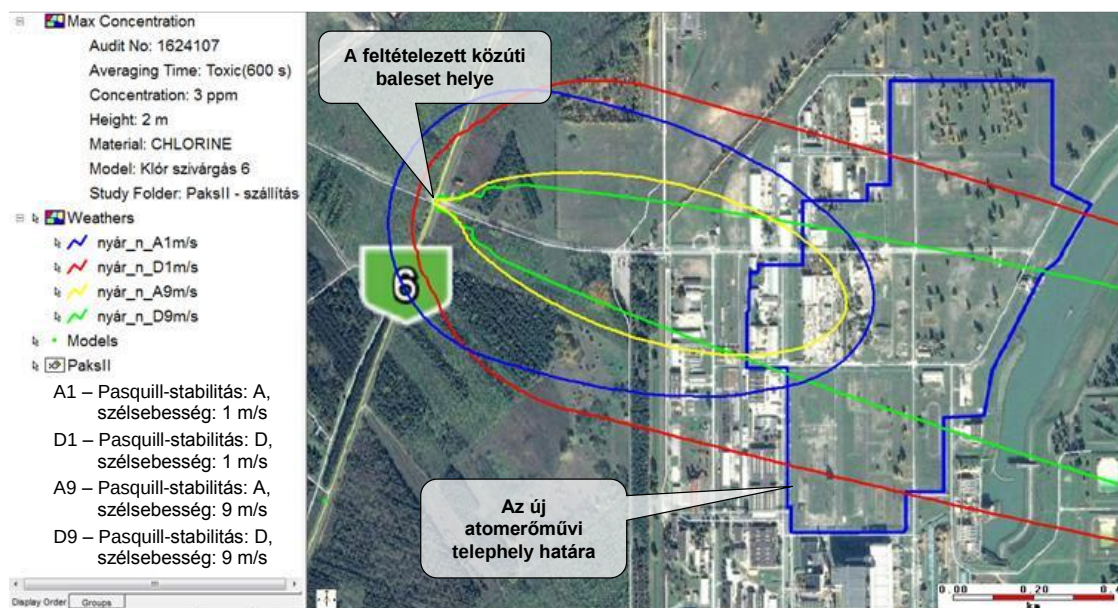
2.2.1-7. ábra: Klór ERPG-2 koncentrációk (3 ppm) nyári időjárási viszonyok között (tartálytörés, 6. számú főút)



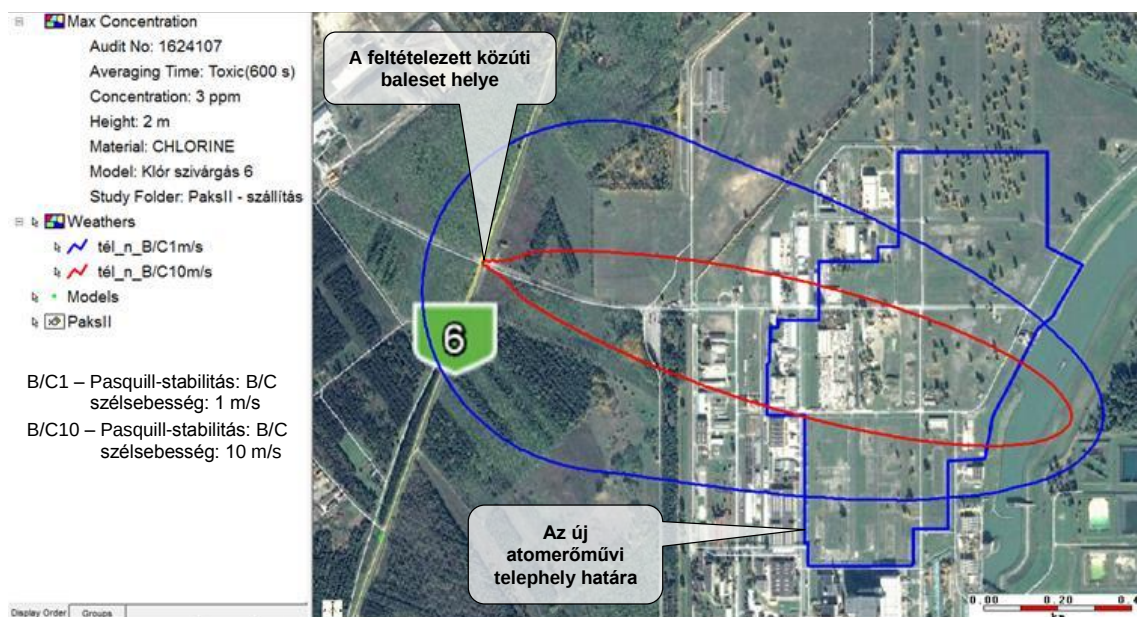
2.2.1-8. ábra: Klór ERPG-2 koncentrációk (3 ppm) téli időjárási viszonyok között (tartálytörés, 6. számú főút)



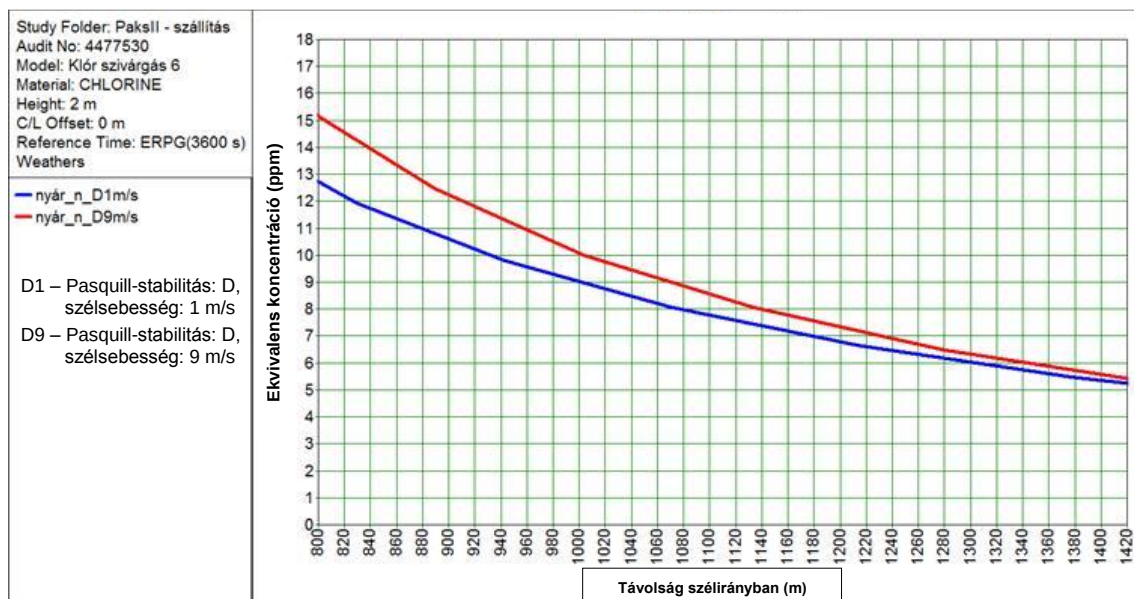
2.2.1-9. ábra: Klór ekvivalens ERPG-2 koncentráció, nyári időjárási viszonyok, D1, D9 eset (tartálytörés, 6. sz. főút) (A telephely határa 800 és 1420 m-nél van.)



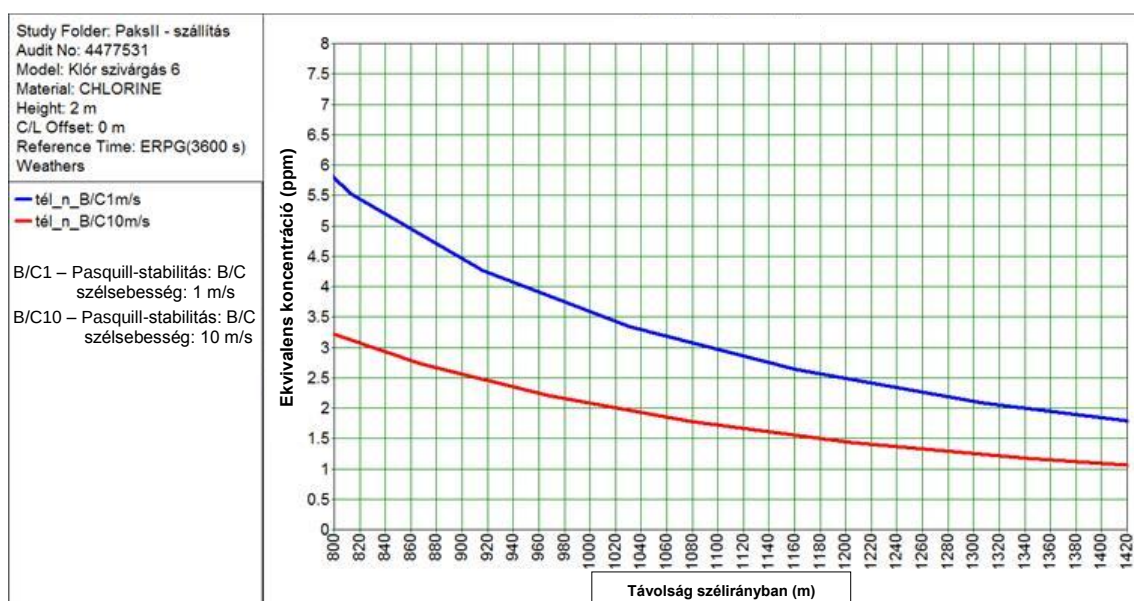
2.2.1-10. ábra: Klór ERPG-2 koncentrációk (3 ppm) nyári időjárási viszonyok között (tartálysérülés, 6. számú főút)



2.2.1-11. ábra: Klór ERPG-2 koncentrációk (3 ppm) téli időjárási viszonyok között (tartálysérülés, 6. számú főút)



2.2.1-12. ábra: Klór ekvivalens ERPG-2 koncentráció, nyári időjárási viszonyok, D1, D9 eset (tartálysérülés, 6. sz. főút) (A telephely határa 800 és 1420 m-nél van.)



2.2.1-13. ábra: Klór ekvivalens ERPG-2 koncentráció, téli időjárási viszonyok, D1, D9 eset (tartálysérülés, 6. sz. főút) (A telephely határa 800 és 1420 m-nél van.)

2.2.1-19. táblázat: A terjedési modellszámítások eredményei

Veszélyforrás	Következmény	Szűrési kritérium	Következményt jellemző paraméter értéke a telephelyi határon
6. számú főút	Mérgező gáz (ammónia)	Ekvivalens ERPG-2 koncentráció (150 ppm)	<i>Szűrési kritérium felett</i>
	Mérgező gáz (klór)	Ekvivalens ERPG-2 koncentráció (3 ppm)	<i>Szűrési kritérium felett</i>
	Mérgező gáz (sósav)	Ekvivalens ERPG-2 koncentráció (20 ppm)	Szűrési kritérium alatt
	Robbanás (szénhidrogéngáz-keverék /metán/)	ARH (44 000 ppm)	Szűrési kritérium alatt
	Nyomáshullám (üzemanyag /benzin/)	0,02 bar	Szűrési kritérium alatt
	Hősugárzás (üzemanyag /benzin/)	4 kW/m ²	Szűrési kritérium alatt
	Nyomáshullám (PB-gáz)	0,02 bar	Szűrési kritérium alatt
	Hősugárzás (PB-gáz)	4 kW/m ²	Szűrési kritérium alatt
M6-os autópálya	Mérgező gáz (ammónia)	Ekvivalens ERPG-2 koncentráció (150 ppm) és a telephelytől való távolság	Szűrési kritérium alatt
	Mérgező gáz (klór)	Ekvivalens ERPG-2 koncentráció (3 ppm)	Szűrési kritérium alatt
	Mérgező gáz (sósav)	ERPG-2 koncentráció (20 ppm) és kitettségi idő	Szűrési kritérium alatt
	Robbanás (szénhidrogéngáz-keverék /metán/)	ARH (44 000 ppm) és a telephelytől való távolság	Szűrési kritérium alatt
	Nyomáshullám (üzemanyag /benzin/)	0,02 bar és a telephelytől való távolság	Szűrési kritérium alatt
	Hősugárzás (üzemanyag /benzin/)	4 kW/m ² és a telephelytől való távolság	Szűrési kritérium alatt
	Nyomáshullám (PB-gáz)	0,02 bar	Szűrési kritérium alatt
	Hősugárzás (PB-gáz)	4 kW/m ²	Szűrési kritérium alatt
	Nyomáshullám (acetilén gáz)	0,02 bar	Szűrési kritérium alatt
	Hősugárzás (acetilén gáz)	4 kW/m ²	Szűrési kritérium alatt

2.2.1.1.6. A BALESETGYAKORISÁGOK MEGHATÁROZÁSA

A távolságalapú szűrés alapján nem kiszűrhető veszélyforrásokra vonatkozóan a gyakorisági elven alapuló szűrés is elvégzésre került. A terjedési modellszámítások eredményei alapján látható, hogy a 6. sz. főút forgalmában az ammónia vagy a klór kikerüléssel járó közúti baleset jelent veszélyeztető tényezőt az új blokkok telephelyére. Az összes többi vizsgált anyagféleség veszélyeztető hatása távolsági alapon kiszűrhető. Ennek megfelelően az alábbiakban a 6. sz. főútra vonatkozóan az ammónia és a klór környezetbe kerülésével járó

közúti baleset gyakoriságának meghatározására, illetve gyakorisági alapon való kiszűrhetőségének vizsgálata készült el. [2-5]

A 6. sz. főút teherforgalmából eredő balesetek vizsgálatát – a korábbi elemzésekkel megegyezően – az erőmű telephely 115-ös km szelvényének ± 10 km-es szakaszára, 20 km-es útvonalhosszra vonatkozóan készült el, így elegendő baleseti adatszám áll rendelkezésre a számítások elvégzéséhez.

A bemutatott forgalom- és balesetstatisztikai adatok felhasználásával meghatározott relatív baleseti mutató éves értékeit a vizsgált útszakaszon az 1985–2013 közötti időszakban az összes forgalomra, valamint a tehergépkocsi forgalomra vonatkozóan TBJ II. 2.2.1-20. táblázat tartalmazza. (Azokra az évekre vonatkozóan, amelyekben a forgalomstatisztikai adatok hiányosak, a táblázat a paksi szelvényre becsült adatokat tartalmazza.) [2-5]

A tehergépkocsi balesetekre vonatkozó relatív baleseti mutató meghatározásánál konzervatív módon az összes baleseti eseményt (halálos, súlyos, könnyű) figyelembevételre kerültek, eltekintve azok kimenetelétől, feltételezve, hogy az összes tehergépkocsi részvételével bekövetkezett baleset veszélyes anyag környezetbe kerülését okozhatta volna, ha a résztvevő teherjármű ilyet szállított volna. (A baleseti eseményekről rendelkezésre álló információk csak a személyi sérülések súlyosságára és a résztvevő járművek típusára vonatkoznak, a járművekben keletkezett sérülésről – amelyből a rakomány kikerülésére következtetni lehetne – nincs adat. Az ilyen módon meghatározott brTGK értékek a kikerüléssel járó esetek számának felső becslései.)

2.2.1-20. táblázat: A relatív baleseti mutató értékei a vizsgált időszakban

Év	Átlagos napi forgalom (ÁNF) [jármű/nap]	Balesetek száma (B(L))	Tehergépk. átlagos napi forgalom (ÁNFTGK) [jármű/nap]	Tehergépk. balesetek száma (BTGK(L))	Relatív baleseti mutató* (összes forgalom) (br) [baleset/10 ⁶ jkm]	Relatív baleseti mutató* (tehergk. forgalom) (brTGK) [baleset/10 ⁶ jkm]
1985	4 345	22	1 252	6	0,694	0,189
1986	4 840	11	1 320	2	0,311	0,057
1987	5 344	14	1 389	6	0,359	0,154
1988	5 847	22	1 466	5	0,515	0,117
1989	6 353	20	1 538	10	0,431	0,216
1990**	6 469		1 568			
1991	6 678	26	1 599	9	0,533	0,185
1992	6 102	25	1 107	9	0,561	0,202
1993	7 032	23	1 320	7	0,448	0,136
1994	7 226	20	1 676	7	0,379	0,133
1995	8 228	23	1 983	6	0,383	0,100
1996	7 982	15	1 873	3	0,257	0,051
1997	8 402	19	1 779	8	0,310	0,130

Év	Átlagos napi forgalom (ÁNF) [jármű/nap]	Balesetek száma (B(L))	Tehergépk. átlagos napi forgalom (ÁNFTGK) [jármű/nap]	Tehergépk. balesetek száma (BTGK(L))	Relatív baleseti mutató* (összes forgalom) (br) [baleset/10 ⁶ jmkkm]	Relatív baleseti mutató* (tehergk. forgalom) (brTGK) [baleset/10 ⁶ jmkkm]
1998	8 609	18	1 837	7	0,286	0,111
1999	8 607	12	1 837	6	0,191	0,095
2000	9 923	17	1 168	7	0,235	0,097
2001	10 389	15	2 503	5	0,198	0,066
2002	10 505	21	2 949	6	0,274	0,078
2003	10 974	20	2 987	5	0,250	0,062
2004	11 059	19	3 965	7	0,235	0,087
2005	10 391	16	3 166	6	0,211	0,079
2006	10 715	17	3 274	6	0,217	0,077
2007	10 972	17	3 379	5	0,212	0,062
2008	10 698	13	3 258	4	0,166	0,051
2009	10 408	16	3 281	9	0,211	0,118
2010	7 972	9	1 619	2	0,155	0,034
2011	7 743	11	1 536	4	0,195	0,071
2012	6 945	5	1 377	2	0,099	0,039
2013	7 374	8	1 518	6	0,149	0,111

* L = 20 km, T = 1 év

** Baleseti adatok nem állnak rendelkezésre.

Az alábbiakban a nagyobb hatástávolsággal rendelkező klór kikerülés esetére vonatkozó számítás szerepel.

A bemutatott terjedési számítások eredményei alapján mind a klór pillanatszerű kikerülése (tartálytörés), mind a szivárgása (tartálysérülés) esetére meghatározható a 6. sz. főúton az a távolság (L érték), amelyről egy esetlegesen bekövetkező közlekedési baleset során a kikerülő klór hatása az erőmű telephelyét eléri. A klór esetében figyelembe veendő effektív útszakaszhosszak (L) a TBJ II. [2.2.1-21. táblázat](#) szerintiek. [\[2-5\]](#)

2.2.1-21. táblázat: A terjedési modellszámítások eredményei klór esetében

Kikerülési mód	Évszak/ meteorológiai jellemzők	Veszélyes következmény	Effektív útszakasz hossza (L)
Pillanatszerű	nyár (D, 9 m/s)	ERPG-2 koncentráció a telephelyen megjelenik	9,5 km
	tél (B/C, 10 m/s)	ERPG-2 koncentráció a telephelyen megjelenik	2,1 km
Szivárgás	nyár (D, 9 m/s)	ERPG-2 koncentráció a telephelyen megjelenik	10,1 km
	tél (B/C, 1 m/s)	ERPG-2 koncentráció a telephelyen megjelenik	1,7 km

A tehergépkocsi baleseti gyakoriság meghatározásához a közúti forgalmi és baleseti statisztikából, valamint az elvégzett terjedési modellszámításokból az alábbi kiinduló adatok állnak rendelkezésre [2-5]:

- A tehergépkocsi átlagos napi forgalom, $\dot{A}NF_{TGK} = 2678$ jármű/nap.
- A relatív baleseti mutató a tehergépkocsi forgalomra, $b_{rTGK} = 0,0721$ baleset/ 10^6 járműkm.
- Az összes veszélyes anyag aránya a 6. sz. főút összes éves áruforgalmában: 0,0042 (0,42%).
- A szállított klór aránya a 6. sz. főút veszélyes anyag forgalmában: 0,0312 (3,12%).
- A figyelembe veendő effektív útszakasz hossza (L) a 6. sz. főúton a klórra vonatkozóan (L értéke a kikerülési módtól és az időjárási körülményektől függően különböző lehet, ezért konzervatív megközelítést alkalmazva a legnagyobb értéket vettük figyelembe):
 $L = 10,1$ km,
- Az anyagiömlést előidéző tartálysérülés aránya a tehergépkocsi balesetekben: 0,1 (10%).

Amint a fentiekből kitűnik, a gyakoriság számításban L figyelembe veendő értéke számos körülménytől függ, úgymint a kikerülési módtól, az időjárási körülményektől. A terjedés tekintetében lényeges különbség van mindezekben túl az egyes anyagok között azok eltérő fizikai tulajdonságai miatt, ami azt eredményezte, hogy a gyakoriság számításban a különböző anyagokat különböző L értékkel kellett figyelembe venni. Ezen L érték meghatározása céljából a szállított anyagokra terjedésszámításokat kellett végezni.

A fentiek alapján a klór kikerülésének éves gyakorisága:

$$\dot{A}NF_{TGK} = 2678 \text{ jármű/nap;}$$

$$L = 10,1 \text{ km;}$$

$$n = 365 \cdot L \cdot \dot{A}NF_{TGK} = 365 \text{ nap} \cdot 10,1 \text{ km} \cdot 2678 \text{ jármű/nap} = 9,87 \cdot 10^6 \text{ járműkm;}$$

$$p_{bTGK} = 7,21 \cdot 10^{-8} \text{ eset/év, járműkm;}$$

A tehergépkocsi balesetekben annak relatív gyakorisága, hogy a baleset egy a 6. főúton veszélyes anyagot szállító teherjárművel következik be (minden veszélyes anyagféleséget tekintve), a baleset során a szállítóeszköz megsérül és a rakomány a környezetbe kikerül:

$$4,2 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-1} = 4,2 \cdot 10^{-4}.$$

Annak feltételes valószínűsége, hogy a baleset során klór kerül ki:

$$4,2 \cdot 10^{-4} \cdot 3,12 \cdot 10^{-2} = 1,310 \cdot 10^{-5}$$

$$p = 1,310 \cdot 10^{-5} \cdot p_{btgk} = 9,45 \cdot 10^{-13} \text{ eset/év, járműkm;}$$

$$m = n \cdot p = 9,87 \cdot 10^6 \text{ járműkm} \cdot 9,45 \cdot 10^{-13} \text{ eset/év, járműkm} = 9,33 \cdot 10^{-6} \text{ eset/év;}$$

$$p(k>0) = 9,33 \cdot 10^{-6} \text{ eset/év.}$$

Mivel a telephely a 6. sz. főúttól keleti irányban helyezkedik el, a fenti eredmény módosítható a klór terjedése szempontjából kedvezőtlen szélirányoknak (DNY, NYDNY, NY, NYÉNY, ÉNY) a TBJ II. 3. Meteorológia fejezetben megadott együttes átlagos éves gyakoriságával (33%), mely alapján a következő eredmény születik:

$$p(k>0) = 3,08 \cdot 10^{-6} \text{ eset/év.}$$

Az ammónia esetére vonatkozó analóg számítás (szállítási részarány 1,3 %; L= 6,2 km) által meghatározott előfordulási gyakoriság $0,78 \cdot 10^{-6}$ eset/év. [2-20]

A fenti eredmények alapján a veszélyforrások az NBSz-ben meghatározott 10^{-7} /év szűrési szinttel összevetve a gyakoriság elve alapján sem szűrhetők ki.

2.2.1.1.7. KITERJESZTETT VIZSGÁLATI TERÜLET

A PAE 1-4 blokk hűtővíz ellátását potenciálisan veszélyeztető dunai tevékenységek, események és következményeik összefoglalásakor [2-11], egy lehetséges baleset során a Dunába kerülő toxikus anyagok, olajipari termékek, szilárd, szemcsés-darabos jellegű anyagok a hűtővíz rendszerre gyakorolt lehetséges hatásaival elemezték. Az elvégzett elemzés kiterjeszthető a telephelyre, és az új blokkok hűtővíz ellátására vonatkozóan.

A potenciális veszélyt jelentő anyagok közúti szállítási tevékenységek lehetséges kockázata, azaz a különféle anyagok Dunába kerülésének és a vízkivételi mű biztonságos működésére gyakorolt veszélyei a TBJ II. 2.2.1-22. táblázatban található. Ez alapján tételesen bemutatásra került a feltételezett összes lehetséges esemény, ennek következményei és a kockázatot mérséklő körülmények. [2-10]

2.2.1-22. táblázat: A PAE 1-4 blokk hűtővíz ellátását potenciálisan veszélyeztető közúti szállítási tevékenységekkel összefüggő események, illetve következményeik összefoglalása

Tevékenységhez/természeti folyamathoz kapcsolódó, potenciálisan veszélyeztető esemény	Következmény	A további vizsgálatból kizárható-e	A kockázatot mérséklő körülmények
Tevékenység/ Folyamat: Közúti közlekedés és áruszállítás			
Toxikus anyagot szállító tehergépjárművek (tartálykocsik) balesete a Duna-hidakon (amennyiben a szállított toxikus anyag a Duna-vízbe kerül)	Tömeges halpusztulás a Dunán, elpusztult halak bejutása a hidegvíz-csatornába és a vízkivételi műbe; HV rendszerekben jelenlévő biológiai elemek pusztulása	Nem	Baleset esetén a toxikus anyag nem feltétlenül kerül ki a járműből, illetve a járműből esetlegesen kijutó anyag 100%-a nem, vagy nem egyszerre kerül be a Dunába, a szállítási módok közül ebben az esetben a legkisebb az egyidejű anyagmennyiség

Tevékenységhez/természeti folyamathoz kapcsolódó, potenciálisan veszélyeztető esemény	Következmény	A további vizsgálatból kizárható-e	A kockázatot mérséklő körülmények
Toxikus anyagot szállító tehergépjárművek (tartálykocsik) balesete a Duna 100 m széles parti sávjában (amennyiben a szállított toxikus anyag a Duna-vízbe kerül)	Tömeges halpusztulás a Dunán, elpusztult halak bejutása a hidegvíz-csatornába és a vízkivételi műbe; HV rendszerekben jelenlévő biológiai elemek pusztulása	Nem	Baleset esetén a toxikus anyag nem feltétlenül kerül ki a járműből, illetve a járműből esetlegesen kijutó anyag 100%-a nem, vagy nem egyszerre kerül be a Dunába. Szerepet játszanak a Dunába jutás esélyeit csökkentő (az elérési időt növelő), természetes folyamatok (pl. a folyékony szennyezőanyag összegyűlése a mélyedésekben, talajba szivárgása stb.), szilárd szennyezőanyagok csak víz közvetítésével vagy közvetlenül a Dunába borulásával kerülhetnek a Duna-vízbe, a szállítási módok közül ebben az esetben a legkisebb az egyidejű anyagmennyiség
Üzemanyagot (benzint, dízel olajt, gázolajt) szállító tartálykocsik balesete a Duna-hidakon (amennyiben a szállított üzemanyag a Duna-vízbe kerül)	Üzemanyag bekerülése a Dunába, illetve a hidegvíz-csatornába és a vízkivételi műbe	Nem	Baleset esetén az üzemanyag nem feltétlenül kerül ki a járműből, illetve a járműből esetlegesen kijutó anyag 100%-a nem, vagy nem egyszerre kerül be a Dunába, a szállítási módok közül ebben az esetben a legkisebb az egyidejű anyagmennyiség, az üzemanyag (benzin, dízel olaj) a vízfelszínre felúszik, egy része elpárolog
Nyersolajat vagy kőolajszármazékokat (nehézsolajat, pakurát stb.) szállító tartálykocsik balesete a Duna-hidakon (amennyiben a szállított nyersolaj vagy kőolajszármazék a Duna-vízbe kerül)	Nyersolaj vagy kőolajszármazékok bekerülése a Dunába, illetve a hidegvíz-csatornába és a vízkivételi műbe	Nem	Baleset esetén az olaj/olajszármazék nem feltétlenül kerül ki a járműből, illetve a járműből esetlegesen kijutó anyag 100%-a nem, vagy nem egyszerre kerül be a Dunába, a szállítási módok közül ebben az esetben a legkisebb az egyidejű anyagmennyiség, az olajszármazékok egy része a vízfelszínre felúszik

Tevékenységhez/természeti folyamathoz kapcsolódó, potenciálisan veszélyeztető esemény	Következmény	A további vizsgálatból kizárható-e	A kockázatot mérséklő körülmények
Üzemanyagot (benzint, dízel olajt, gázolajt) szállító tartálykocsik balesete a Duna 100 m széles parti sávjában (amennyiben a szállított üzemanyag a Duna-vízbe kerül)	Üzemanyag bekerülése a Dunába, illetve a hidegvíz-csatornába és a vízkivételi műbe	Nem	Baleset esetén az üzemanyag nem feltétlenül kerül ki a járműből, illetve a járműből esetlegesen kijutó anyag 100%-a nem, vagy nem egyszerre kerül be a Dunába. Szerepet játszanak a Dunába jutás esélyeit csökkentő (az elérési időt növelő), természetes folyamatok (pl. az üzemanyag összegyűlése a mélyedésekben, talajba szivárgása, párolgása stb.). A szállítási módok közül ebben az esetben a legkisebb az egyidejű anyagmennyiség, az üzemanyag a vízfelszínre felúszik, egy része elpárolog
Nyersolajat vagy kőolajszármazékokat (nehézolajat, pakurát stb.) szállító tartálykocsik balesete a Duna 100 m széles parti sávjában (amennyiben a szállított nyersolaj vagy kőolajszármazék a Duna-vízbe kerül)	Nyersolaj vagy kőolajszármazékok bekerülése a Dunába, illetve a hidegvíz-csatornába és a vízkivételi műbe	Nem	Baleset esetén az olaj/olajszármazék nem feltétlenül kerül ki a járműből, illetve a járműből esetlegesen kijutó anyag 100%-a nem, vagy nem egyszerre kerül be a Dunába. Szerepet játszanak a Dunába jutás esélyeit csökkentő (az elérési időt növelő), természetes folyamatok (pl. az olaj/olajszármazék összegyűlése a mélyedésekben, talajba szivárgása). A szállítási módok közül ebben az esetben a legkisebb az egyidejű anyagmennyiség, az olajszármazékok egy része a vízfelszínre felúszik
Radioaktív anyagokat szállító tehergépjárművek balesete a Duna-hidakon vagy a Duna 100 m széles parti sávjában (amennyiben az aktív anyag a Duna-vízbe kerül)	Aktív anyagok áthaladása az atomerőmű vízrendszerén, nem jelent tényleges veszélyt az atomerőművi vízrendszerek számára	Igen	További vizsgálatokat nem igénylő, alacsony kockázat
Egyéb veszélyes anyagokat (ADR) szállító tehergépjárművek balesete a Duna-hidakon vagy a Duna 100 m széles parti sávjában	Az esetlegesen kikerülő, egyéb veszélyes anyagok a Dunába kerülve jelentősen felhígulnak, így közvetlen károsodást a hűtővíz rendszerekben nem okoznak	Igen	További vizsgálatokat nem igénylő, alacsony kockázat

Tevékenységhez/természeti folyamathoz kapcsolódó, potenciálisan veszélyeztető esemény	Következmény	A további vizsgálatból kizárható-e	A kockázatot mérséklő körülmények
Balesettel nem járó közúti közlekedés és áruszállítás	Nem okozza számottevő mennyiségű veszélyeztető anyag Dunába jutását	Igen	További vizsgálatokat nem igénylő, alacsony kockázat
Egyéb járművek balesete a Duna-hidakon vagy a Duna 100 m széles parti sávjában	Nem okozza számottevő mennyiségű üzemanyag vagy egyéb veszélyeztető anyag Dunába jutását	Igen	További vizsgálatokat nem igénylő, alacsony kockázat
Toxikus anyagot, nyersolajat vagy kőolajszármazékokat szállító tehergépjárművek balesete a Duna 100 m széles parti sávján kívül	Az esetlegesen kikerülő veszélyeztető anyagok közvetlenül nem érik el a Dunát	Igen	További vizsgálatokat nem igénylő, alacsony kockázat
Szemcsés anyagot szállító tehergépjárművek (tartálykocsik) balesete a Duna-hidakon, illetve a Duna 100 m széles parti sávjában (amennyiben a szállított szemcsés anyag a Duna-vízbe kerül)	Nem jelent számottevő anyagmennyiséget	Igen	További vizsgálatokat nem igénylő, alacsony kockázat

Hűtést veszélyeztető ipari tevékenységek

A TBJ II. [2.2.1-22. táblázat](#)ban bemutatott lehetséges események elsődleges szűrése után a további vizsgálatokat nem igénylő, alacsony kockázatú elemeket a továbbiakban nem kell számításba venni. Azon eseményeknek, melyek biológiai hatáson keresztül számítanak veszélyeztető tényezőnek, a TBJ II. 7. fejezetében szerepel az értékelésük. A potenciálisan veszélyeztető események és az azokat kiváltó tevékenységek azonosíthatóak, részletesen a TBJ II. [2.2.1-23. táblázatban](#) kerülnek összefoglalásra. Vízfelszínen úszó, vagy lebegő kőolajtermékek, szemcsés anyagok jelenthetnek potenciális veszélyt a vízkivételre. A részletesen bemutatott tevékenységek a több évtizedet lefedő összegyűjtött statisztikai adatok és számítások segítségével ismertethetőek.

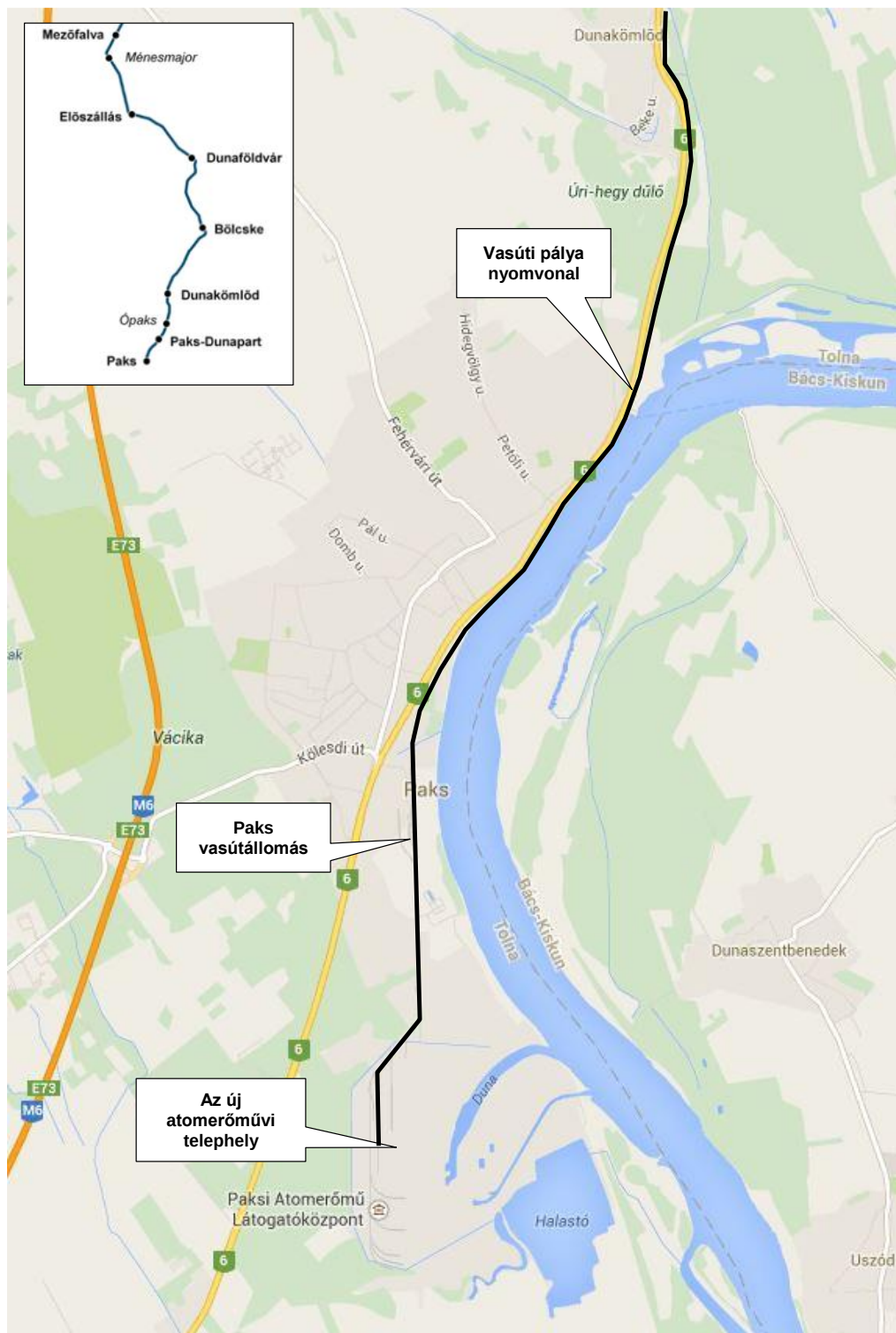
2.2.1-23. táblázat: A hűtővíz-ellátását potenciálisan veszélyeztető események és az azokat kiváltó tevékenységek

A vízrendszereket veszélyeztető következmény-esemény	Kiváltó események
Üzemanyag (vagy más, víz felszínen úszó kőolajszármazék) bekerülése a Dunába, illetve a hidegvíz-csatornába és a vízkivételi műbe.	Üzemanyagot szállító tartálykocsik balesete a Duna-hidakon, illetve a Duna 100 m széles parti sávjában, amennyiben az üzemanyag a Duna-vízbe kerül.

A fenti kiváltó közúti baleseti (dunai hidakon) események miatt a Duna vizébe kerülő szennyezőanyagok következményeinek pontosabb megismerésére kiegészítő terjedésszámítások készültek [\[2-18\]](#). A terjedésszámítás a TBJ II. [2.1.2.1 fejezetében](#) ismertetett módszerrel és alkalmazott feltételekkel készült. A terjedésszámítás eredményei alapján a folyami szállításból származó hasonló veszélyeztetés ([2.2.1.3. fejezet](#)) burkoló eseményként vehető figyelembe.

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 33. oldala)



2.2.1-14. ábra: A MÁV 42. számú vasúti szárnyvonalának és a telephely elhelyezkedése

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 34. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 35. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 36. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 37. oldala)

2.2.1-25. táblázat: A PAE 1-4 blokk hűtővíz ellátását potenciálisan veszélyeztető vasúti szállítási tevékenységekkel összefüggő események illetve következményeik összefoglalása

Tevékenységhez/természeti folyamathoz kapcsolódó, potenciálisan veszélyeztető esemény	Következmény	A további vizsgálatból kizárható-e	A kockázatot mérséklő körülmények
Tevékenység/ Folyamat: Vasúti közlekedés és áruszállítás			
Toxikus anyagot szállító tehervonatok balesete a Duna-hidakon (amennyiben a szállított toxikus anyag a Duna-vízbe kerül)	Tömeges halpusztulás a Dunán, elpusztult halak bejutása a hidegvíz-csatornába és a vízkivételi műbe; HV rendszerekben jelenlévő biológiai elemek pusztulása	Nem	Baleset esetén a toxikus anyag nem feltétlenül kerül ki a vagonból, illetve a vagonból esetlegesen kijutó anyag 100%-a nem, vagy nem egyszerre kerül be a Dunába
Toxikus anyagot szállító tehervonatok balesete a Duna 100 m széles parti sávjában (amennyiben a szállított toxikus anyag a Duna-vízbe kerül)	Tömeges halpusztulás a Dunán, elpusztult halak bejutása a hidegvíz-csatornába és a vízkivételi műbe; HV rendszerekben jelenlévő biológiai elemek pusztulása	Nem	Baleset esetén a toxikus anyag nem feltétlenül kerül ki a vagonból, illetve a vagonból esetlegesen kijutó anyag 100%-a nem, vagy nem egyszerre kerül be a Dunába, szerepet játszanak a Dunába jutás esélyeit csökkentő (az elérési időt növelő), természetes folyamatok (pl. a folyékony szennyezőanyag összegyűlése a mélyedésekben, talajba szivárgása, párolgása stb.), szilárd szennyezőanyagok csak víz közvetítésével vagy közvetlenül a Dunába borulásával kerülhetne a Duna-vízbe
Üzemanyagot (benzint, dízel olajt, gázolajt) szállító tehervonatok balesete a Duna-hidakon (amennyiben a szállított üzemanyag a Duna-vízbe kerül)	Üzemanyag bekerülése a Dunába, illetve a hidegvíz-csatornába és a vízkivételi műbe	Nem	Baleset esetén az üzemanyag nem feltétlenül kerül ki a vagonból, illetve a vagonból esetlegesen kijutó anyag 100%-a nem, vagy nem egyszerre kerül be a Dunába, az üzemanyag a vízfelszínre felúszik, egy része elpárolog
Nyersolajat vagy kőolajszármazékokat (nehézolajat, pakurát stb.) szállító tehervonatok balesete a Duna-hidakon (amennyiben a szállított nyersolaj vagy kőolajszármazék a Duna-vízbe kerül)	Nyersolaj vagy kőolajszármazékok bekerülése a Dunába, illetve a hidegvíz-csatornába és a vízkivételi műbe	Nem	Baleset esetén az olaj/olajszármazék nem feltétlenül kerül ki a vagonból, illetve a vagonból esetlegesen kijutó anyag 100%-a nem, vagy nem egyszerre kerül be a Dunába, az olajszármazékok egy része a vízfelszínre felúszik

Tevékenységhez/természeti folyamathoz kapcsolódó, potenciálisan veszélyeztető esemény	Következmény	A további vizsgálatból kizárható-e	A kockázatot mérséklő körülmények
Üzemanyagot (benzint, dízel olajat, gázolajt) szállító tehervonatok balesete a Duna 100 m széles parti sávjában (amennyiben a szállított üzemanyag a Duna-vízbe kerül)	Üzemanyag bekerülése a Dunába, illetve a hidegvíz-csatornába és a vízkivételi műbe	Nem	Baleset esetén az üzemanyag nem feltétlenül kerül ki a vagonból, illetve a vagonból esetlegesen kijutó anyag 100%-a nem, vagy nem egyszerre kerül be a Dunába, szerepet játszanak a Dunába jutás esélyeit csökkentő (az elérési időt növelő), természetes folyamatok (pl. a szennyezőanyag összegyűlése a mélyedésekben, talajba szivárgása, párolgása), az üzemanyag a vízfelszínre felúszik, egy része elpárolog
Nyersolajat vagy kőolajszármazékokat szállító tehervonatok balesete a Duna 100 m széles parti sávjában (amennyiben a szállított nyersolaj vagy kőolajszármazék a Duna-vízbe kerül)	Nyersolaj vagy kőolajszármazékok bekerülése a Dunába, illetve a hidegvíz-csatornába és a vízkivételi műbe	Nem	Baleset esetén az olaj/olajszármazék nem feltétlenül kerül ki a vagonból, illetve a vagonból esetlegesen kijutó anyag 100%-a nem, vagy nem egyszerre kerül be a Dunába, szerepet játszanak a Dunába jutás esélyeit csökkentő (az elérési időt növelő), természetes folyamatok (pl. a szennyezőanyag összegyűlése a mélyedésekben, talajba szivárgása, párolgása), az olajszármazékok egy része a vízfelszínre felúszik
Radioaktív anyagokat szállító tehervonatok balesete a Duna-hidakon vagy a Duna 100 m széles parti sávjában (amennyiben a szállított aktív anyag a Duna-vízbe kerül)	Aktív anyagok áthaladása az atomerőmű vízrendszerén, nem jelent tényleges veszélyt az atomerőművi vízrendszerek számára	Igen	További vizsgálatokat nem igénylő, alacsony kockázat
Egyéb veszélyes, de nem toxikus anyagokat (RID) szállító tehervonatok balesete a Duna-hidakon vagy a Duna 100 m széles parti sávjában	Az esetlegesen kikerülő, egyéb veszélyes, de nem toxikus anyagok a Dunába kerülve jelentősen felhígulnak, így közvetlen károsodást a hűtővíz rendszerekben nem okoznak	Igen	További vizsgálatokat nem igénylő, alacsony kockázat
Balesettel nem járó vasúti közlekedés és áruszállítás	Nem okozza számottevő mennyiségű veszélyeztető anyag Dunába jutását	Igen	További vizsgálatokat nem igénylő, alacsony kockázat

Tevékenységhez/természeti folyamathoz kapcsolódó, potenciálisan veszélyeztető esemény	Következmény	A további vizsgálatból kizárható-e	A kockázatot mérséklő körülmények
Toxikus anyagot, nyersolajat vagy kőolajszármazékokat szállító tehervonatok balesete a Duna 100 m széles parti sávján kívül	Az esetlegesen kikerülő veszélyeztető anyagok közvetlenül nem érik el a Dunát	Igen	További vizsgálatokat nem igénylő, alacsony kockázat
Szemcsés anyagot szállító tehervonatok balesete a Duna-hidakon, illetve a Duna 100 m széles parti sávjában (amennyiben a szállított szemcsés anyag a Duna-vízbe kerül)	Nem jelent számottevő anyagmennyiséget	Igen	További vizsgálatokat nem igénylő, alacsony kockázat
Dízel üzemű vasúti jármű(vek), illetve jármű szerelvények balesete Duna-hidakon, ami az üzemanyagként szolgáló gázolaj Dunába jutását eredményezheti	Nem okozza számottevő mennyiségű üzemanyag vagy egyéb veszélyeztető anyag Dunába jutását	Igen	További vizsgálatokat nem igénylő, alacsony kockázat

Hűtést veszélyeztető ipari tevékenységek

A TBJ II. [2.2.1-25. táblázat](#)ban bemutatott lehetséges események elsődleges szűrése után a további vizsgálatokat nem igénylő, alacsony kockázatú elemeket a továbbiakban nem kell számításba venni. Azon események, melyek biológiai hatáson keresztül számítanak veszélyeztető tényezőnek, azoknak a [TBJ II. 7. fejezetében](#) szerepel értékelésük. A potenciálisan veszélyeztető események és az azokat kiváltó tevékenységek azonosíthatóak, részletesen a TBJ II. [2.2.1-26. táblázatban](#) kerülnek összefoglalásra. Vízfelszínen úszó, vagy lebegő kőolajtermékek, szemcsés anyagok, jelenthetnek potenciális veszélyt a vízkivételre. A részletesen bemutatott tevékenységek a több évtizedet lefedő összegyűjtött statisztikai adatok és számítások segítségével ismertethetőek. [\[2-10\]](#)

A fenti vasúti baleseti események miatt a Duna vizébe kerülő szennyezőanyagok következményeinek pontosabb megismerésére kiegészítő terjedésszámítások készültek [\[2-18\]](#). A terjedésszámítás a TBJ II. [2.1.2.1 fejezetében](#) ismertetett módszerrel és alkalmazott feltételekkel készült. A terjedésszámítás nem azonosított olyan vasúti anyagszállítással kapcsolatos balesetet, mely az új blokkok hűtővíz ellátását is elérhetné, továbbá az azonosított ipari és folyami szállítási esetek burkoló eseteknek tekinthetők a veszélyeztető tényező vonatkozásában. [\[2-18\]](#)

2.2.1-26. táblázat: A hűtővíz-ellátását potenciálisan veszélyeztető események és az azokat kiváltó tevékenységek

A vízrendszereket veszélyeztető következmény-esemény	Kiváltó események
Üzemanyag (vagy más, víz felszínen úszó kőolajszármazék) bekerülése a Dunába, illetve a hidegvíz-csatornába és a vízkivételi műbe	Üzemanyagot szállító tehervonatok balesete a Duna-hidakon, illetve a Duna 100 m széles parti sávjában, amennyiben az üzemanyag a Duna-vízbe kerül
Víz felszín alatt lebegő nyersolaj vagy kőolajszármazékok bekerülése a Dunába, illetve a hidegvíz-csatornába és a vízkivételi műbe	Nyersolajat vagy kőolajszármazékokat (nehézsúlyú, pakurát stb.) szállító tehervonatok balesete a Duna-hidakon, illetve a Duna 100 m széles parti sávjában, amennyiben a kőolajszármazékok a Duna-vízbe kerülnek

2.2.1.3. Folyami anyagszállítás értékelése

A közúti, illetve vasúti szállítási balesetek várható hatásaitól eltérően a folyami szállítási baleset, vagy a szállító hajó sérülését okozó meghibásodás esetén a Duna vizébe is kerülhet mérgező, korrozív és/vagy robbanás és tűzveszélyes anyag, nagyobb mennyiségű egyéb szilárd és folyékony halmazállapotú – a hűtővízrendszer biztonságos működését veszélyeztető szemcseméretű – anyagfajta, uszadék, amely elérheti az új blokkok telephelyét.

2.2.1.3.1. A DUNAI FORGALMI VISZONYOK JELLEMZÉSE

A belföldi, a behozatali és a kiviteli hajóforgalmat (hajókilométer) a megfelelő áruforgalmi adatok és átlagos rakományméretek alapján célszerű meghatározni, míg a tranzitforgalom esetén pontosabb értékek adódnak, amennyiben az éves áthaladó hajószámot megszorozzuk a magyarországi Duna-szakasz (417 km-es) hosszával. A Duna hazai szakaszának összes hajóforgalmát a belföldi, a behozatali, a kiviteli és az átmenő hajóforgalom összegzéseként kell meghatározni. [2-5]

Bár a teljes belföldi áruszállítás volumenértékeit nézve a hazai vízi közlekedés teljesítménye jelentéktelen, a nemzetközi áruforgalomban 2000 és 2013 között a hajózás tonnateljesítményei a teljes nemzetközi forgalom 2–10% között alakultak. E teljesítmények döntő hányada a Dunához kötődött, amely mint elsődleges közép-európai nemzetközi vízi út és VII. sz. páneurópai folyosó, jelentős szerepet játszik a folyami úton szállított áruk magyarországi export- és importforgalmában, valamint az ország területén áthaladó folyami tranzitáru-forgalomban.

A Duna hazánkba Rajkánál, az 1850,20 fkm szelvényben lép be és Mohácstól délre, az 1433,00 fkm-nél hagyja el az országot, magyarországi hossza 417 km. A telephely szelvénye a Duna torkolatától 1527 fkm-re található, a Dunától közel 0,6 km-re nyugatra helyezkedik el. [2-5]

A telephely közelében bekövetkező hajózási baleset esetén a közúti balesethez hasonló hatásokon túlmenően veszélyt okozhat még az esetlegesen a Duna vizébe kikerülő mérgező vagy robbanás- és tűzveszélyes anyag erőműbe való beúszása. A hidegvíz-csatorna torkolatát az uszadék besodródás minimalizálásának figyelembevételével alakították ki, ami csökkenti a veszélyes anyag besodródásának valószínűségét is.

A Duna 417 km hosszú magyarországi szakaszán 2000 és 2013 között összesen 50, károkozással járó hajózási baleset következett be. (A vízi járművek alacsony vízállás miatt bekövetkezett megfeneklése, és az onnan saját erőből, illetve más vízi jármű segítségével történő szabadulása nem sorolandó hajózási balesetnek.)

A balesetek év szerinti időbeni megoszlására jellemző, hogy [2-5]

- a 2000–2005 közötti időszakot a hajózási balesetek alacsony száma jellemezte (pl. 2005 balesetmentes év volt a dunai vízi közlekedésben),
- 2006 és 2010 közötti években viszonylag magas (évi 5–9) hajózási balesetszámot regisztrált a statisztika (kivéve 2008 évet),
- 2011-ben és 2012-ben kedvezőek voltak a hazai Duna szakasz baleseti adatai, de 2013-ban ismét 5-re nőtt a hajózási balesetek száma (TBJ II. [2.2.1-27. táblázat](#)).

2.2.1-27. táblázat: A dunai hajózási balesetek év szerinti alakulása a hazai Duna-szakaszon

Év	Balesetek száma
2000	2

Év	Balesetek száma
2001	1
2002	1
2003	2
2004	2
2005	0
2006	5
2007	7
2008	2
2009	9
2010	8
2011	3
2012	3
2013	5
Összesen:	50

Forrás: Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, 2014

Az 50 balesetből 44 ütközéses baleset volt (partnak, hídpillérnek, pontonnak ütközés, továbbá hajók összeütközése, főként kikötéskor). A balesetek közül Paks közelében a vizsgált időszak alatt egyetlen esetben, 2004. október 27-én fordult elő hajók összeütközése, amely viszont nem járt rakomány környezetbe kikerülésével. A Pakshoz közeli Duna szakaszon további 4 ütközéses baleset történt, melyek a Pakstól 30 km-re, északra elhelyezkedő Dunaföldvárnál következett be.

A vizsgált baleseti adatsor alapján csupán két olyan hajózási baleset volt azonosítható, amely a környezetbe anyagkikerüléssel járt. Mindkét, Budapesten történt eset során minimális mennyiségű gázolaj (50 és 8 liter) került a Dunába, egy-egy vízi jármű elsüllyedése során, ami valószínűsíthetően a hajók üzemanyaga volt.

A telephely szempontjából mérvadó hajózási balesetnek a vízi járművek veszélyes áru kategóriába tartozó rakományának kiszabadulásával, illetve vízbe kerülésével járó balesetek tekinthetők. A balesetek leírásából megállapítható, hogy a vizsgált 2004–2013 közötti években a Duna teljes magyarországi szakaszán bekövetkezett 50 baleseti esemény közül egy sem járt a hajók rakományának kikerülésével. [2-5]

A baleseti adatbázis azt a kedvező képet mutatja, hogy a hazai Duna szakaszon, a 2004–2013 között megtett $2,31 \cdot 10^7$ hkm halmazon 0 számú, a fentiek szerinti súlyosságú baleset következett be. Ebből adódóan az F_B (baleset/hkm)-re csak egy felső becslés adható.

Az adott számú baleset bekövetkezésének valószínűségét a Poisson-eloszlás adja meg.

A Poisson-eloszlás paraméterének becslésére alkalmazható a χ^2 -eloszlás is. A χ^2 -eloszlás alkalmazásának előnye, hogy ha „kedvező” esemény nem is következik be a vizsgált halmazon, megbecsülhető a bekövetkezés valószínűségének felső korlátja a vizsgált n halmaz (jelen esetben az n hkm halmaz) ismeretében [2-17]. Ez a módszer 95%-os egyoldalas konfidencia intervallumra a következőt adja:

$$F_B \leq \frac{\chi_{1-\alpha, 2r+2}^2}{2n} = \frac{5,99}{2 \cdot 2,31 \cdot 10^7} = 1,298 \cdot 10^{-7} \text{ baleset / hkm}$$

ahol

F_B – a relatív hajózási baleseti mutató [1/hkm],

$\chi^2_{1-\alpha, 2r+2}$ – a $2r+2$ szabadságfokú χ^2 -eloszlás $(1-\alpha)$ konfidencia szinthez tartozó értéke (jelen esetben 2 szabadságfok, 95%),

r – a hazai (veszélyes rakomány kikerüléssel járó) folyami balesetek száma a vizsgált időtartam alatt, $r=0$,

n – a vizsgált halmaz, a hkm-ek száma, $n = 2,31 \cdot 10^7$.

A veszélyes rakomány kikerüléssel járó hajóbalesetre vonatkozóan az $F_B = 1,30 \cdot 10^{-7}$ baleset/hkm becsült érték tekinthető a további számításokban mérvadónak.

A veszélyes anyagokat szállító vízi járművekkel bekövetkező balesetek gyakoriságának meghatározásához – az összes teljesített hkm-en belül – meg kell határozni a veszélyes anyagok dunai szállítása során teljesített hkm-ek számát, melyhez

- meghatározandó az a hatástávolság, ahonnan a baleset során a Dunába került veszélyes anyag az atomerőművet elérheti,
- a forgalmi statisztikákból meg kell határozni a veszélyes anyagot szállító hajók éves átlagos számát,
- a két fenti mennyiség szorzata adja azt a hkm számot, amelyet F_B -vel szorozva annak valószínűségét kapjuk, hogy egy év alatt hajózási balesetből veszélyes anyag kerül a környezetbe. [2-5]

A hatástávolságra vonatkozóan a telephely 1527 fkm szelvényétől a folyásiránnyal ellentétes irányban 10 km-esre, folyásirányban 5 km-esre becsült hatástávolságot lehet figyelembe venni. (A hatástávolság meghatározásánál a teljeskörűsége való törekvés érdekében a telephely szelvényétől a folyásirányban mért 5 km-es távolság is figyelembe vehető, ez azonban csak a hajókról kikerülő gáznemű anyagok esetében értelmezhető.)

2.2.1.3.2. A VESZÉLYES ÁRUK FORGALMA

A veszélyes áruk összes dunai szállításon belüli részarányának meghatározása a Duna Bizottságnál erre vonatkozóan rendelkezésre álló, 2009–2013 közötti statisztikák adatai alapján történt. A szállított veszélyes anyagok anyag-fajtánkénti részletes megoszlására vonatkozóan nincsenek adatok, az azonban látható, hogy a „veszélyes” kategóriába sorolt anyagok aránya az összes szállításon belül átlagosan közel 15%, a veszélyesanyag-szállításon belül az anyagok döntő része (49–78%-a) pedig kőolajtermék és finomított olajtermék volt). Megállapítható tehát, hogy az összegzett éves veszélyes anyag mennyiségek az összes szállításban biztosan felső korlátjai a veszélyes anyagok szállított mennyiségének.

A tranzitszállításban előforduló veszélyes anyagok teljes mennyisége áthalad a telephely előtti Duna szakaszon. A belföldi hajózásban szállított veszélyesáru-mennyiségből az áruforgalomnak csak azt a részét kell figyelembe venni, amely áthalad a telephely fkm szelvényén. Mivel a belföldön szállított árumennyiség ki- és berakodási helyeire vonatkozóan részletes információk nem állnak rendelkezésre, ezért azt kell feltételezni, hogy a teljes belföldi veszélyesáru-forgalom áthalad a telephely fkm szelvényén.

A behozatali és kiviteli hajózási forgalomban előforduló veszélyesáru-mennyiségnek szintén csak azt a részét kell figyelembe venni, amely áthalad a telephely fkm szelvényén. A ki- és berakodási helyekre vonatkozóan részletes információk ez esetben sem állnak rendelkezésre, csak a jelentősebb kikötők és az országos összegzett adatok érhetők el. Ennek alapján az elemzési feltételezés az, hogy a Duna Paks feletti, illetve Paks alatti szakaszán elhelyezkedő kikötők között mind a kirakodott, mind a berakodott összes árumennyiség, azaz a forgalom tekintetében, a megoszlási arány 2/3 és 1/3. Ez azt jelenti, hogy az összes behozatali árumennyiség 2/3-a a Paks feletti kikötőkben, 1/3-a a Paks alatti kikötőkben kerül

kirakodásra, továbbá, az összes kiviteli árumennyiség 2/3-a a Paks feletti kikötőkben, 1/3-a a Paks alatti kikötőkben kerül berakodásra.

Korábbi évek adatait is alapul véve, a rendelkezésre álló adatok alapján az elemzés azt a becslést alkalmazta, hogy a kikötőkből lefelé és felfelé irányuló forgalmak arányával közelíti a behozatali és kiviteli hajózási forgalomnak a felfelé és lefelé irányuló részarányait. A lefelé és felfelé irányuló forgalmak aránya kikötőkre és évekre átlagolva meghatározható volt.

A paksi telephely előtt elhaladó árumennyiségek meghatározásához figyelembe kell venni továbbá az észak- és dél felé irányuló forgalom megoszlását is. Az összes behozatali árumennyiség 2/3-ának dél felől érkező 66%-a (felfelé jön) és az észak felől érkező 34%-a (lefelé jön) áthalad a paksi telephely fkm szelvényén. Az összes kiviteli árumennyiség 2/3-ának dél felé irányuló 34%-a, továbbá 1/3-ának észak felé irányuló 66%-a áthalad a paksi telephely fkm szelvényén. A forgalom és a hozzá rendelhető irányban (Paks - országhatár) figyelembe veendő távolság szorzata képezi az esemény gyakoriság számításának alapját.

A behozatali és kiviteli veszélyesáru-forgalom adatait – figyelembe véve a felfelé és lefelé irányuló forgalom átlagos megoszlási arányát – és abból a paksi telephely szelvényén átszállított becsült mennyiséget a TBJ II. [2.2.1-28.](#) és [2.2.1-29. táblázat](#) mutatja.

A tranzitszállításokban évente átlagosan 374 800 tonna veszélyes kategóriába sorolt anyag fordul elő, amely a jellemző 1097 tonna/hajó átlagos rakományméretet figyelembe véve 342 hajó/év forgalmat jelent. A 15 km-es hatástávolságon ez összesen 5130 hkm teljesítését jelenti.

A belföldi szállításokban évente átlagosan 22 000 tonna veszélyes anyag szállítására kerül sor, amely az átlagos 751 tonna/hajó rakományméretet figyelembe véve 29 hajó/év forgalmat jelent. A 15 km-es hatástávolságon ez összesen 435 hkm teljesítését jelenti.

A behozatali-kiviteli szállításokban átlagosan $175\,517 + 204\,484 = 380\,001$ tonna veszélyes anyag Paksot érintő szállítására került sor átlagosan évente, amely az átlagos 751 tonna/hajó rakományméretet figyelembe véve 506 hajó/év forgalmat jelent. A 15 km-es hatástávolságon ez összesen 7590 hkm teljesítését jelenti.

2.2.1-28. táblázat: Behozatali forgalom, és abból a veszélyes anyagok mennyisége és aránya (2009–2013)

Év	Összes behozatali árumennyiség [t]	Veszélyes anyagok		A Paks felett kirakodott dél felől érkezett áru* [t]	A Paks alatt kirakodott észak felől érkezett áru** [t]	A telephely fkm szelvényén áthaladó összes árumennyiség [t]	A telephely fkm szelvényén áthaladó veszélyes anyagok	
		[t]	[%]				[t]	[%]
2009	1 241 000	310 000	25,0	546 040	140 647	686 687	171 533	25,0
2010	1 819 000	263 000	14,5	800 360	206 153	1 006 513	145 527	14,5
2011	1 569 000	401 000	25,6	690 360	177 820	868 180	221 887	25,6
2012	1 265 000	355 000	28,1	556 600	143 367	699 967	196 433	28,1
2013	1 677 000	257 000	15,3	737 880	190 060	927 940	142 207	15,3
Átlag	1 514 200	317 200	20,9	666 248	171 609	837 857	175 517	20,9

* Az összes behozatali árumennyiség 2/3-ának 66%-a, amely áthalad a telephely fkm szelvényén.

** Az összes behozatali árumennyiség 1/3-ának 34%-a, amely áthalad a telephely fkm szelvényén.

2.2.1-29. táblázat: Kiviteli forgalom, és abból a veszélyes anyagok mennyisége és aránya (2009–2013)

Év	Összes kiviteli árumennyiség [t]	Veszélyes anyagok		A Paks felett berakodott dél felé irányuló áru* [t]	A Paks alatt berakodott észak felé irányuló áru** [t]	A telephely fkm szelvényén áthaladó összes árumennyiség [t]	A telephely fkm szelvényén áthaladó veszélyes anyagok	
		[t]	[%]				[t]	[%]
2009	3 623 000	338 000	9,3	821 213	797 060	1 618 273	150 973	9,3
2010	4 454 000	648 000	14,5	1 009 573	979 880	1 989 453	289 440	14,5
2011	2 706 000	456 000	16,9	613 360	595 320	1 208 680	203 680	16,9
2012	3 814 000	464 000	12,2	864 507	839 080	1 703 587	207 253	12,2
2013	3 325 000	383 000	11,5	753 667	731 500	1 485 167	171 073	11,5
Átlag	3 584 400	457 800	12,8	812 464	788 568	1 601 032	204 484	12,8

* Az összes kiviteli árumennyiség 2/3-ának 34%-a, amely áthalad a telephely fkm szelvényén.

** Az összes kiviteli árumennyiség 1/3-ának 66%-a, amely áthalad a telephely fkm szelvényén.

Az átszállított, a belföldi és a behozatali-kiviteli veszélyes anyagok szállítása összes átlagosan 13 155 hkm teljesítését jelenti évente.

Az eloszlás m paramétere:

$$m = n \cdot F_B = 13\,155 \text{ hkm/év} \cdot 1,30 \cdot 10^{-7} \text{ baleset/hkm} = 1,71 \cdot 10^{-3} \text{ baleset/év.}$$

Annak a gyakorisága, hogy a folyami áruszállítás során a veszélyes kategóriába sorolt anyagokat szállító hajók a Duna 1527 + 10 fkm és 1527 – 5 fkm közötti, a telephelyet magában foglaló szelvényében olyan balesetet szenvednek, amely veszélyes anyag környezetbe kerülésével jár:

$$p = 1,71 \cdot 10^{-3} \text{ 1/év.}$$

A számítás eredményeként kapott fenti érték megítéléséhez a következő szempontokat kell figyelembe venni:

Az $F_B = 1,30 \cdot 10^{-7}$ baleset/hkm a valós (eddig a gyakorlatban nem megfigyelt) érték felső korlátja.

Figyelembe kell venni, hogy a veszélyes anyagok kategóriájába sorolt anyagok – különösen az „egyéb folyékony vegyi áru” – pontos fajtájára, jellemzőire vonatkozóan a rendelkezésre álló statisztikák nem tartalmaznak részletes adatokat. Ezen anyagoknak azonban feltételezhetően csak egy része jelenthet ténylegesen veszélyt a telephelyre, ezek aránya 10–20%-ra becsülhető. [2-5]

A fenti szempontok figyelembevételével a telephelyre ténylegesen veszélyt jelentő anyagok környezetbe kerülésével járó hajózási baleset gyakoriságának értéke a következő:

$$p = 1,71 \cdot 10^{-3} \text{ 1/év} \cdot 2 \cdot 10^{-1} = 3,42 \cdot 10^{-4} \text{ 1/év.}$$

Az eredménynek az NBSz-ben előírt 10^{-7} 1/év korláttal való összevetése arra a következtetésre vezet, hogy a dunai folyami szállítás, mint a telephely biztonságát befolyásoló tényező a gyakoriság elve alapján nem szűrhető ki.

Az ipari és katonai tevékenység elemzésénél (TBJ II. [2.1 fejezet](#)) alkalmazott megközelítést alapul véve a repeszhatásra az a megállapítás tehető, hogy nyomás alatti berendezések meghibásodásából keletkező repülő tárgyak hatótávolsága 100 m nagyságrendbe esik. Jelen

esetben a távolsági elv alapján ilyen forgatókönyv kizárható, azaz repesz okozta bármilyen hatást a telephely veszélyeztető tényezői között nem kell figyelembe venni.

Az egyéb vizsgálandó hatások (robbanás okozta tűz, rezgés, repülő tárgyak, robbanóképes, toxikus, korrozív gázfelhők) tekintetében az alábbi megfontolások tehetőek. A korrozív gázfelhő által kiváltott hatás lassú folyamat, ahol csökkentő tényezőként mindenképpen figyelembe kell venni a hígulást is. Jelen esetben ilyen korrozív gáz képződése nem feltételezett. Egy felszínen kialakuló robbanás következtében nem adódik át akkora energia vízen keresztül a talajnak, hogy figyelembe veendő rezgést keltsen. A felszíni robbanásban felszabaduló energia elsősorban robbanási lökéshullámban jelentkezik, amely jóval rombolóbb következménnyel jár. A fentiek alapján a talajban terjedő rezgéshullámok hatásának elemzése nem indokolt.

2.2.1.3.3. A DUNA VIZÉBE KERÜLŐ SZENNYEZŐDÉSEK KÖVETKEZMÉNYEINEK ÉRTÉKELÉSE

A folyami szállítási balesetek esetében nem csak a levegőbe, hanem a Duna vizébe kerülő mérgező, tűz-, robbanásveszélyes vagy korrozív anyag is veszélyt jelenthet, ha a szállító eszköz sérülése miatt a veszélyes anyag ellenőrzött körülmények között tartása lehetetlen, vagy komoly nehézséget jelent a baleset helyszínén. Vízi szállítás esetében a veszélyes anyag vízbe kerülésével járó további következmények értékelésében speciális szempontok is felmerülnek. A vízbe került veszélyes anyagnak az új blokkok – a hidegvíz-csatorna öblözetében lévő, a meglévő mellett tervezett – vízkivételi művéhez történő eljutási lehetőségére – azaz a blokkok biztonságának a balesetből eredő veszélyeztetésére – ezen szempontok alapján az alábbi megállapítások tehetőek. [2-5]

A telephely (a Duna torkolattól 1527 fkm) környezetében a Duna enyhén alsós szakasz jellegű. A folyó átlagos vízhozama Dunaújvárostól Mohácsig alig változik, mindenütt 2350m³/s körül van. A hajózási feltételekkel – mint a balesetek bekövetkezésére hatással bíró körülménnyel kapcsolatban – kiemelendő, hogy a Paks feletti 5 km-es Duna szakasz (korábbi elemzések a terjedési jellemzők alapján azt a becslést tették, hogy ezen távolságon kívül bekövetkező baleset hatása már elhanyagolható a hidegvíz-csatorna szelvényében) hajózás szempontjából nem tartozik a bonyolult szakaszok közé. A hajóút kitűzésének minősége jó, a folyó lassú folyású ezen a szakaszon, jól hajózhatónak mondható.

A magyarországi Duna szakaszon történt hajózási balesetek tapasztalatai azt mutatják, hogy a rakomány vízbe kerülésével még baleset esetén is csak igen kis valószínűséggel kell számolni. A vizsgált időszak baleseti eseményei között igen csekély számban van olyan, amely a hajó fizikai sérülése következtében a hajóról valamilyen anyag vízbe kerülését okozta. Lényeges körülmény, hogy ezek közül egy sem volt veszélyes áru (szállított rakomány). Az olyan súlyosságú sérülések esetében is csak bizonyos valószínűséggel lehet a rakomány vízbe kerülésével számolni, amely sérülések egyébként a hajó mozgásképtelenségét okozzák. [2-5]

A vízi szállítással továbbított anyagoknak és áruknak csak a kategóriák szerinti megoszlása ismert a behozatali és kiviteli, a belföldi és a tranzit szállítások vonatkozásában. Emiatt csak közelítő becslés adható a „veszélyes” anyagok, áruk részarányára. A becslés alapján az mondható, hogy összesen átlagosan kb. 15%-ra tehető a teljes folyami áruszállításon belül azon kategóriák aránya, amely „veszélyesnek” mondható, ezen belül átlagosan több mint 60% a kőolajtermék, finomított olajtermék, azaz benzin, gázolaj és hasonlóak részesedése. A teljes forgalomban közelítőleg max. 5% lehet tehát az egyéb vegyi áruk, vegyi anyagok, vegyipari termékek és hasonlóak részaránya. További részletek nem határozhatók meg az anyagi minőséget illetően. Az adatok jóval kisebb részletezettségben állnak rendelkezésre összehasonlítva a közúti szállítási, forgalmi adatok részletezettségével.

A veszélyes áruk szállítására vonatkozó nemzeti és nemzetközi szabályozás (ADN) előírásokat tartalmaz a veszélyes áru szállítási csomagolására. Ez azt jelenti, hogy a gyakorlatban a vízi szállító jármű rakterében a veszélyes árut az előírt egyedi csomagoló eszközben, konténerben egybe gyűjtve, ellenőrzött körülmények között szállítják. Ha a hajó sérülése esetén vízbe kerülne is konténer, a benne lévő szállítási egységek fizikai sérülése ellen bizonyos valószínűséggel védelmet ad a konténer.

Feltéve, hogy egy vízi szállítási baleset során veszélyes anyag kerül a folyóba, fontos különbségeket kell tenni abból a szempontból, hogy milyen anyag milyen veszélyt jelenthet [2-5]:

- A szilárd anyagok esetében a víznél kisebb fajsúlyú anyag okozhat veszélyhelyzetet azzal, hogy a felszínen úszva esetleg eljuthat a hidegvíz-csatornán keresztül a vízkivételi műig. Tekintve, hogy a vízkivétel a felszín alól történik, továbbá a hidegvíz-csatorna torkolata rendelkezik uszadékfogóval, a szilárd anyag veszélyességétől függetlenül megállapítható, hogy valós veszélyeztetés nem alakulna ki.
- A víznél kisebb fajsúlyú folyadék vízbe kerülése esetén a folyó felszínén úszó csóva alakulna ki, ha az anyag vízben nem oldódik. Ilyen lehet pl. a benzin, a gázolaj, amelyek szállítása ugyan jellemző, de a teljes áruszállításban relatíve alacsony arányt képvisel. A TBJ II. [2.1 fejezet](#)ében ismertetett benzinkút esetében feltételezett baleseti esemény következménye alapján megállapítható, hogy a Dunán bekövetkező tűz vagy robbanás következménye nem érné el a telephelyet.
- A víznél nagyobb fajsúlyú anyagok vízbe kerülése esetén a mederben történő kiüledés miatt nem mondható reálisnak, hogy az anyag a hidegvíz-csatornán keresztül eljut a vízkivételi műig, valós veszélyeztetés kialakulását nem kell feltételezni. A kiüledést segíti, hogy a folyó ezen a szakaszon alsószakasz jellegű, lassú folyású. Figyelembe veendő további tényező, hogy a hidegvíz-csatorna meder alja magasabban van a Duna meder aljánál, azaz a meder alján sodródással terjedő szilárd anyag bejutását a „meder lépcső” akadályozza.
- A vízben oldódó anyagok közül az jelenthetne veszélyt, amely korrozív jellemzőkkel bír, fémekkel kapcsolatba lépve agresszív kémiai reakciók jellemzik. Ha ilyen anyag kerülne a vízbe, akkor a szokásos szállítási mennyiségekből kiindulva a mennyiségi arányok alapján az becsülhető, hogy még ha a vízkivételi műig el is jutna, akkora mértékű hígulást szenvedne, amely miatt nem jelentene komoly veszélyhelyzetet.
- A vízbe került, oldódott veszélyes anyagnak a vízkivételi műig történő eljutását még egyéb körülmények is nehezítik, azaz az eljutás valószínűségét csökkentik. A hidegvíz-csatorna torkolatát az uszadék besodródás minimalizálására tekintettel alakították ki, ami csökkenti a veszélyes anyag besodródásának valószínűségét, továbbá a vízkivétel térfogatárama miatt a hűtővíz csatornában nem alakul ki jelentős áramlási sebesség. A vízbe került anyagnak a jelentős részaránya még keveredés esetén is a folyó fő sodorvonala mentén halad, azaz elhalad a hidegvíz-csatorna torkolata előtt.

Az új blokkok vízkivételi műve a tervek szerint a hidegvíz-csatorna öblözetében, a meglévő vízkivételi mű mellett létesül, ezért közvetlen fizikai sérülése hajó vagy uszadék ütközéséből eredően szintén kizárható, mivel a hidegvíz-csatornán hajóforgalom nincs, a csatorna uszadék fogóval rendelkezik

A PAE 1-4 blokkjára elvégzett, a külső, természeti és emberi eredetű eseményekre vonatkozó kockázatelemzés megállapította, hogy a Dunába kerülhetnek olyan szennyeződések (pl. pakura, vörösiszap, toxikus anyagok stb.), amelyek potenciális veszélyforrást jelenthetnek az atomerőműre nézve. A szennyeződések különféle hatásmechanizmusokon keresztül veszélyeztethetik a vízkivételi mű tervezett módon történő működésének fenntartását vagy a

hűtővízrendszerekbe jutva eltömődést, hőátvitel romlást okozva veszélyeztethetik a hőelvitelt a végső hőelvonó felé. A problémát többek között a szűrőrendszer eltömődése okozhatja, mely a biztonsági hűtővízrendszer kieséséhez vezethet. [2-5]

A kockázatelemzés röviden tárgyalta az alábbi kiemelten veszélyes anyagok, illetve ipari létesítmények hatását az erőmű vízkivételi művére:

- pakura,
- gabona,
- nagyobb mennyiségű iszap,
- nehézsúlyos,
- ipari zagyártározó.

A kockázatelemzés megállapította, hogy amennyiben az előírt védőintézkedések alapján a szűrőeltömődés mint külső veszélyforrás nem szűrhető ki a részletes kockázatelemzést igénylő veszélyek közül, úgy meg kell határozni a szűrőeltömődésből származó zónasérülési kockázatot. [2-5]

A szűrőeltömődésből származó zónasérülési kockázat meghatározásához 2014-ben további elemzés készült. [2-11] Az elemzés meghatározta azon külső eseményeket, eseménysorokat, amelyek a szűrőeltömődés veszélyével fenyegetnek és becslést adott a szűrőeltömődés gyakoriságára. Jóllehet, a szerzők rögzítik: „Megjegyezzük, hogy a hűtővízkiesés lehetőségének megalapozottabb megítélése és a veszélyeztető események következményeinek megfelelő kezelése érdekében további kiegészítő vizsgálatokra és intézkedésekre tettünk javaslatot.”, a kapott eredmények alapján bizonyos esetekben a szűrőeltömődések az elemzés szerint gyakorisági elven nem zárhatók ki. Az alábbi szennyezők idézhetik elő a szűrőeltömődés veszélyét [2-10]:

- víz felszíne alatt lebegő nyersolaj vagy kőolajszármazék,
- toxikus anyagok,
- eltömődés veszélyével járó szemcsés anyagok,
- eltömődés veszélyével járó vízínövények.

A dokumentum szerint a biztonsági hűtővízrendszer kiesésének gyakoriságára meghatározott értékeket és a becsült helyreállítási időket az erőművi kockázatelemzésben műszaki szakértői becslésből származó bemenő adatokként kell kezelni, és tekintettel kell lenni arra, hogy azok jelentős bizonytalansággal (és esetlegesen szubjektivitással) terheltek. Ennek a figyelemfelhívásnak amiatt van kiemelt jelentősége, mert a Dunába került anyagok keveredéssel (lebegő anyagok) és sodródással (szemcsés anyagok, vízi növények, haltetemek) történő terjedésének jellemzésére terjedésszámítás nem készült és a dokumentum a terjedésre vonatkozó, legalább minőségi jellegű leírást sem tartalmaz.

Az értékelés alapjául szolgáló elemzés [2-5] alapján az alábbiak szerinti veszélyeztető tényezők gyakorisági alapon nem szűrhetők ki:

- víz felszíne alatt lebegő nyersolaj vagy kőolajszármazék,
- toxikus anyagok,
- eltömődés veszélyével járó szemcsés anyagok,
- eltömődés veszélyével járó vízínövények.

A korábban elemzett kiváltó események miatt a Duna vizébe kerülő szemcsés anyagok következményeinek pontosabb megismerésére kiegészítő terjedésszámítások készültek [2-18]. A terjedésszámítás a TBJ II. [2.1.2.1 fejezetében](#) ismertetett módszerrel és alkalmazott feltételekkel készült.

A terjedésszámítás eredményei alapján előálltak mindazon szennyezési esetek, amelyekből szennyezőanyag terhelések a hidegvíz-csatornán keresztül hatással vannak az új blokkok hűtővíz ellátására. [2-18]

2.2.1-30. táblázat: A hűtővíz-ellátását potenciálisan veszélyeztető események és azok tervezési alapadatai

Veszélyforrás (anyagcsoport)	A hidegvíz-csatornába bejutható szennyező mennyisége [kg]	A hidegvíz-csatornába bejutható szennyezőanyag koncentrációja [g/m ³]
Folyami szállítási balesetből eredő felúszó kőolajszennyezés (dízelt) bekerülés	~149 000	*214 (g/m ³)
Folyami szállítási balesetből eredő toxikus anyag (konzervatív) bekerülés	~234 000	58
Folyami szállítási balesetből eredő toxikus anyag (könnyen bomló) bekerülés	~210 000	42
Folyami szállítási balesetből eredő sav, lúg bekerülés	~211 20	42
Folyami szállítási balesetből eredő szemestakarmány bekerülés	~1 252 000	2846

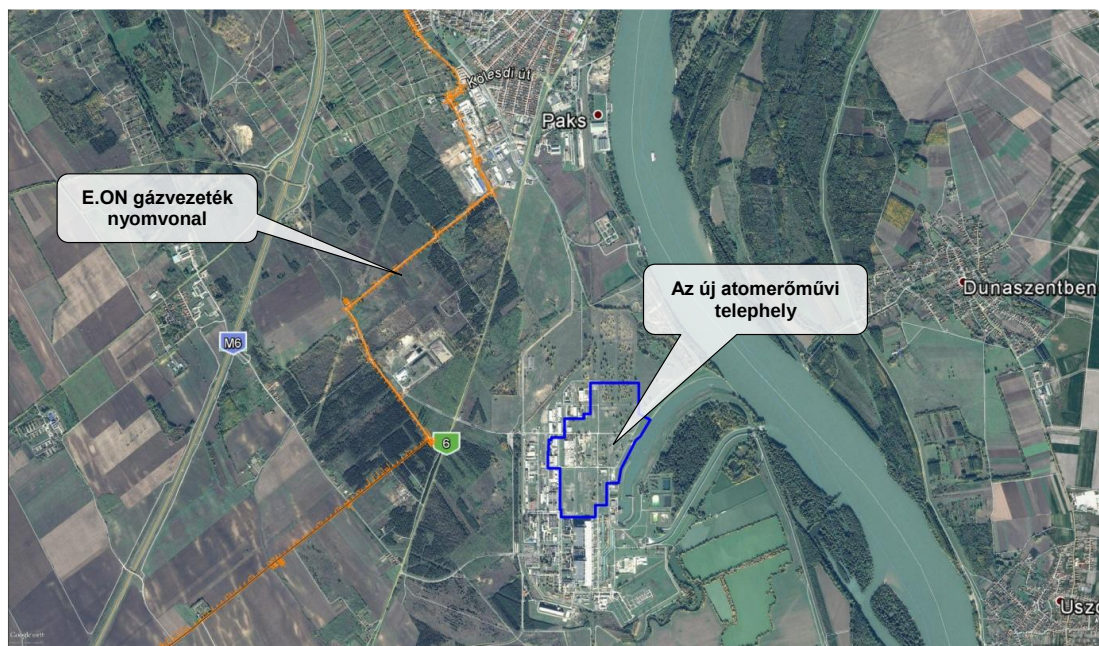
* A lebegő kőolajfrakciók okozta szennyezések mennyisége vízfelszínre vonatkoztatott értéke

A szemcsés anyagra vonatkozó terjedésszámítások [2-18] erősen konzervatív eredményeket adtak. Ennek oka a dunai terjedésbe való belépés meghatározásának nagyfokú bizonytalansága. A nem kiszűrt veszélyeztető tényezők adatai a tervezési alapon szerepeltetésre kerülnek. A felsorolt veszélyeztető tényezők tekintetében megállapítható, hogy azok az iparágban bevált megoldásokkal kezelhetők.

2.2.1.4. Csővezetékes anyagszállítás értékelése

A telephely közelében található csővezetékes anyagszállítás baleseteiből eredő hatásokat, hasonlóan a közúti anyagszállítás értékelésénél elemezni kell, hogy a nukleáris biztonság szempontjából milyen jellemzőkkel bír.

A telephely közelében egyetlen egy, a Paks és Fadd közötti nagyközép-nyomású acél gázvezeték található. A gázvezeték üzemeltetője az E.ON Dél-dunántúli Gázhálózati Zrt. A nagyközép-nyomású acél gázvezeték nyomvonal mintegy 18 900 m hosszban vezet az E.ON Zrt. paksi nyomáscsökkentő állomása és a Fadd melletti FGSZ Földgázszállító Zrt. gázátadó állomása között (TBJ II. 2.2.1-19. ábra). [2-4]



2.2.1-19. ábra: A vizsgált gázvezeték nyomvonala a telephely környezetében

A telephely környezetében a vezeték teljes keresztmetszetű törése következtében a környezetbe kerülő földgáz mennyiségének csökkentését biztosító kiszakasozást 3 db gyorszár végzi, a Déli-gyorszár (11+108. szelvényénél), a Középső-gyorszár (12+665. szelvényénél) és az Északi-gyorszár (31+981. szelvényénél). Törés esetén a gyorszárak alsó zárási értékét (15 bar) elérve automatikusan, külső beavatkozás nélkül lezárnak, a telepített terepi eszközök (DiLog MP) pedig SMS riasztást küldenek az Üzemirányításnak, amely értesíti a készenlétes szolgálatot. A zárás a szállítórendszeri (gázátadói) kiadási nyomás (MOL – Fadd) és az elosztói terhelési viszonyoktól függően várhatóan 5 perc alatt megtörténik, ha a teljes keresztmetszetű törés a gyorszárak közötti szakaszon következik be. Ez idő alatt a környezetbe kerülő földgáz becsült mennyisége 15 000 m³. [2-4]

A terjedésszámítások a következő kritériumok mellett készültek:

- Teljes szelvényű törés helyett egy 16 cm töréssel egyenértékű nagyméretű szivárgást kell feltételezni.
- Kisméretű ($d \approx 1''$) szivárgás esetét nem kell modellezni.
- Mérgezési koncentrációk közül a TEEL-1 (Temporary Emergency Exposure Limits) határértéket 3000 ppm értékkel kell vizsgálni. (A földgáz nem minősül különösebben toxikus anyagnak, ezért földgáz esetére ERPG szinteket nem határoztak meg. Az értékelésben konzervatívabb megközelítésként a TEEL határértékek szerepelnek.)
- A késői robbanást az ARH (Alsó Robbanási Határ) 60%-ánál kell vizsgálni.
- Az események várható gyakoriság értékek alapján nem szűrhetők ki.

A gázelosztó vezeték üzemszerű működése, működtetése a telephelyre nincs semmilyen veszélyes hatással. A vezeték integritásának sérülésekor, azaz bármi okból bekövetkező törése, lyukadása következtében a kikerülő gáz az alábbi hatásokat okozhatja [2-4]:

- magas gázkoncentráció esetén toxikus hatás,
- gázömlést követő robbanás okozta túlnyomás,
- kiömlő gáz égéséből hőhatás.

A TBJ II. [2.1.1 fejezete](#) elején ismertetett elemzési modell alkalmazásával a vezeték sérülés helyének kijelölése úgy történt, hogy az kedvezőtlen szélirány esetén a telephelyhez

legközelebb essék. Ez a pont a telephelytől nyugati irányban, a 6-os számú főút mellett, a telephelytől mintegy 980 m-re található.

A konzervatív értékekkel készült terjedésszámítások alapján megállapítható, hogy az E.ON nagyközép-nyomású gázvezeték szivárgásából vagy töréséből eredően semmilyen közvetlen veszélyhatás nem érheti az új blokkok telephelyét.

2.2.1.5. Villamos távvezetékek értékelése

A kapcsolódó külső távvezeték hálózat zavarait, tartós és teljes üzemképtelenségét okozhatja emberi tevékenység, például szerelési munkák, karbantartások elvégzése, bekövetkezhet emberi-, vagy műszaki hiba miatt, tüzeset által, de az ok lehet természeti eredetű is, mert rövidebb vagy hosszabb üzemzavar, üzemképtelenséget okozhat például villámcsapás, extrém szél, hőteher, árvíz vagy földrengés is. Ezen okokból a telephely külső feszültségkiesése vagy akár a teljes magyar villamosenergia-rendszer összeomlása („blackout”) is bekövetkezhet.

Bármilyen okból áll elő üzemzavar, tartós üzemképtelenség, vagy „blackout”, azt úgy kell tekinteni, hogy biztosan be fog következni előre nem jelezhető, váratlan időpontokban, időtartamban és terjedelemben.

A magyar villamosenergia-rendszer (VER) mai arculatát megalapozó fejlődése az 1950-es évek elején indult meg. Az állami beruházások keretében megépített, zömében széntüzelésű erőművek által megtermelt villamos energia hálózati csatlakoztatására, elszállítására és elosztására villamos alállomások, nagy- és közép feszültségű távvezeték hálózatok létesültek (TBJ II. [2.2.1-20. ábra](#)). [2-8]

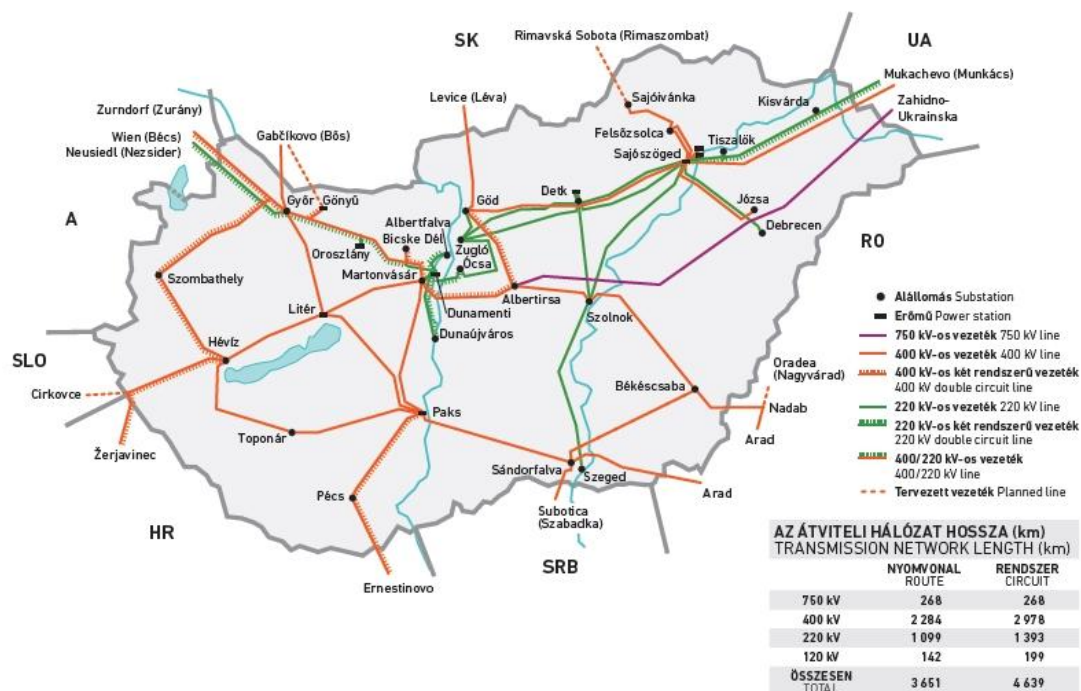
Az 1990-es évek közepén elkezdődött az a program, amely az ellátásbiztonság növelése érdekében megfogalmazta az átviteli hálózat 2010-ig történő bővítési elemeit, mellyel biztosítani lehet az alaphálózati (n-1) elvet, emellett a teljes átviteli hálózati technológia 2010-ig történő rekonstrukcióját tűzte ki célul. A zöldmezős új alállomások építése, valamint a felújítások keretében alállomásonként minden elemében új, korszerű kapcsolóberendezések, védelmi, irányítástechnikai, tűz- és vagyonvédelmi rendszerek épültek ki. Mindezek 2002-től lehetővé tették a helyszíni kezelést kiváltó, de továbbra is folytonos felügyeletet biztosító távkezelés fokozatos bevezetését. Mára az összes 400 kV-os és 220kV-os alállomás is távkezelt rendszerű (kivéve a Paksi 400/120 kV-os alállomást), amely lehetőséget ad egy esetleges hálózati üzemzavar gyors kiértékelésére és a hiba felszámolására. [2-8]

A hálózati fejlesztések stratégiai iránya az egyszeres kiesés esetén is átviteli rendelkezésre állást biztosító hálózatkép megvalósítása, illetve a szomszédos országok közötti villamosenergia-csere kapacitásának növelése, biztonságosabbá történő kialakítása.

A 220 kV-os és a 400 kV-os feszültség szintű alállomásokat és az azokat összekapcsoló távvezeték rendszer együttesét hívják átviteli hálózatnak (korábbi nevén alaphálózat). Jelenleg is elsődleges feladatuk az erőművekben megtermelt villamos energia eljuttatása az alacsonyabb feszültség szintű főelosztó hálózatba, másodsorban pedig a szomszédos országok közötti villamosenergia-cserét bonyolítja le. A hálózat topológiai kialakítása hurkolt, amelynek jellemzője, hogy különböző táppontok és fogyasztói helyek között egyidejűleg több, különböző irányú összeköttetés üzemel.

A távvezetékek kapacitás adataik alapján és a Paks 400/120 kV-os alállomás kapcsolástechnikai képének elemzéséből megállapítható, hogy a telephely közvetlen szomszédságában megtermelt 2000 MW egy távvezeték kiesése esetén is elszállítható, sőt, a pécsi két rendszerű távvezeték kiesése esetén sem kell visszaterhelni az erőművet, ha a szomszédos alállomások és az érintett távvezetékek aktuális leterheltsége ezt nem

akadályozza meg. Erre az állomás a kapcsolási képe alapján alkalmas, amely a hosszanti sínbontóval ellátott ún. másfélmegszakítás kialakítású kapcsolat. Előnye, hogy minimális gyűjtősin és kapcsolókészülék felhasználásával számos átkapcsolási lehetőség adódik, így a többi állomás topológiához képest viszonylag kedvező költségű és nagy hibatűrésű. A PAE1-4 blokk hálózati környezetére koncentrálna a teljes VER-hez képest 1 nagyságrenddel nagyobb megbízhatóság tapasztalható, azonban néhány esetben előfordult a vizsgált 5 év 8 hónap során, hogy le kellett állítani egy adott blokkot a hozzátartozó blokkvezeték meghibásodása miatt, de a blokk háziüzemi és biztonsági rendszereinek villamosenergia-ellátása sohasem volt veszélyben. Továbbá az atomerőmű külső feszültségkiesésére nem volt példa az üzemelépése óta. [2-8]



2.2.1-20. ábra: A magyar átviteli hálózat

Az új blokkok kiszolgálását a meglévő hálózati kapcsolatok nem tudják biztosítani, ezért egy új 400/120 kV-os állomást kell létesíteni, új távvezetéseket kell kiépíteni és a meglévő távvezetéseket át kell alakítani, át kell rendezni.

Az új blokkok hálózati csatlakozásának és távvezetési kapcsolatainak kialakítása még nem véglegesen eldöntött. A lehetséges hálózati telephelyek elemzésre kerültek.

Az újonnan megépülő blokkokat kiszolgáló Paks-2 állomás kapcsolatai [2-8]:

- Paks 400/120 kV-os állomás,
- Újonnan megépülő Dunaújváros Nyugat 400/120 kV-os állomás,
- Toponár 400/120 kV állomás,
- Litér 400/120 kV-os állomás,
- Albertirsa 750/400 kV-os állomás.

Új távvezetékek és adataik, átrendezések [2-8]:

- Paks-2 – Dunaújváros Nyugat: Távvezeték hossz ~50 km lesz, sodronyok keresztmetszete $3 \times 3 \times 500 \text{ mm}^2 / 65 \text{ mm}^2$ ACSR, nyári terhelhetőség max. 3360 A, amely 2328 MVA teljesítmény átvitelt biztosít. A Martonvásár 400 kV-os távvezeték kerül beforgatásra az újonnan megépülő Dunaújváros Nyugat 400/120 kV-os állomásba. A

távvezeték építése 1976-ban fejeződött be, illetve a Paks bekötő szakasz 1980-ban készült el. A távvezetéken 2001-ben védővezető cserét végeztek, OPGW védővezetőt helyeztek fel. 2008-ban a távvezeték felújításra került teljes hosszában, szigetelő cserét és oszlopszerkezet festést hajtottak végre.

- Paks-2 – paksi 5-6. blokk blokkvezetékek: Két darab új kiépítésű kétrendszerű távvezeték épül, ~6,2 és 6,4 km hosszban, sodronyok keresztmetszete $2 \times 3 \times 2 \times 500 \text{ mm}^2 / 65 \text{ mm}^2$ ACSR, nyári terhelhetőség max. $2 \times 2240 \text{ A}$, amely $2 \times 1552 \text{ MVA}$ teljesítmény átvitelt biztosít, összesen tehát $2 \times 2 \times 1552 \text{ MVA-t}$.
- Paks-2 – Litér: Távvezeték hossz ~89 km lesz, sodronyok keresztmetszete $3 \times 3 \times 500 \text{ mm}^2 / 65 \text{ mm}^2$ ACSR, nyári terhelhetőség max. 3360 A , amely 2328 MVA teljesítmény átvitelt biztosít. A távvezeték átforgatásra kerül a Paks állomásból a Paks-2 állomásba. A távvezeték 1987-ben helyezték üzembe. 2007-ben fejeződött be a szigetelők cseréje. 2008-ban védővezető cserét hajtottak végre, OPGW védővezetőre, valamint elvégezték az acél oszlopszerkezetek korrózióvédelmi festését. 2010-ben távvezeték alapfelújítást végeztek.
- Paks-2 – Toponár: Távvezeték hossz ~85 km lesz, sodronyok keresztmetszete $3 \times 3 \times 500 \text{ mm}^2 / 65 \text{ mm}^2$ ACSR, nyári terhelhetőség max. 3360 A , amely 2328 MVA teljesítmény átvitelt biztosít. A távvezeték átforgatásra kerül a Paks állomásból a Paks-2 állomásba. A távvezeték építése 1977-ben fejeződött be, illetve a Paks bekötő szakasz 1980-ban készült el. A távvezetéken 2006-ban szigetelő cserét végeztek.
- Paks – Albertirsa: Az újonnan megépülő albertirsai kétrendszerű távvezeték egyik rendszere, hossza ~115 km lesz, sodronyok keresztmetszete $3 \times 2 \times 500 \text{ mm}^2 / 65 \text{ mm}^2$ ACSR, nyári terhelhetőség max. 2240 A , amely 1552 MVA teljesítmény átvitelt biztosít.
- Paks-2 – Albertirsa: Az újonnan megépülő albertirsai kétrendszerű távvezeték egyik rendszere, hossza ~115 km lesz, sodronyok keresztmetszete $3 \times 2 \times 500 \text{ mm}^2 / 65 \text{ mm}^2$ ACSR, nyári terhelhetőség max. 2240 A , amely 1552 MVA teljesítmény átvitelt biztosít.
- Paks – Paks-2: A két állomás között 2 db kuplung távvezeték létesül, külön nyomvonalon. Az egyik a fennmaradó Paks – Martonvásár távvezeték szakasz, míg a másik új kiépítésű távvezeték. Hosszuk 7,2 km és 6,6 km, sodronyok keresztmetszete $3 \times 3 \times 500 \text{ mm}^2 / 65 \text{ mm}^2$ ACSR, nyári terhelhetőségük max. 3360 A , amely 2328 MVA teljesítmény átvitelt biztosít. Összesen tehát $2 \times 2328 \text{ MVA-t}$.

A magyar villamosenergia-rendszer – mind minden távvezeték-hálózat - kiterjedtsége miatt jelentős számú természeti és emberi eredetű veszélyeztető tényezőnek ki van téve. Mivel az alaphálózat kialakítása (hurkoltsága) olyan, hogy megfelel az n-1 elvnek, illetve létesítése, folyamatos fejlesztése során mindig a kor színvonalának megfelelő műszaki megoldásokat alkalmaznak, ezért a számos veszélyeztető tényező ellenére sem fordult még elő ez idáig teljes rendszerösszeomlás. A külső veszélyeztető tényezők listájának összeállításakor alapvetően az új blokkok esetében is vizsgálatra kijelöltek lehet figyelembe venni, kiegészítve néhány további lehetséges veszélyeztető tényezővel. Ezek a következők [2-8]:

- természeti eredetű:
 - napkitörés,
 - árvizek,
 - harmatképződés,
 - szélsőséges környezeti hőmérséklet,
 - jégterhelés,
 - villámcsapás,
 - tornádó,
 - szélterhelés,
 - szél által mozgatott repülő tárgyak,

- földrengés;
- emberi eredetű:
 - folyami szállítás,
 - közúti szállítás,
 - vasúti szállítás,
 - környező ipari létesítmények,
 - repülőgép becsapódás,
 - erdő és egyéb vegetáció tüzek.

Ezen veszélyeztető tényezők hatásai az új Paks-2 alállomásra, a 2 db 400 kV-os blokkvezetésekre és a 2 db 120 kV-os tartalék betáplálás távvezetésekre vonatkozóan az alábbi területek figyelembevételével történt (TBJ II. [2.2.1-31. táblázat](#)):

2.2.1-31. táblázat: Tartalék betáplálás távvezetésekre vonatkozóan területei

	Hosszúság [m]	Szélesség [m]	Alapterület [km ²]
Blokk és tartalék betáplálási távvezetékek	6200	132	0,8184
PAKS-2 alállomás	360	210	0,0756
Együttesen			0,894

A vizsgálatok során az alábbi veszélyeztető tényezők szűrhetők ki hatás, távolság vagy burkoló elv alapon [\[2-8\]](#):

- Napkitörés: Magyarország kevésbé veszélyeztetett a földrajzi elhelyezkedése miatt, illetve a berendezések és készülékek védettek a napkitörések által keltett elektromágneses zavaroktól, így hatás alapon kiszűrhető.
- Környezeti ipari létesítmények: Az alállomás és a vizsgált távvezetékek 30 km-es környezetében csak egy veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem van, amely hatás alapon, a távolabbiak pedig távolsági alapon kiszűrhetőek. A PAE 1-4 blokk és a KKÁT pedig hatás alapon kiszűrhetőek.
- Árvizek: Az alállomás tervezett telephelyének tengerszint feletti magassága több mint 10 méterrel meghaladja a Duna legmagasabb valaha mért vízállását, és a távvezetékek nyomvonala sem kerülhet árvíz alá, ezért hatás alapon kiszűrhető.
- Harmatképződés: Hatás alapon kiszűrhető, mivel a harmatképződés hatására bekövetkező rövidzárlati ív megszünteti a kiinduló okot és így a távvezeték vagy kapcsolóberendezés automatikus visszakapcsolása sikeres lesz.
- Szél által mozgatott repülő tárgyak: A szél mechanikai hatásának burkoló elvéből adódóan kiszűrhető a veszélyeztető hatás.
- Erdő és egyéb vegetáció tüzek: az erdő és egyéb vegetáció tüzek nem jelentenek közvetlen veszélyforrást a távvezetékekre. Az erdőtüzek oltása során számolni kell azzal, hogy valamely távvezeték feszültségmentesítésére szükség lehet a biztonságosan végezhető oltási munkák feltételeinek megteremtéséhez.

Az alábbi veszélyeztető tényezőket gyakorisági alapon vizsgálták [\[2-8\]](#), [\[2-19\]](#):

- Repülőgép becsapódás: Mind az alállomás, mint a vizsgált távvezetékek esetében számolni kell a veszélyeztető tényezővel. $[1,77 \cdot 10^{-4}/\text{év}]$
- Szélsőséges hőmérsékleti értékek: Az extrém magas hőmérséklet hatás alapon kiszűrhető, azonban az extrém alacsony hőmérséklettel számolni kell $[1 \cdot 10^{-4}/\text{év}]$.

- Villámcsapás: A veszélyeztető tényező a számítások alapján gyakoriság alapon kiszűrhető, mivel villámcsapások által a külső feszültségkiesés gyakorisága a szűrési szint alatt van. [Alállomás: $5,32 \cdot 10^{-17}/\text{év}$; távvezetékek: $2,57 \cdot 10^{-8}/\text{év}$]
- Tornádó: Számolni kell a veszélyeztető tényezővel, az F2-F5 osztályú tornádók együttes előfordulási gyakorisága: $3,53 \cdot 10^{-4}/\text{év}$.
- Szélterhelés: A távvezetékek esetében az előfordulási gyakoriság $2 \cdot 10^{-3}/\text{év}$, az alállomás meghibásodását burkolja a távvezetékek meghibásodási gyakorisága.
- Jegesedés: A távvezetékek esetében az előfordulási gyakoriság $2 \cdot 10^{-3}/\text{év}$, az alállomás meghibásodását burkolja a távvezetékek meghibásodási gyakorisága.
- Szél- és jégterhelés: A távvezetékek esetében az előfordulási gyakoriság $2 \cdot 10^{-3}/\text{év}$, az alállomás meghibásodását burkolja a távvezetékek meghibásodási gyakorisága.
- Földrengés: A földrengés az egyik távvezeték és az alállomás részbeni 0,25g-re való tervezése esetén $1 \cdot 10^{-4}/\text{év}$ gyakorisággal okozhat külső feszültségkiesést. A talajfolyósodás pedig gyakoriság alapon szűrhető ki.
- Közúti szállítás: A vizsgált távvezetékek esetében számolni kell a veszélyeztető tényezővel [$2,2 \cdot 10^{-7}/\text{év}$], az alállomásnál viszont hatás alapon kiszűrhető.
- Vasúti szállítás: A rendelkezésre álló információk figyelembevételével gyakoriság alapján kiszűrhető.
- Folyami szállítás: A rendelkezésre álló információk figyelembevételével gyakoriság alapján kiszűrhető.
- Vezetékes anyagszállítás (nagy nyomású földgáz): Számolni kell a veszélyeztető tényezővel, előfordulási gyakorisága: $2,87 \cdot 10^{-4}/\text{év}$.

Összegzésképpen az alábbi esemény-értékelés tehető az új blokkok telephelyére nézve a kapcsolódó külső távvezeték-hálózatok vizsgálata alapján.

Rövid idejű (egy órát nem meghaladó) külső feszültségkiesés

Ilyen esemény nem valószínűsíthető, mivel a külső feszültségkiesést csak komoly és kiterjedt hálózati üzemzavar, vagy a távvezeték hálózat vagy az alállomás fizikai sérülése okozhatja. Utóbbi nem állítható helyre 1 órán belül, hálózati üzemzavar esetén azonban a „black start” gyorsindítású gázturbinás erőmű tud kb. 20 percen belül rendelkezésre állni, mint alternatív külső energiaforrás. [2-8]

Közepes időtartamú (egy órát meghaladó, de 24 óránál rövidebb) külső feszültségkiesés

Ilyen esemény nem valószínűsíthető, mivel a külső feszültségkiesést a távvezeték hálózat vagy az alállomás fizikai sérülése okozhatja, ami viszont nem állítható helyre 24 órán belül. [2-8]

Hosszú idejű (24 órát meghaladó) külső feszültségkiesések

24 óránál hosszabb idejű külső feszültségkiesés a külső veszélyeztető tényezők vizsgálata alapján az alábbi esetekben és gyakoriságokkal fordulhat elő:

- repülőgép becsapódás: $1,77 \cdot 10^{-4}/\text{év}$,
- extrém alacsony hőmérséklet: $1 \cdot 10^{-4}/\text{év}$,
- tornádó: $3,53 \cdot 10^{-4}/\text{év}$,
- szélterhelés: $2 \cdot 10^{-3}/\text{év}$,
- jegesedés: $2 \cdot 10^{-3}/\text{év}$,
- szél- és jégterhelés: $2 \cdot 10^{-3}/\text{év}$,
- földrengés: $1 \cdot 10^{-4}/\text{év}$,
- közúti szállítás: $2,2 \cdot 10^{-7}/\text{év}$,

- vezetékes anyagszállítás: $2,87 \cdot 10^{-4}$ /év.

Ezen események alapján az egy év alatt bekövetkező hosszú idejű külső feszültség kiesés gyakorisága összesíthető, de ilyen kis számok esetében az egyszerű összeadás is ugyan arra az eredményre vezet: $7,02 \cdot 10^{-3}$. A fenti veszélyeztető tényezők bekövetkezése esetén a külső hálózat fizikailag olyan mértékben károsodik, hogy annak helyreállításának időszükséglete 1 nap - 6 hónap. [2-19]

A telephely szempontjából nézve, a külső feszültség kiesés fentebb megadott időtartama irreleváns, mert a külső villamos betáplálásra vonatkozó autonómia követelményeket az NBSz-nek megfelelően a biztonsági funkciókra vonatkozó időtartamokból kell levezetni.

2.2.1.6. Prognózis

A szállítási tevékenységek prognózisa jelentős bizonytalansággal adható meg. Igen nehéz, azaz csak nagy bizonytalansággal lehet előre jelezni a vizsgált szállítási tevékenységeknek azon jellemzőiben bekövetkező változásokat, amelyek jelen elemzésben meghatározóak, nevezetesen anyagféleségeket, azok mennyiségét, szállítási módokat, eszközöket, útvonalakat és mindenekelőtt a szállítási gyakoriságokat járműkategóriánként.

A telephely tágabb környezetének területszerkezetében jelentős változás (az út-, illetve vasúthálózat jelentős fejlesztése, a szállítási tevékenység jelentős bővülése, egyéb nagy kockázatú létesítmények építése) a rendelkezésre álló információk alapján rövid távon nem várható.

Térségi fejlesztési dokumentumok 2020-ig terjedően jelölnek ki fejlesztési irányokat, stratégiákat. [2-5]

A folyami szállítási tevékenység bővülése már rövid távon várható. A 2003-ban üzembe helyezett paksi közforgalmú gabona-kikötő forgalma az Európai Unióhoz való csatlakozás következtében megnőtt és ezért a kikötő igénybevétele iránti igény megduplázódott, így még egy, kéthajóállásos kikötő megépítése vált szükségessé, hogy további gabona és darabáru vízi szállítását biztosítsák. A megnövelt kapacitású kikötő üzembe lépésével várhatóan mind az ömlesztett, mind a darabáru folyami (és az átrakodások számának várható növekedése miatt a közúti) szállítási forgalom és ezzel az esetleges balesetek kockázata is növekedni fog a paksi telephely közelében.

Az emberi tevékenységekhez kapcsolódó szállítási és közlekedési telephely jellemzők változását 10 évente elegendő monitorozni. [2-5]

2.2.2. Telephelyet érintő, közlekedésből (közúti, vasúti, folyami) lehetséges baleseteiből eredő hatások részletes értékelése

Az új blokkok telephelye a kiszolgáló és üzemeltető személyzet számára közúton a PAE 1-4 blokkot jelenleg is kiszolgáló északi (bejárata a 6. sz. főút 114+200 km szelvényében) és déli (bejárata a 115+700 km szelvényben) szintbeli csomópontokon keresztül közelíthető meg. Az üzemeltető és kiszolgáló személyzet számára a telephely megközelítése közúton lehetséges, fizikai védelem miatt a létesítménybe való direkt ütközés hatása kizárható.

Az új blokkok telephelyén kívül különböző mértékű és kiterjedésű tüzek alakulhatnak ki, az azokból eredő terhelések mértékének meghatározása céljából terjedési modellszámítások készültek. Az erdőtűz hatását a TBJ II. 2.4.3. fejezet értékeli. A telephely közvetlen közelében (pontos elhelyezkedés, „layout”-ja nem ismert) kialakítandó parkolóban a járművek kigyulladhatnak.

Az esemény bekövetkezését jellemző gyakorisági érték meghatározása nem része az elemzésnek. A vizsgálat terjedési modelleket alkalmaz a hatások jellemzésére, a modellek alapján meghatározza a hatások térbeli kiterjedését és időbeli változását jellemző időtartamokat. Jármű tüzek keletkezése esetén az okok számos esetben bizonytalanul azonosíthatóak. A fő veszélyforrást az üzemanyag okozza, mivel a tűz következtében az üzemanyagtankban lévő benzin túlhevül, a tank túlnyomás miatt szétrobban és a környezetbe jutó benzin meggyulladva jelentős kiterjedésű tűzgömböt eredményez. Jóllehet a tűzgömb rövid ideig áll fenn, intenzív hősugárzást jelent a közvetlen környezetben és a több méterre szétlövellő égő benzin a tűz terjedését gyorsíthatja.

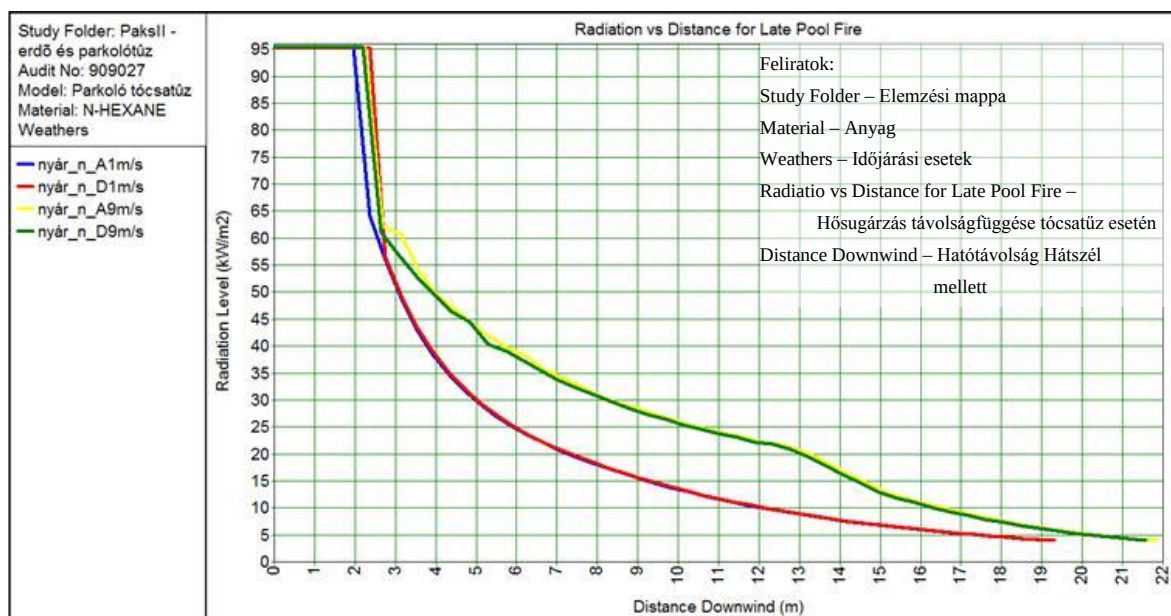
A járművek éghető részei - elsősorban a gumiabroncsok - a terjedést segítik. A több gépjárműre áterjedő tűz három jelenség modellezésével írható le [\[2-13\]](#):

- A túlhevült üzemanyagtartály felrobbanása következtében a kikerülő benzin tűzgömb formájában ég el, amely az általa okozott hősugárzással jellemezhető.
- A szétrobbanás következtében lökéshullám keletkezik, amely az okozott túlnyomáshullám kiterjedésével jellemezhető.
- A szétrobbant üzemanyagtartályból kikerülő, de nem a tűzgömbben eléggő, hanem szétfolyó üzemanyag és az autók egyéb éghető részeinek égéséből eredő hőhatás a benzintócsa-tűz hőhatásával jellemezhető.

A felsorolt hatásokat különböző jellemző értékek által meghatározott hatáshónak fizikai kiterjedésével lehet legszemléletesebben leírni. Ahhoz, hogy az üzemanyagtank szétrobbanása bekövetkezzen, jelentős közvetlen hőhatásra van szükség, amely a tankban lévő benzin teljes térfogatában történő jelentős hőmérséklet növekedését okozza. Ez olyan módon állhat elő, hogy valamilyen okból benzin tócsa keletkezik egy jármű alatt, ami aláfollik a szomszédos járművek alá is. A párolgás következtében a begyulladás feltételei előállhatnak és a tűz következtében a szomszédos járművek ép üzemanyag tankjai szétrobbanhatnak. [\[2-13\]](#)

A fentiekben vázolt megközelítés szerint első lépésként az elemzés meghatározta, hogy egy jármű üzemanyagának kikerüléséből keletkező tócsatűz közelítőleg 13 m átmérőjű területen okoz $37,5 \text{ kW/m}^2$ értéket meghaladó hőfluxust (TBJ II. [2.2.2-1. ábra](#)). A tócsa átmérőjének legnagyobb lehetséges mérete (ez 13 m, az ennél kisebb méretet nem kell külön esetként elemezni, mert a legkedvezőtlenebb eset elemzése történt meg; kockázatelemzésnél már ez a koncepció nem érvényes) ahhoz szükséges, hogy meghatározható legyen a tócsatűzben álló járművek száma. A járművek számának és a tank térfogatának szorzata adja az egyidejűleg felrobbanó üzemanyag mennyiségét. A zóna mérete alapján megbecsülhető volt, hogy maximum 5 jármű egyidejű égése feltételezhető. A fizikai hatások számítása járművenként 60 liter benzint modellezett. A terjedési modell megegyezik a TBJ II. [2.1.1. fejezete](#) elején leírtakkal.

A szomszédos járművek meggyulladásának feltételeként a $37,5 \text{ kW/m}^2$ értéket (ipari berendezések, gépek, készülékek károsodását, tönkremenetelét kiváltó intenzitás) alkalmazva a figyelembe veendő terület legrosszabb esetben 13 m átmérőjű.



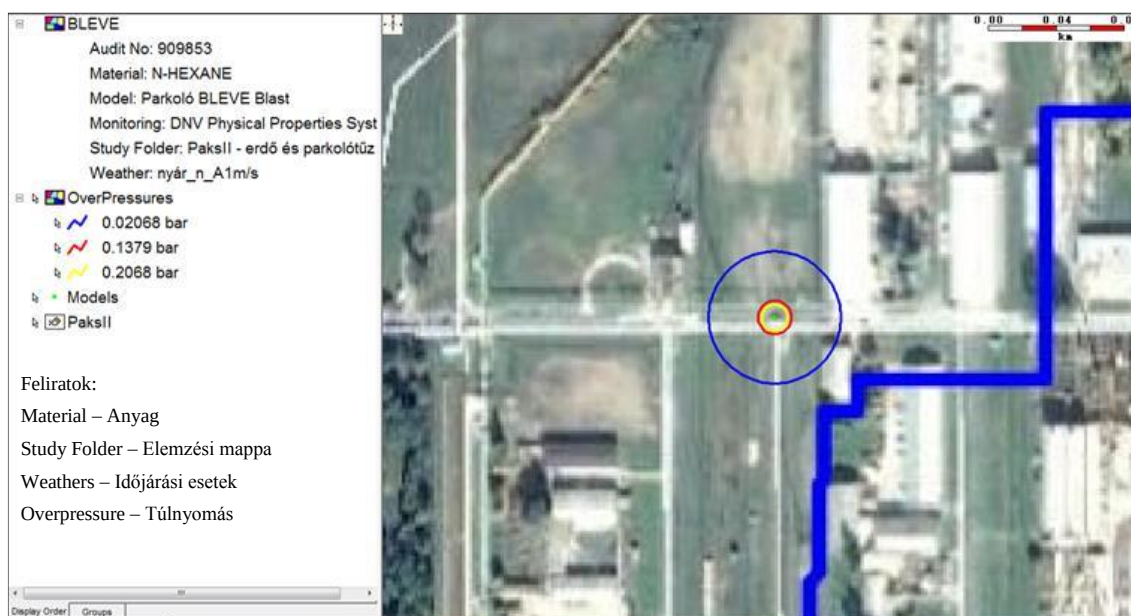
2.2.2-1. ábra: A hősugárzás távolságfüggése az üzemanyagtank (60 l) felhasadását követő tócsatűz esetén

2.2.2.1. Tankrobbanás

A feltételezett kezdeti eseményt kiváltó öt jármű tankjában lévő benzin felrobbanásának (BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) hatás) következményeit jellemző fizikai hatásokra készült számítás. A jelenség általánosan ismert definíciója, a forrásban lévő éghető folyadék gőzének robbanása. Az esemény a környezetben nyomáshullámot és hőterhelést vált ki. A feltételezett üzemanyag mennyiség erősen konzervatívan $5 \times 60 = 300$ liter, a tank sérülésére feltételezett túlnyomás 1 bar. A valóságban, egy adott t_0 időpillanatban, bármilyen 5 tartály egyidejű, nem irányított detonációja nem életszerű szcenárió, csak robbanások láncolatában, egymást követő robbanások formájában valósulhat meg az esemény, ahol a legnagyobb térfogatú tartály robbanása lesz a mértékadó. Így a modell e tekintetben is a biztonság javára konzervatív. A feltételezett szcenárió az, hogy ismeretlen okból a parkolóban kifolyt üzemanyag meggyulladásával tócsatűz keletkezik, amely felmelegíti az ép üzemanyagtankot. A melegítés hatására a tank 1 bar túlnyomásnál (akkor $92,6^\circ\text{C}$ a hőmérséklet) felrobban (ez a BLEVE hatás). A BLEVE modell két hatásra adott eredményeket [2-13]:

- a robbanás túlnyomáshullámának kiterjedésére,
- a begyulladó anyag által keltett „fireball”-ból eredő hősugárzásra.

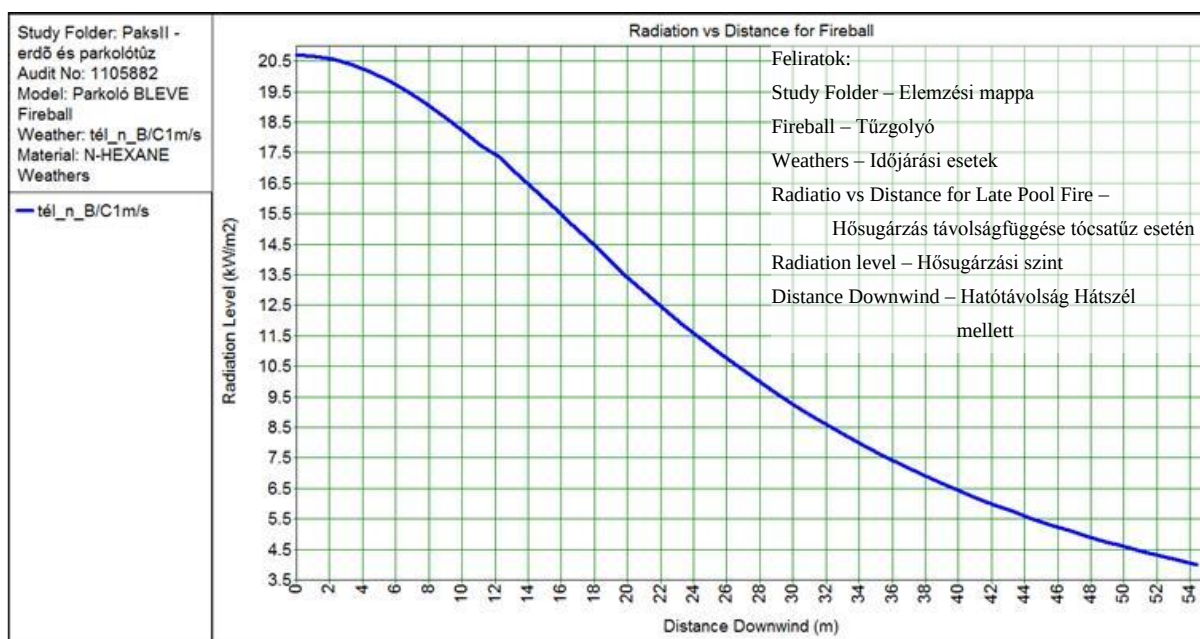
A számítás eredményeit a TBJ II. [2.2.2-2. – 2.2.2-4. ábrák](#) mutatják be. A görbék alapján megállapítható, hogy egy parkoló területnek (annak is a legközelebbi pontjának) az új blokkok telephelyének határától legalább 52 méterre kell lennie ahhoz, hogy bizonyosan ne veszélyeztesse az új blokkok biztonságát. A legkisebb értékű ($2,0\text{ kPa}$) túlnyomás görbe nem érné el az új telephely határát (TBJ II. [2.2.2-2. ábra](#)) abban az esetben, amikor a tűzgömb hősugárzási zónája éppen érintené (TBJ II. [2.2.2-3. ábra](#) és [2.2.2-4. ábra](#)) azt.



2.2.2-2. ábra: A nyomáshullám távolságfüggése az üzemanyagtank (300 l) BLEVE hatás esetén



2.2.2-3. ábra: A hősugárzás távolságfüggése az üzemanyagtank (300 l) BLEVE esetén



2.2.2-4. ábra: A hősugárzás távolságfüggése az üzemanyagtank (300 l) BLEVE esetén (oldalnézet)

2.2.2.2. Mérgező égéstermékek

Egy parkolótűz esetén az üzemanyag égése mellett számolni kell egyéb gépjárműalkatrészek égésével (főként gumiabroncs) és az azok égése során keletkező mérgező anyagok, mérgező égéstermékek megjelenésével. Ezen mérgezőanyag-kibocsátás modellezésekor a feltételezett gumiabroncs mennyiség erősen konzervatívan $5 \times 5\text{db} = 25 \times \sim 10\text{ kg} = 250\text{ kg}$ -ra adódott. A gumiabroncs égésideje - hasonlóan a gépjárművek üzemanyagának égésénél feltételezettekhez - fél órás idővel került figyelembe véve.

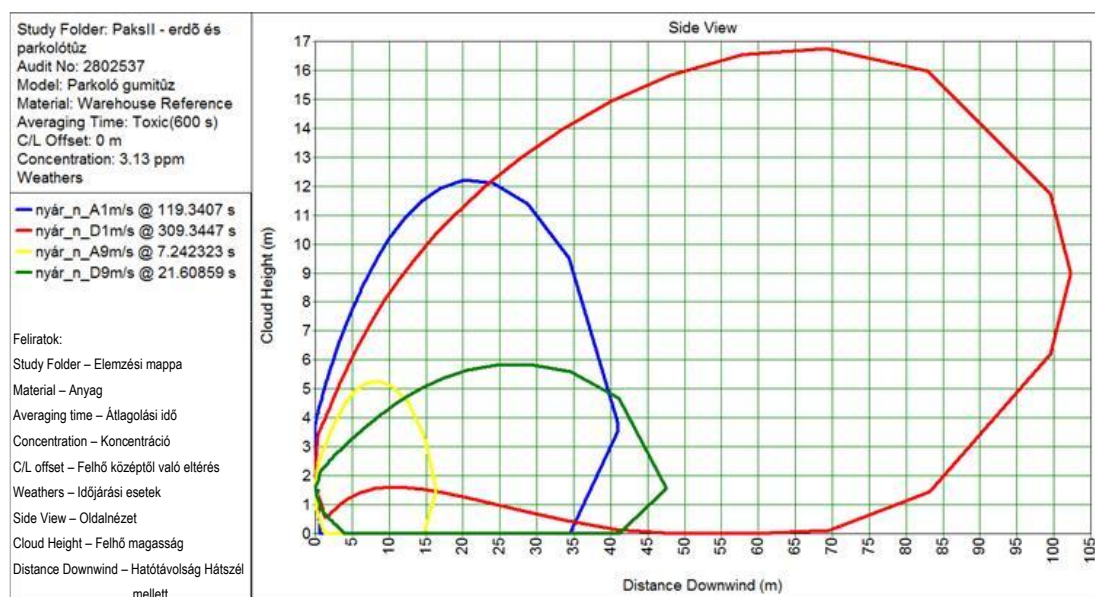
A gumiabroncsok éghetőek, égésük során rendkívül nagy mennyiségű füst, korom és egyéb égéstermék képződik. A heteroatomot tartalmazó égéstermékek (nitrogén-oxid, kén-dioxid, szén-monoxid, hidrogén-bromid) mennyisége minimális a gumiabroncsok anyagi összetétele miatt. Az égés során, mivel a folyamat nagy légfeszüléssel zajlik, ezeknek az anyagoknak a részaránya az égéstermékben - és ebből eredően az égéstermék toxicitása - nem jelentős, ugyanis a nagy légfeszültség miatt ezekre az anyagokra nézve az égéstermék híg. Természetesen ez nem azt jelenti, hogy az égésnél toxikus anyag egyáltalán nem keletkezik. A számítási modellben a gumiabroncsok átlagos összetétele $\text{C}_{7.17}\text{H}_{7.26}\text{N}_{0.03}\text{S}_{0.07}$ összegképlettel szerepelt. [2-13]

A TBJ II. [2.2.2-5. és 2.2.2-6. ábrák](#)on a gumitűz okozta füstfelhő terjedésének modellje látható. A gumitűz következtében kialakuló felhő, ERPG-2-es mérgezési szintnek megfelelő koncentrációban, mintegy 100 m-re jelenik meg a tűz kialakulásától. A feltételezett égési időből eredően a koncentráció ebben a kiterjedésben szintén 30 perc időtartamig áll fenn.

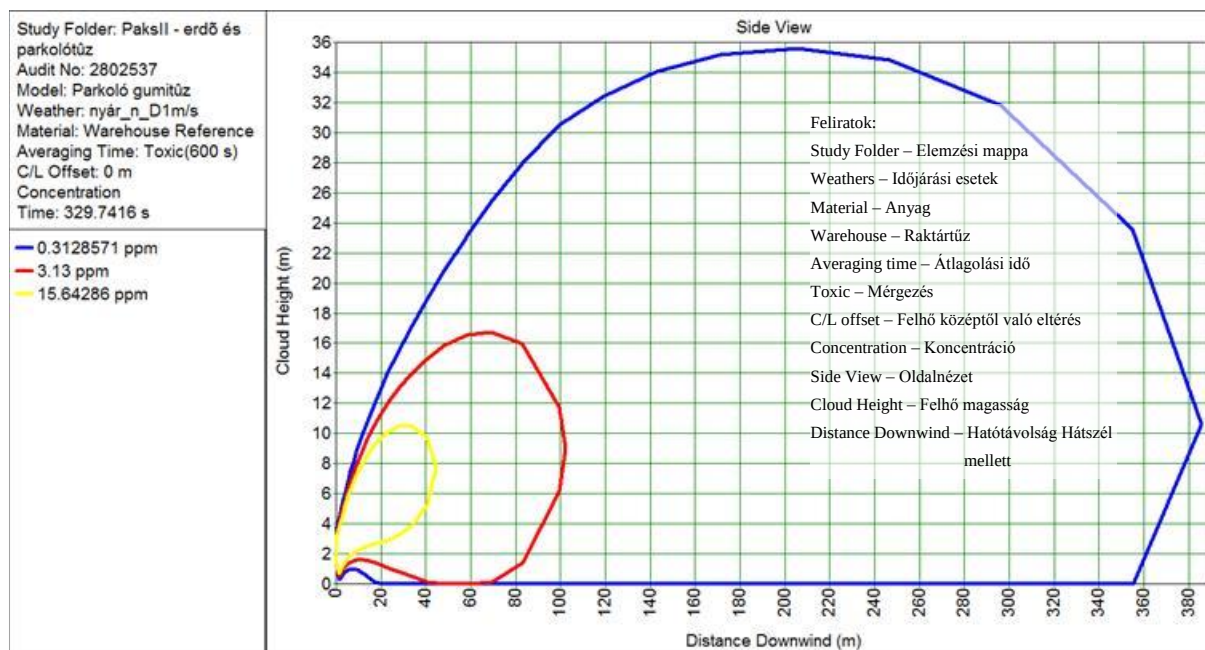
A TBJ II. [2.2.2-7. ábrán](#) látható, hogy a gumitűz okozta felhő ERPG-3 (sárga) szintű maximális kiterjedése mintegy 40 m, az ERPG-2 (piros) szinté kb. 100 m. A fél órás maximális égésidő után, mivel vagy a gépjármű oltása megtörténik vagy a gumiabroncs égése utánpótlás hiányában megszűnik, a kialakuló állandósult kiáramlási kép megszűnik, a koncentrációk másodpercek alatt felhígulnak.



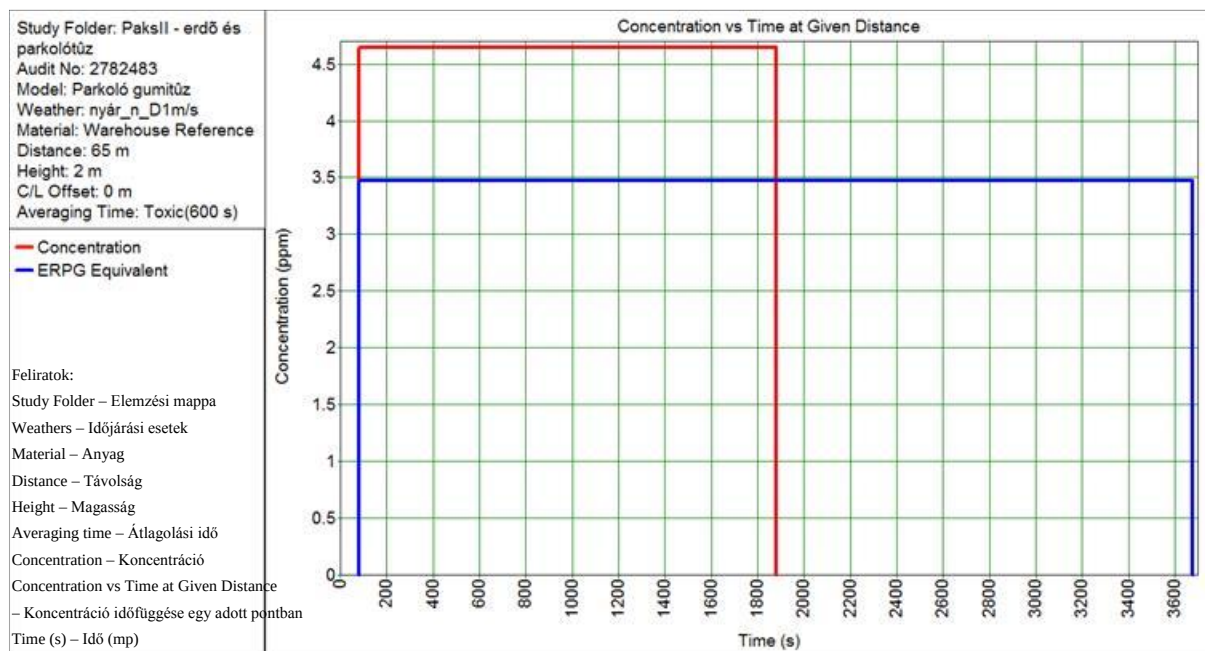
2.2.2-5. ábra: A gumitűz okozta füstfelhő ERPG-2 koncentrációjának távolságfüggése



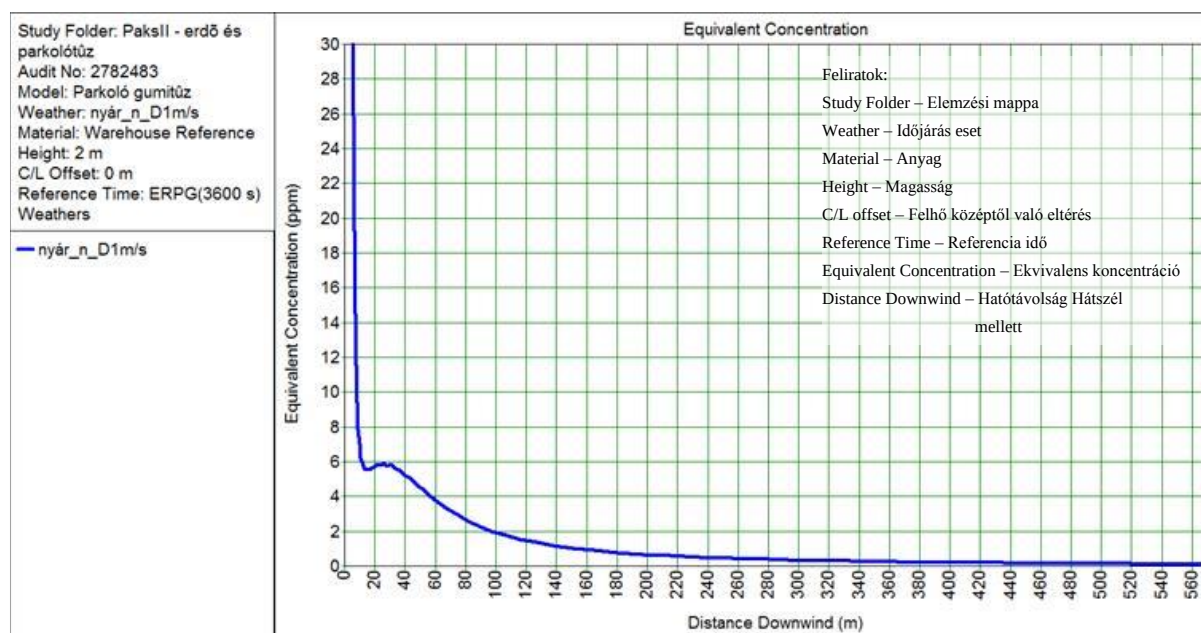
2.2.2-6. ábra: A gumitűz okozta füstfelhő ERPG-2 koncentrációjának távolságfüggése (oldalnézet)



2.2.2-7. ábra: A gumiút okozta füstfelhő ERPG koncentráció értékeinek távolságfüggése (oldalnézet)



2.2.2-8. ábra: Ekvivalens ERPG-2



2.2.2-9. ábra: Ekvivalens ERPG-2 távolságfüggése

A mérgezési hatás (toxikus dózis, vagy toxikus terhelés) szintjének megítélése az ekvivalens ERPG-2 koncentrációval történt, ahogy az a TBJ II. [2.1.1. fejezet](#)ében is történt. A toxikus dózist egy adott pontban az időben változó koncentráció (c) pillanatnyi értéke és az időtartam (Δt) szorzatainak összege adja ($\Sigma c^n \Delta t$) (TBJ II. [2.2.2-8. ábra](#)). Az ekvivalens koncentráció az az érték, amely ugyanezen toxikus dózist eredményezi 1 óra időtartam alatt. Az ekvivalens koncentráció kb. 75 m (TBJ II. [2.2.2-9. ábra](#)) távolságban éri el az ERPG-2 értéket, azaz ez a távolság adja a távolsági védelmet.

A számítások eredményei alapján megállapítható, hogy a javasolt távolsági kritériumot betartva közvetlenül parkolótűzből eredően az új blokkokat érintő veszélyhelyzet nem alakul ki.

A vizsgált tevékenységeknek azon jellemzőiben bekövetkező változásokra, amelyek jelen elemzésben meghatározóak, csak igen nagy bizonytalansággal adható prognózis. Tekintettel az eredményekben mutatkozó biztonsági tartalékokra, nincs indokoltsága a változások rövid időközönként történő nyomon követésére. Az elemzés egyik mértékadó paraméterének, a jármű üzemanyagtank térfogatának tekintetében a várható tendencia térfogatcsökkenés felé mutat. [[2-13](#)]

2.3. Repülőterek, légtérhasználat

A telephely veszélyeztetettségének vizsgálata során értékelni kell a katonai és polgári repülőgép telephelyre történő rázuhanásának veszélyét, figyelembe véve a légtérhasználat, a repülőterek elhelyezkedése és a légi közlekedés adott helyzetét és változását, a repülőgépteknika várható, jövőbeni jellemzőit. Ha az értékelés azt mutatja, hogy a telephelyen a repülőgép lezuhanás veszélye fennáll, és az hatással lehet az új blokkok nukleáris biztonságára, akkor az esemény gyakoriságát, a repülőgép nukleáris létesítményre történő rázuhanásának közvetlen és közvetett hatásait jellemezni kell. Meghatározott feltételek teljesülése esetén repülőgép nukleáris létesítményre történő rázuhanása a feltételezett kezdeti események köréből kiszűrhető, azonban lényeges, hogy a tervezési alap kiterjesztéseként a kiszűrt eseményt figyelembe kell venni. [[2-9](#)]

2.3.1. Repülőterek értékelése

A hazai repülőterek öt csoportba sorolhatóak a használatuk céljától függően, úgymint utas és teherszállítás célú, mezőgazdasági, sport, mentőrepülés, valamint katonai célú repülőterek.

Az 1995. évi XCVII. törvény a légiközlekedésről (továbbiakban légiközlekedési törvény) definiálja a repülőtér fogalmát, a 37. § (1) bekezdése alapján az alábbi megkülönböztetéseket teszi:

- Nyilvános repülőtér: amelyet azonos feltételekkel bárki igénybe vehet.
- Kereskedelmi repülőtér: a rendszeres utas, poggyász, áru és posta továbbítását végző légi forgalom céljaira létesített nyilvános repülőtér.
- Nem kereskedelmi repülőtér: a fenti kereskedelmi repülőtéren kívül minden más nyilvános repülőtér.
- Nem nyilvános repülőtér: amely a tulajdonos, illetve az üzemben tartó engedélye alapján vehető igénybe. Ez alól kivétel légiközlekedés törvény 41. § (6)-(7) bekezdésében meghatározott esetek, mely szerint a nem nyilvános repülőtér a kényszerhelyzetben lévő légi jármű igénybe veheti a repülőtér üzemben tartójának hozzájárulása nélkül.
- Állami repülések céljára szolgáló repülőtér: a honvédelmi, vámhatósági, rendőrségi és határőrizeti célú légiközlekedést szolgáló repülőtér.
- Polgári célú nem nyilvános repülőtér: a nem állami légi jármű kiszolgálását végző nem nyilvános repülőtér.

A repülőtér létesítésének, fejlesztésének és megszüntetésének, valamint a leszállóhely létesítésének és megszüntetésének szabályairól szóló 159/2010. (V. 6.) Korm. rendelet 2. § (1) bekezdés értelmében – az állami repülések céljára szolgáló repülőterek kivételével – I-VI. osztályba sorolhatók a repülőterek:

- I. osztály: nemzetközivé nyilvánított kereskedelmi repülőtér;
- II. osztály: kereskedelmi repülőtér és a III-VI. osztályokba nem tartozó nem kereskedelmi repülőtér;
- III. osztály: olyan polgári célú nem nyilvános repülőtér, amelyről vállalati célú légiközlekedési tevékenység végezhető;
- IV. osztály: olyan polgári célú nem nyilvános repülőtér, amelyről a légi járművel folytatott munkavégzés, valamint sétarepülés és légi jármű szabadidős alkalmazása végezhető, és amely motor vagy hajtómű nélküli légi járműveket mozgásszám korlátozás nélkül, motoros légi járműveket a zajgátló védőövezet kijelöléséről rendelkező határozatban meghatározott maximális műveletszámig jogosult kiszolgálni;
- V. osztály: olyan polgári célú nem nyilvános, futópályával vagy helikopter-leszállóhellyel rendelkező repülőtér, amelyről vagy amelyen kizárólag egészségügyi mentőrepülés végezhető;
- VI. osztály: olyan polgári célú nem nyilvános repülőtér, amelyről jogszabályban meghatározott légi jármű szabadidős alkalmazása végezhető, és amely motoros légi járműveket a zajgátló védőövezet kijelöléséről rendelkező határozatban meghatározott maximális műveletszámig, motor vagy hajtómű nélküli légi járműveket mozgásszám korlátozás nélkül jogosult kiszolgálni.

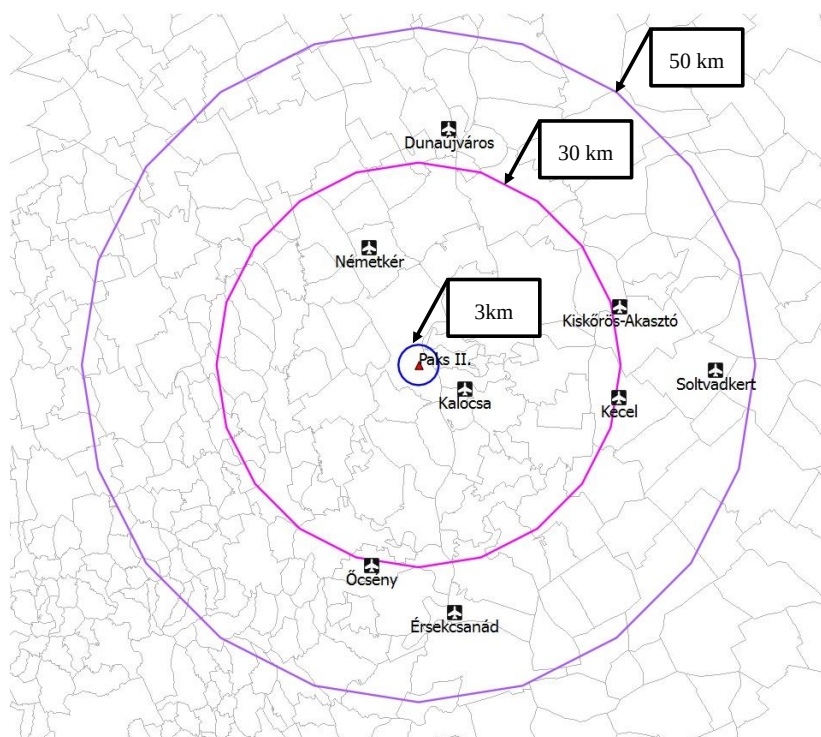
A légiközlekedési törvény és a kormányrendelet, illetve a rendelkezésre álló információk alapján a TBJ II. [2.3-1. táblázat](#) áttekintő jelleggel foglalja összes a repülőterek kategorizálását és csoportosítását. [\[2-9\]](#)

2.3-1. táblázat: Repülőterek kategorizálása

1995. évi XCVII. törvény szerint	159/2010. Korm. rendelet szerint	Jelen dokumentumban
Nyilvános kereskedelmi célú	I. Nemzetközi kereskedelmi	Utasszállítás
Nyilvános nem kereskedelmi célú	II. Kereskedelmi és a III-VI. osztályba nem tartozó nem kereskedelmi	
Nem nyilvános polgári célú	III. Vállalati célú	Vállalati
	IV. Polgári célú nem nyilvános: - munkavégzés - sétatrepülés - szabadidős repülés	Mezőgazdasági Sport
	V. Kizárólag mentőrepülés	Mentő
	VI.	Egyéb
Nem nyilvános állami célú	-	Katonai

Mivel a légiközlekedési törvény 3. § (2) bekezdése szerint "az állami célú légiközlekedéssel kapcsolatos hatósági feladatokat a katonai légügyi hatóság látja el", ezért az állami célú repülőtereket „katonai” kategória jelöli.

A telephely 50 km-es körzetében lévő repülőterek elhelyezkedése a Nemzeti Közlekedési Hatóság (NKH) Légügyi Hivatal nyilvántartása alapján a TBJ II. [2.3-1. ábrán](#) látható. [2-9]



2.3-1. ábra: Magyarországi repülőterek a telephely 50 km-es körzetében

Utas és teherszállítás célú repülőterek

A Nemzeti Közlekedési Hatóság (NKH) Légügyi Hivatal nyilvántartása szerint Magyarországon 7 db nyilvános repülőtér üzemel. A nyilvános repülőterek bonyolítják a nemzetközi és hazai utas szállítást, valamint a teherszállítást, ezeket a repülőtereket azonos feltételekkel bárki igénybe veheti. A nyilvános repülőtereket az ICAO kód, a Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet (International Civil Aviation Organization - ICAO) nyilvántartása szerinti azonosító kód jelöli.

Vállalati célú repülőterek

A nem nyilvános polgári célú repülőterek közül a vállalati célra használt repülőterek III. kategóriába soroltak. Vállalati célú repülőtér kategória lényege, hogy az adott vállalkozás vagy gazdálkodási szervezet nem közvetlenül gazdasági célra használja a repülőteret. Jelenleg Magyarországon egyetlen nem nyilvános vállalati célú repülőtér van (Kecel), amely helikopter le-, és felszállásra alkalmas.

Mezőgazdasági célú repülőterek

A nem nyilvános polgári célú repülőterek közül munkavégzés céljára használt repülőterek IV. kategóriába soroltak. A IV. kategóriába tartozó repülőterek mezőgazdasági vagy sport célokat szolgálnak ki. A mezőgazdasági repülőterekről leggyakrabban növényvédelem, erdőgazdálkodás, tápanyag pótlás és szúnyogirtás céljából végeznek repüléseket. A mezőgazdasági repülőtér különlegesen elkészített terület a légi járművek üzemeltetését, kiszolgálását, tárolását biztosító létesítmények és felszerelések összességével együtt.

A szilárd burkolatú mezőgazdasági állandó repülőterek optimális körzethatárát a '90-es években kb. 30 km-ben határozták meg. A repülőgépes munkát mindig a munkaterülethez legközelebb eső alkalmas repülőtérrel végzik el. A mai gazdasági környezetben mezőgazdasági repüléseket általában a repülőtér 10-12 km-es környezetében végzik. Ezeken a repülőtereken a helikopter fel- és leszállópályájának betonból készült területe legalább 10×10 m. [2-9]

Mivel nem áll rendelkezésre olyan nyilvántartás, amelyben egyértelműen megkülönböztethetők a mezőgazdasági és sport célú repülőterek, ezért ezen két kategória egybevonva kerül értékelésre.

Sport célú repülőterek

A nem nyilvános polgári célú repülőterek közül a sétarepülés és szabadidős repülés céljára használt repülőterek szintén IV. kategóriába soroltak. A IV. kategóriába tartozó repülőterek mezőgazdasági vagy sport célokat szolgálnak ki.

A sport célú repülőterekről motorral vagy hajtóművel rendelkező légi járművekkel végeznek sétarepülést és szabadidős repüléseket, valamint motor nélküli vitorlázó-, siklórepülőkkal végeznek szabadidős repüléseket, továbbá alkalmasszerűen térképkészítés, reklám, felvételkedzés, felmérés célú repüléseket is végeznek.

A 2014-es adatok alapján IV. kategóriába sorolt repülőterek közül 18 db működik kizárólag sport céllal, ahol elsősorban vitorlázó repülés, siklórepülés és motoros sárkányrepülés folyik. A repülőterek egy részéről (pl. Budaörs, Ócsény, Békéscsaba) sétarepüléseket is végeznek. A sport célú repülőterek üzemben tartói többnyire a települési önkormányzatok, elsődleges használói a hazai repülőklubok, amelyek száma 132 db, továbbá az országban működő 29 db ejtőernyős klub. [2-9]

Mivel nem áll rendelkezésre olyan nyilvántartás, amelyben egyértelműen megkülönböztethetők a mezőgazdasági és sport célú repülőterek, ezért ezen két kategória szintén összevonásra került.

Mentőrepülés célú repülőterek

A nem nyilvános polgári célú repülőterek közül mentőrepülés céljára használt repülőterek V. kategóriába soroltak. Ezek a repülőterek futópályával vagy helikopter-leszállóhellyel rendelkeznek, amelyről kizárólag egészségügyi mentőrepülés végezhető.

2009. július 1-től a Magyar Légimentő Nonprofit Kft. látja el a légimentési szolgálatot. Magyarország területe 7 db állandó bázisról nagymértékben le van fedve, lehetővé téve ezzel a lakosság csaknem egészének 15-20 percen belüli helikopteres mentéshez való hozzáférését.

[2-9]

Katonai repülőterek

A katonai repülőterek nem nyilvánosak, ezekről állami célú repülések végezhetők. A katonai repülőterek nem tartoznak a 159/2010. Korm. rendelet hatálya alá, így az előzőekhez hasonlóan a katonai repülőterek nem sorolhatók kategóriákba, ezekre a légiközlekedésről szóló törvény biztosít külön besorolást. Ezek a repülőterek futópályával és helikopter-leszállóhellyel is rendelkeznek, amelyről a kényszerhelyzetek kivételével a honvédelmi, vámhatósági, rendőrségi és határőrizeti célú légiközlekedés valósulhat meg.

A magyar katonai légierő a NATO-hoz való csatlakozás után lényegesen átszervezésre került. Az átszervezések kapcsán először a füves kifutóval rendelkező katonai repülőterek váltak használaton kívülé, majd 2004 után véglegesen megszűntek.

2009 előtt Magyarországon 8 db szilárd burkolatú katonai repülőtér volt. Jelenleg 3 db katonai repülőtér van használatban, amelyek a város nevek szerint Kecskemét, Pápa és Szolnok.

Egyéb repülőterek

A nem nyilvános polgári célú repülőterek közül a 159/2010. Korm. rendelet szerinti

VI. kategóriába sorolt repülőterek egyéb vegyes felhasználású repülőterek. Ezek a repülőterek futópályával vagy helikopter-leszállóhellyel rendelkeznek, amelyről szabadidős repülés végezhető. Ezek a repülőterek az Európai Unió polgári repülésre vonatkozó szabályai szerint működnek.

Leszállóhelyek

A légiközlekedési törvény 37/A. § értelmében "a leszállóhely nem nyilvános, a légi jármű fel- és leszállására meghatározott ideig szolgáló terület, amelynek létesítésének engedélyezésére vonatkozó szabályokat a Kormány rendeletben állapítja meg".

A 159/2010. (V. 6.) Korm. rendelet 2. § (2) bekezdés értelmében – az állami rendeltetésű leszállóhely kivételével – "A" - "C" osztályba sorolhatók a leszállóhelyek.

„A” osztály: országos vagy helyi jelentőségű rendezvényen részt vevő légi járművek le- és felszállására kijelölt terület,

„B” osztály: a feltöltő hely kivételével, légi járművel folytatott munkavégzés céljára szolgáló, le- és felszállásra kijelölt terület,

„C” osztály: feltöltő hely, amelyen a használó légi jármű számára a légi üzemeltetési utasításában meghatározott repülési sáv rendelkezésre áll.

Mivel a leszállóhelyek ideiglenes jellegűek és az engedélyükben meghatározott ideig maradhatnak fenn, ezért nincs róluk rendelkezésre álló nyilvántartás.

Repülőterek jellemzői

A repülőgép balesetek gyakorisági elemzése számára fontos adat a magyarországi repülőterek és kifutópályák területe.

A PAE 1-4 blokk Végleges Biztonsági Jelentésében rendelkezésre állnak a repülőterek területére vonatkozó adatok, melyek felhasználhatóak a telephely értékelésére. A korábbi elemzéshez képest, amely csak a repülőterek területi jellemzőit vette figyelembe, az értékelés a kifutópályák területével is kiegészült (TBJ II. [2.3-2. táblázat](#)).

2.3-2. táblázat: Repülőterek és kifutópályák területe

Repülőtér típusa	Repülőtér területe (km ²)	Kifutópálya terület (km ²)
Civil repülőtér	46,65	3,8
Mentő repülőtér	-	0,02
Katonai repülőtér	30,5	0,58
Katonai gyakorlóterek	12 649	-
Összesen	12 726	4,4

Az adatok alapján jól látható, hogy a katonai és polgári repülőterek területe nem éri el a repülőterek és katonai gyakorlóterek összesített területének 1%-át. A repülőterek területén belül lényeges adat a kifutópályák területe, amely a repülőterek területének kb. 6%-a. A kifutópályák területét a Nemzeti Légiközlekedési Hatóság repülőterekre vonatkozó nyilvántartása alapján határozták meg. A kifutópályák területe 4,4 km², szemben a repülőterek 77 km² és a katonai gyakorlóterek 12 649 km² területével. A kifutópályák összesített területe lényegesen kisebb, mint a repülőterek és gyakorlóterek területe. [\[2-9\]](#)

2.3.2. Jelenlegi magyarországi légtérhasználat

A repülőgép becsapódás valószínűségének és hatásának vizsgálata szempontjából a repülőterek és leszállóhelyek adatai mellett a légtérhasználat adatai meghatározóak.

A légtérhasználati adatok a légi forgalom jellege szerint átrepülő forgalom, utas és teherszállítás, mezőgazdasági, sport, mentőrepülés, valamint katonai célú légtérhasználat kategóriákra bonthatók.

Tiltott, korlátozott és veszélyes légterek

Magyarország államhatára által körbezárt terület feletti, légiközlekedési célra kijelölt légtér meghatározott kiterjedésű légiforgalmi légtérre, korlátozott, időszakosan korlátozott, veszélyes és tiltott légterekre oszlik. Az országok többségében léteznek olyan területek, települések, illetve településrészek, amelyek felett a légtérhasználatra vonatkozóan különböző mértékű korlátozások vannak, mert ezen területek felett való repülés során bekövetkező baleset további súlyos kockázatokat jelent emberéletben, vagy súlyos károkat okozhat vagyontárgyban és a természeti környezetben.

A magyar légtér légiközlekedés céljára történő kijelöléséről szóló 26/2007. (III. 1.) GKM-HM-KvVM együttes rendelet szabályozza a különféle megszorítás alá eső légterek kiterjedését, használat kizárását vagy feltételeit. A megszorítás alá eső légterek tételes

felsorolását, azonosítóját, nevét, oldalhatárait, a felső és alsó határát, valamint a korlátozás jellemzőjét a fenti rendelet 3. számú melléklete határozza meg.

Tiltott légterek

A tiltott légtér használata minden körülmény között tiltott, a légtérbe berepülni semmilyen légi járművel nem megengedett. A légtérbe történő berepülésre nem adható engedély vagy felmentés, kivéve, ha a rendelet módosításáért felelős három minisztérium együttes álláspontként másképpen határoz.

Jelenleg Magyarország 2 db tiltott légtérrel rendelkezik: a PAE 1-4 blokk és a Budapest - Csillebércen található atomreaktor (MTA Energiatudományi Kutatóközpont, Budapesti Kutatóreaktor) felett.

A paksi atomerőmű esetében a koordinátákkal megadott középpont körül 3 km sugarú kör által határolt földfelszín és felette 5950 m magasságig terjedő légtérben tilos repülni. Az új blokkok ugyanebben a tiltott légtérben kerülnek elhelyezésre, az új blokkok miatt nem várható a tiltott légtér kiterjesztése.

Korlátozott légterek

A korlátozott légterek többségét az ipari üzemek védelmére hozták létre. Különleges esetekben a korlátozást kérő írásos engedélyével lehet belépni. Magyarországon 2010-ben 28 db korlátozott légtér volt, melyből 2010-ben 5 db-ot, 2011-ben további 1 db-ot (határsáv 10 km szélességét) megszüntettek. A hatályos jogszabály szerint jelenleg 22 db korlátozott légtér van.

Veszélyes légterek

A veszélyes légterekben tesztrepüléseket, lögyakorlatokat folytatnak. Működési idejük alatt tiltott légtérnek kell tekinteni őket. A veszélyes légtér üzemelésének sajátossága, hogy havi tervezéssel működhet.

Környezetvédelmi szempontból korlátozott légterek

A 2007. március 1-jén kiadott 26/2007. GKM-HM-KvVM rendelettel létrejöttek újonnan kialakított, egyes természetvédelmi területek védelmét szolgáló korlátozott légterek. A Természetvédelmi Hivatal által kijelölt korlátozott légterek mérete rögzített, a berepülésre vonatkozó korlátozás járművek szerint specifikált. Szintén meghatározottak a kivételek, mely esetekben a korlátozott légtérrel a légiközlekedési hatóság előzetes engedélyével lehet használni. [2-9]

Katonai körzetek

Állandó katonai légtérhasználat a taszári repülőtér bezárása (2003. december) óta három, jelenleg is működő katonai repülőtér (Kecskemét, Pápa, Szolnok) körzetében történik.

A katonai légtérhasználat az egyes katonai repülőterek körül kijelölt - a polgári légi forgalom számára tiltott - katonai fel-, illetve leszállási övezetekben történik. Ezek megnevezése az úgynevezett "katonai közelségi körzet" és „katonai repülőtéri irányító körzet”. A katonai közelségi körzetek és katonai repülőtéri irányító körzetek fogalmát és meghatározását a magyar légtér légiközlekedés céljára történő kijelöléséről szóló 26/2007. (III. 1.) GKM-HM-KvVM együttes rendelet szabályozza.

2007. május 10-étől a Magyar Honvédség javaslatára létrejöttek az időszakosan korlátozott légterek is - Temporary Reserved Airspace (TRA) -, amelyekre az új típusú harci gépek és az azokhoz kapcsolódó repülési feladatok miatt volt szükség. A TRA nem más, mint egy olyan

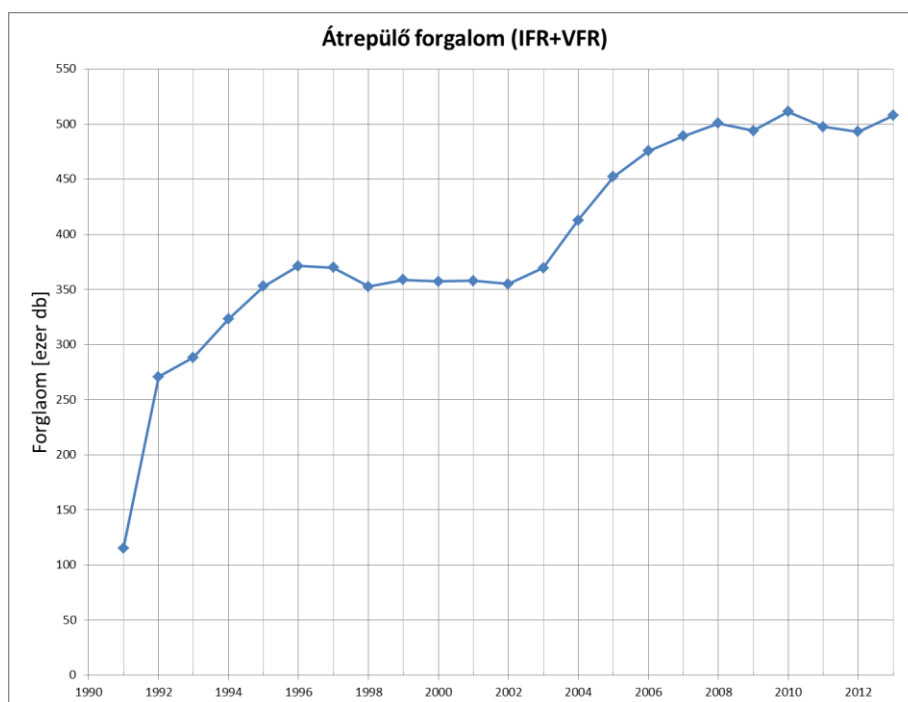
meghatározott kiterjedésű légtér, ahol állami légi járművel olyan repülési tevékenység zajlik, amely veszélyt jelenthet az adott tevékenységben részt nem vevő más légi járművek számára. A katonai irányítás rugalmasan kezeli ezeknek a légtereknek használatát, azaz csak a katonai légi járművek tényleges tevékenységi idejére korlátozzák valóban ezeket a légtereket. [2-9]

Átrepülő forgalom légtérhasználata

Átrepülő forgalom alatt értendő a Magyarország országhatárai feletti légtérbe belépő és a légtér egy másik helyén kilépő pontok között a repülési tervüknek megfelelő útvonalon, magyarországi repülőterre le- és felszállás nélkül közlekedő légi jármű forgalmat.

A Magyarország légtérében a nemzetközi és belföldi polgári légiforgalom számára a Budapest-Ferihegyen működő HungaroControl Magyar Légiforgalmi Szolgálat nyújtja a biztonságos repüléshez szükséges körzeti repüléstájékoztató szolgáltatásokat. Ezeket a szolgáltatásokat a Nemzeti Közlekedési Hatóság Légügyi Hivatal által engedélyezett nyilvános és nem nyilvános repülőterek, továbbá a légi tranzitforgalom biztosítását végző irányítóhelyek használják a légi járművek magyar légtérben való navigálásánál. [2-9]

A magyarországi légtér felett számos útvonalon haladhatnak repülőgépek. Egy-egy éven belül többször változik ezen útvonalaknak a magyar légtérrel érintő száma, hossza és iránya. A gyakori járatútvonal változások miatt a magyar légtérre vonatkozóan nem készül minden egyes légi útvonalra lebontott forgalmi statisztika, hanem a forgalom áramlásának havi és évi mérése történik csak meg [2-9]. A magyarországi légtér felett átrepülő évenkénti forgalmat 1991-2013. közötti időszakra a TBJ II. [2.3-2. ábra](#) mutatja.



2.3-2. ábra: Átrepülő forgalom Magyarország felett 1991-2013 évek között

Forrás: HungaroControl

Az átrepülő forgalom az elmúlt 22 évben kb. 100 000 db/évről megközelítőleg 500 000 db/évre növekedett. A kezdeti növekedést jelentős részben a balkáni háború okozta, majd később szintén a balkáni háború következtében jelentkező katonai légtérhasználat miatt stagnálás következett be. Az átrepülő forgalomban a polgári célú műszeres (IFR - Instrument

flight rules/Műszer szerinti repülési szabályok) és látvarepülések (VFR - Visual Flight Rules/Látvarepülési szabályok szerint végrehajtott repülés) vannak benne. [2-9]

Az Egységes Európai Égbolt program megvalósulása azt jelenti, hogy Magyarország felett a légi útvonalak jelenlegi értelmezése megszűnik, a határ bármely pontján lehet be- és kilépés, ugyanakkor az útvonalak rövidülése miatt a magyarországi légtérben töltött idő is csökkenhet. A bármely ponton történő be- és kilépés következtében a légi útvonalak, a tiltott légtér kivételével, előre nem meghatározhatóan, gyakorlatilag bárhol keresztezhetik egymást.

A hazai légtér ún. közepes sűrűségű vagy forgalmú, de csúcsidőben naponta így is 2-3 ezer járat érinti, egyszerre akár 80-100 gép is lehet a levegőben. [2-9]

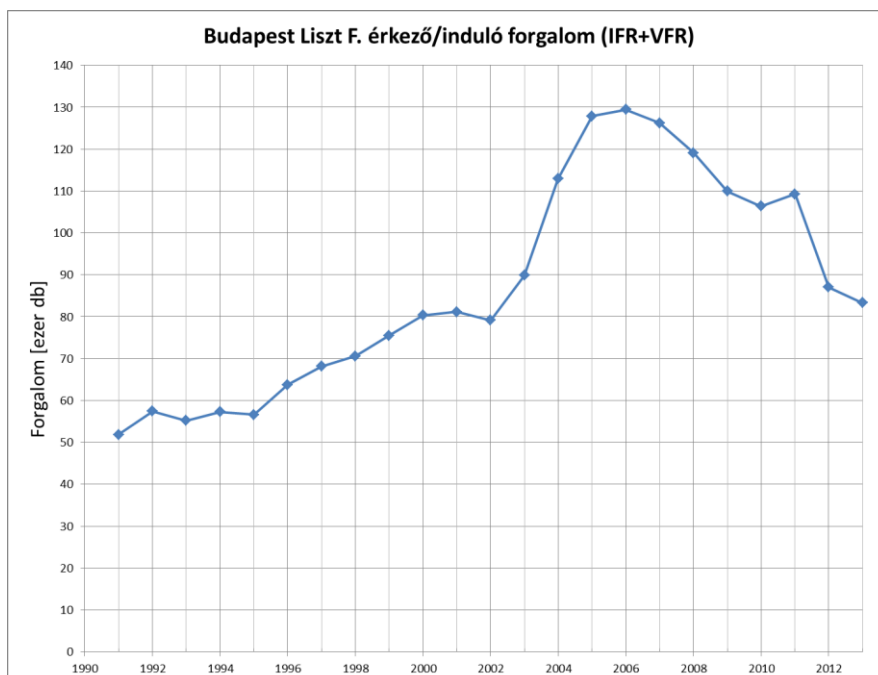
Az átrepülő forgalomban megtalálhatók a legnagyobb Boeing és Airbus utasszállító repülőgépek egyaránt.

Utasszállítás célú repülés

Utasszállítás célú hazai repülőtérrel induló és ide érkező forgalomról három repülőtérrel áll rendelkezésre nyilvántartás. Legrészletesebb a Budapest Liszt Ferenc nemzetközi repülőtérrel a HungaroControl tájékoztatása, Debrecen és Sármellék (Hévíz-Balaton Airport) nemzetközi repülőterekről az interneten érhetőek el tájékoztató adatok.

Budapest Liszt Ferenc nemzetközi repülőtér forgalma

Az utasszállítás célú, Budapest Liszt Ferenc nemzetközi repülőtérrel induló és ide érkező forgalomban a polgári célú műszeres (IFR) és látva repülések (VFR) vannak benne, azaz az összes repülést magában foglalja az adat. A Liszt Ferenc nemzetközi repülőtér forgalmának növekedési üteme először a '90-es évek második felében nőtt jelentősebben, majd ugrásszerű változás 2002-2005 között következett be (TBJ II. 2.3-3. ábra). 2006-tól a repülőtér forgalmában jelentős visszaesés következett be, amellyel 2013-ra az egy évtizeddel korábbi forgalomra csökkent.



2.3-3. ábra: Budapest Liszt Ferenc repülőtér érkező és induló forgalma, 1991-2013

Forrás: HungaroControl

Debrecen nemzetközi repülőtér utasforgalma

Az utas és teherszállítás célú Debrecen nemzetközi repülőtér utasforgalmáról tájékoztató adat áll rendelkezésre. Az utasforgalom alapján, illetve az ide repülő utasszállító repülőgépek mérete alapján becslés adható a repülőgép forgalomra. A Debrecen repülőtér forgalma először a 2006-2008-as évek között volt jelentősebb, majd ugrásszerű változás 2012-2013 között következett be. 2010-es évről nem áll rendelkezésre forgalmi adat.

Sármellék, Hévíz-Balaton Airport nemzetközi repülőtér forgalma

Sármellék, Hévíz-Balaton Airport nemzetközi repülőtér esetében is tájékoztató adat érhető el az utasforgalomról. Az utasforgalom alapján, illetve az ide repülő utasszállító repülőgépek mérete alapján becsülhető a repülőgép forgalom. A Sármellék repülőtér forgalma először a 2006-2007-as években növekedett jelentősebben, majd ugrásszerű csökkenés következett be 2009-ben. 2010-től 2013-ig egy lassú növekedés mellett érte el a kb. 500 db/év repülőgép forgalmat.

A Debrecen és Sármellék repülőterek forgalma kb. 1%-a a Budapesti Liszt Ferenc repülőtér forgalmának.

Mezőgazdasági célú repülés

A mezőgazdasági üzemek fejlődése maga után vonta a mezőgazdasági repülés felé irányuló minőségi és gazdaságossági igények növekedését is. [2-9]

A 90'-es évektől előtérbe kerültek a légi járművek gazdaságossági kérdései. A nagyobb darabszámban rendelkezésre álló Antonov An-2 (továbbiakban An-2), PZL Mielec M18 Dromader (továbbiakban M-18) és a Kamov Ka-26 (továbbiakban Ka-26) típusú gépek megbízhatóságukat, üzembiztonságukat tekintve megfeleltek az elvárásoknak, de magas üzemanyag fogyasztásuk nehezítette a gazdaságos üzemeltetésüket. Az újabb típusok megjelenése és gazdaságosabb üzemeltetési jellemzők mellett, nagy számban maradt üzemben An-2, Ka-26 és M-18 típusú mezőgazdasági repülőgép. A 2012. évi adatok alapján a darabszámokat tekintve az An-2 és Ka-26 típusok túlnyomó többségben vannak, együtt az állomány kb. 83%-át adják.

A mezőgazdasági repülőgépek a talaj közelében, általában 15 m-nél alacsonyabban repülnek. A mezőgazdasági célú repülések a felszállás helyétől számítva átlagosan 10–12 km-es körzeten belül mennek végbe, nagyobb távolságra ilyen gépek nem repülnek. [2-9]

Az egy gépre számított átlagos repülési idő a hazai mezőgazdasági repülésben az elmúlt évtizedekben drasztikusan lecsökkent. A trendet mutatják a következő számok: 1980-as évekbeli 430–450 óra/év értékről 2004-re 75–80 óra/év-re, 2007-re pedig 65–70 óra/év-re csökkent a repült órák száma.

Sport célú repülés

A hazai légtérhasználatban ez a repülésfajta a 2000-es évektől egyre népszerűbb sporttá vált az ország erre alkalmas területein, de főként Budapest környékén. Esetükben a légtér használata általában nem vonalas jellegű, hanem foltszerű. Ez azt jelenti, hogy a sport célú repülések (sétarepülés, vitorlázó repülés, ejtőernyőzés, motoros sárkányrepülés) döntő többsége a felszállás helyszínéként szolgáló repülőtérnek csak 15–20 km-es körzetében valósul meg, vagyis viszonylag kis területű légtérre terjed ki. [2-9]

Jellemző a szórakoztató vagy idegenforgalmi célú repülés formájában egy adott település térségében rövid ideig tartó, viszont jelentős légtérhasználat. A használt légi járművek túlnyomórészt motoros kisgépek pl. a Cessna 172 vagy az Apolló-Fox.

A sport célú légtérhasználatról és a repülőterekről történő fel- és leszállásokról nincs rendelkezésre álló nyilvántartás. A HungaroControl becslése szerint a sportrepüléshez évente kb. 30 000 művelet (fel- és leszállás együttesen) köthető. [2-9]

Mentőrepülés

A mentőrepülők az Országos Mentőszolgálat (OMSZ) irányítása mellett repülnek, az OMSZ illetékes irányító csoportja által kiadott helyszínekre. A mentőrepüléseket jellemzően napkeltétől napnyugtáig végzik, a látvarepülés szabályai szerint. A fenti keretek között országos és éves átlagban havonta mintegy 180 repülést végeznek a mentőrepülők. [2-9]

A mentőhelikopterek útvonalai az igények szerint változnak. Általában a bázis heliportokról (Budaörs, Balatonfüred, Debrecen, Pécs, Miskolc) indulnak ki, és a mentés helyszíne, valamint a sérült(ek) számára a sérülés jellegéből adódó legjobb szakorvosi ellátást biztosítani képes közeli kórház vagy klinika között jön létre. [2-9]

A mentőrepülések száma évente változó mértékben kb. egy-két ezer repülést jelent, amely a sürgősségi ellátások iránti fokozott igény miatt várhatóan növekedni fog. Azonban a mentőrepülés célú légtérhasználat messze elmarad az utas, sport vagy a mezőgazdasági célú repüléstől. [2-9]

Katonai légtérhasználat

A Honvédelmi Minisztérium feladataiban 2010. december 1-én bekövetkezett változások kapcsán kibővült feladatrendszerrel megalakult a HM TKF Légügyi Osztály, majd később a racionalizálási folyamatok eredményeképpen a Légügyi Osztály kivált a HM TKF kötelékéből és kibővített feladatrendszerrel és létszámmal átkerült a HM Hatósági Hivatal alárendeltségébe. 2013. augusztus 1-én megalakult a HM Hatósági Hivatal Katonai Légügyi Igazgatóság. A Katonai Légügyi Igazgatóság rendeltetése az állami célú légiközlekedéssel kapcsolatos szabályozási, koordinációs, felügyeleti, hatósági döntések előkészítési, tervezési és szervezési feladatok teljesítése. [2-9]

A katonai célú légtérhasználatról rövidebb időszakra, 2007-2013. közötti időszakra állnak rendelkezésre adatok. A Budapest Liszt Ferenc repülőtér forgalmának kb. 1%-a a katonai légtérhasználat és kb. ezred része a Magyarország felett átrepülő forgalomnak.

A katonai légtérhasználat alapvetően a katonai repülőterek (Kecskemét, Pápa, Szolnok, illetve 2003. decemberig Taszár) körül kijelölt katonai közellkörzetekben történik. A katonai közellkörzeteket használják elsősorban katonai gyakorlótereknek. A taszári katonai repülőtér és a hozzá tartozó közellkörzet 2003 decemberében szűnt meg. A vizsgálatban a katonai közellkörzetek kiterjedését a 2009. évi állapot szerint veszi figyelembe az elemzés, a katonai gyakorlóterek területébe azonban a katonai gépekkel történt korábbi balesetek miatt a már megszűnt taszári közellkörzetet is beleérti ez elemzés.

A többszöri haderőreform végrehajtása során a légierő gép- és személyi állománya is átalakult, az igényeknek, új kihívásoknak megfelelően lecsökkent. A MiG-29-eseket 2006-tól folyamatosan váltották le a negyedik generációs, több feladatú svéd Saab JAS-39 Gripenek, amelyekből jelenleg 14 db van a magyar légierőnél. [2-9]

A stratégiai légiszállítás területén 2008 szeptemberében létrehozott Stratégiai Légiszállítási Képesség (SAC) egy független, nemzetközi program, mely a tulajdonában lévő három Boeing C-17 Globemaster III (rövidített nevén C-17) repülőgéppel létfontosságú képességet biztosít 12 tagnemzete számára. A Magyar Honvédség Pápa Bázisrepülőtér a Nehéz Légiszállító Ezred bázisaként szolgál. A SAC C-17 légi járművek nyilvántartásba vétele is Magyarországon történt, így magyar felségjelzéssel repülnek. [2-9] A Nehéz Légiszállító

Ezred 2009 nyarán teljesítette első küldetését és azóta a C-17-es flottája 1000-nél is több sikeres feladat végrehajtás során több mint 14 000 repült órát teljesített, 44 000 tonnát meghaladó tömegű rakományt és több mint 56 000 személyt szállított.

Egyéb célú légtérhasználat

Az emberélet mentését, az anyagi károk csökkentését, a bűnüldözést és a közúti forgalom ellenőrzését szolgálják az egyéb célú légtérhasználatban résztvevő szervezetek légi járművei.

A hatósági célú légtérhasználat a bűnüldözésben, nagy tömegeket megmozgató szabadtéri rendezvények (politikai, sport-, kulturális stb. események) légi megfigyelésében, illetve légtéri biztosításában vesznek részt légi járműveikkel, főként helikopterekkel.

Az egyéb célú légtérhasználat eseti jellegű, legnagyobb része Budapesthez és Balatonhoz köthető. Az éves műveletszám a mentőrepüléshez hasonló nagyságrendű, néhány ezer évente.

Vezető nélküli repülőgépek légtérhasználata

A Drone elnevezést eredetileg a pilóta nélküli távirányítású légi járművekre használták. Az UAV/UAS (Unmanned Aerial Vehicle/Unmanned Aerial System) pilóta nélküli légi jármű/pilóta nélküli légi jármű-rendszer, az RPAS (Remoted Pilot Aerial Systems) távirányítással vezetett légi jármű-rendszer.

A pilóta nélküli légi jármű-rendszerek használatához szükséges engedélyek kiadása előtt a repülőeszköz tanúsítása mellett a földi irányítóállomást, a kettő közötti kommunikációt biztosító frekvenciát, valamint a repülőeszköz indítását és leszállását biztosító berendezések vizsgálatát is el kell végezni. Az engedélyeztetési folyamatok során sok kihívás és kompromisszum elé állítja a hatóság szakembereit annak ismerete, hogy nagyon sok pilóta nélküli légi járművet gyártanak nem a repülőgépiparban elfogadott körülmények között, és a kereskedelmi forgalomban bárki számára elérhető, valószínűleg szintén nem a repülőgépiparban elfogadott minőségi irányítási rendszer alapján készített alkatrészekből. [2-9]

Hazánkban a pilóta nélküli légi jármű-rendszerek civil alkalmazásának igénye az elmúlt évek során jelentősen megnőtt. Ezt, valamint az alkalmazásban rejlő repülésbiztonsági kockázatokat felismerve az NKH Légügyi Hivatal kezdeményezte a jogszabályi környezet kialakítását és a fent említett rendszerek alkalmazhatóságára vonatkozó követelmények kidolgozását. [2-9]

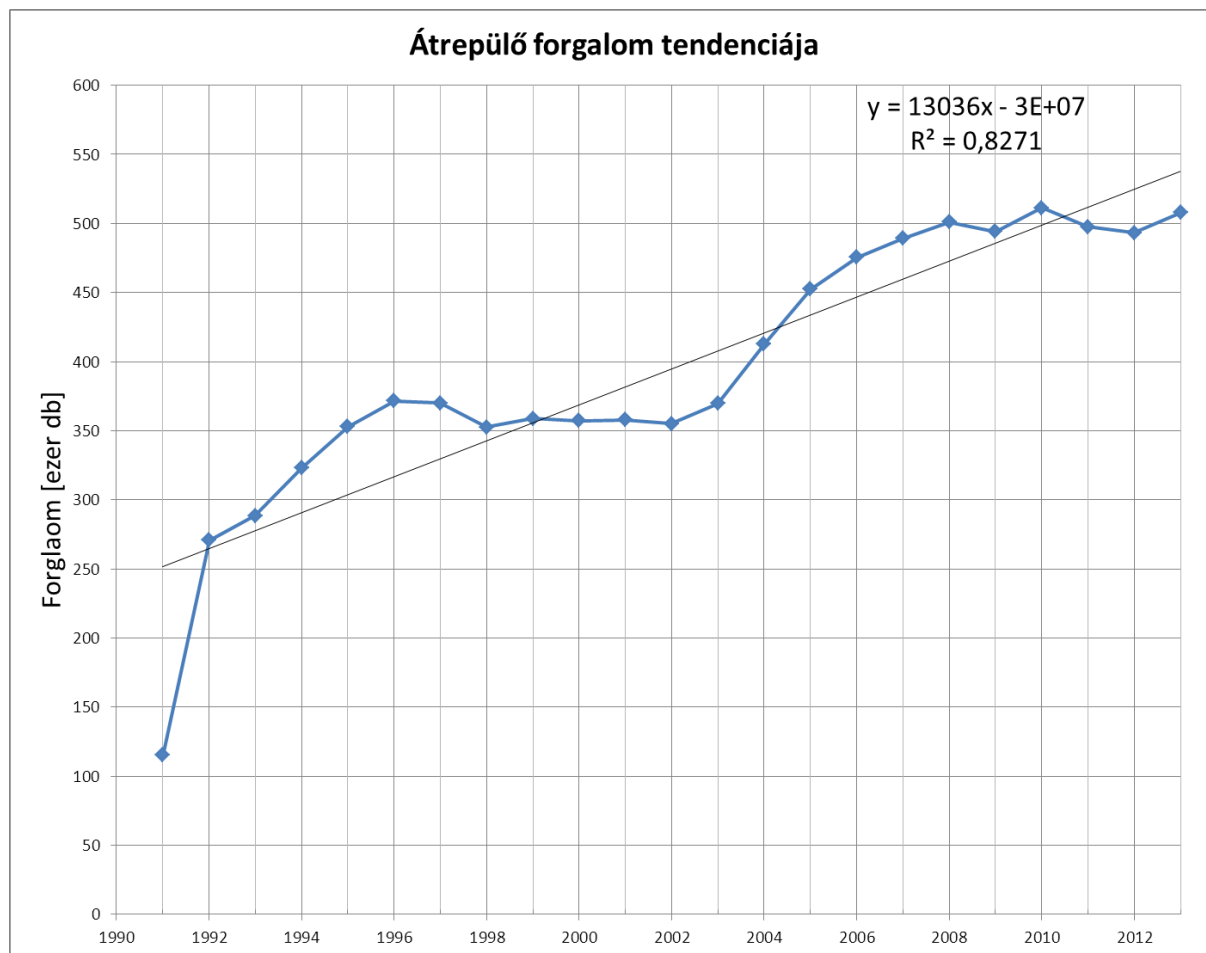
2.3.3. Légtérhasználat előrejelzése

Átrepülő forgalom változása

Az Egységes Európai Égbolt az Európai Bizottság kezdeményezése, amelynek célja az európai légiforgalmi irányítás rendszerének egységesítése és nemzetközi versenyképességének javítása, a repülésbiztonság és a hatékonyság fokozása, a kapacitások optimalizálása, a légi járművek üzemeltetési költségeinek csökkentése, valamint a légi közlekedés fenntarthatóságának biztosítása. Az integrációs program keretében a nemzeti légi navigációs szolgálatok munkáját összehangolják és a jelenleg még államhatárok mentén feldarabolt légtér nagyobb regionális egységekbe, úgynevezett funkcionális légtérblokkokba (FAB) integrálják. Magyarország a közép-európai funkcionális légtérblokk (FAB CE) tagja lett Ausztriával, Csehországgal, Szlovákiával, Horvátországgal, Szlovéniával és Bosznia-Hercegovinával együtt. Az EUROCONTROL (Európai Légi Navigációs és Biztonsági Szervezet) a biztonságos légi közlekedés fejlesztésére létrehozott, európai kormányközi szervezet.

Az európai légtér optimális kihasználtságát biztosító légtérblokkok együttműködésével az eddig használt repülési útvonalak lerövidülhetnek, a légitársasági költségek csökkenhetnek, illetve a légkörbe kibocsátott szennyező anyagok mennyisége is mérsékelhetővé válik. [2-9]

Az átrepülő forgalom adatokra lineáris függvény illesztésével az éves forgalomnövekedésre kb. 13 000 db/év adódik. Az átrepülő forgalom változása a turizmus növekedésén felül sok tényezőtől függ, ezért nagyságrendi becsléssel 10 000 - 15 000 db/év átrepülő forgalomnövekedést vehetünk figyelembe a következő évtizedben, amennyiben lényegesebb geopolitikai átrendeződéssel nem számolunk. A 13 000 db/év átrepülő forgalomnövekedés a jelenlegi 500 000 db/év forgalomra vetítve kb. 2,6% növekedést jelent a bázisévhez viszonyítva. (TBJ II. [2.3-4. ábra](#))



2.3-4. ábra: Átrepülő forgalom változása

Forrás: HungaroControl

Az EUROCONTROL statisztikái szerint Európa felett évente csaknem tízmillió járat közlekedik. Az előrejelzések szerint legvalószínűbb esetben az átlagforgalom 2019-ben 12%, 2035-ben pedig várhatóan 50%-kal haladja meg a 2012-ben mért értéket.

Az EUROCONTROL előrejelzése 4 db növekedési ütemet vázol fel (TBJ II. [2.3-5. ábra](#)). A növekedési ütemek jelentése:

- ScA változat: erős gazdasági növekedést feltételez
- ScC változat: közepes gazdasági növekedést feltételez
- ScC' változat: az Európai Unió gazdaságát a helyi kereskedelemre alapozza

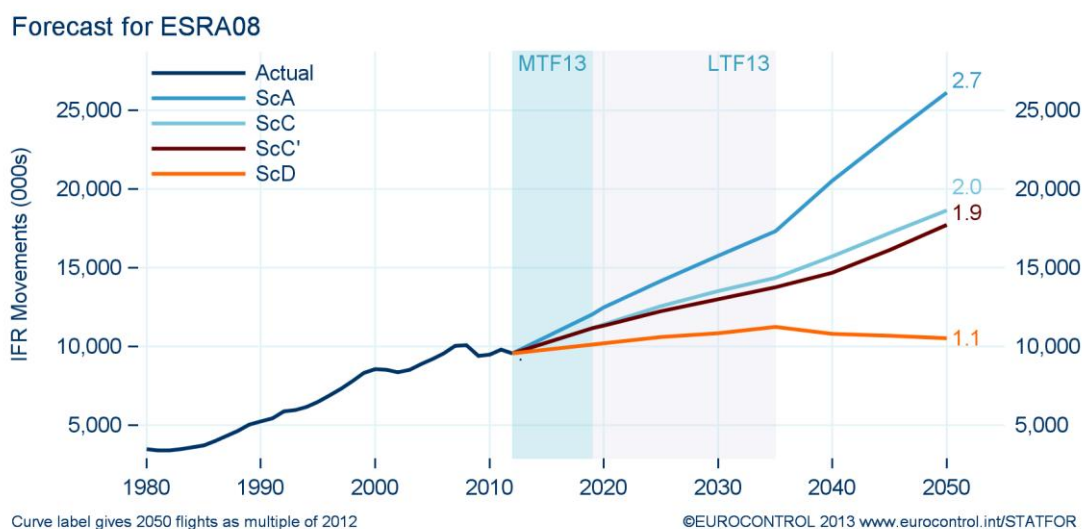
- ScD változat: legkisebb forgalomnövekedést, azaz visszaeső kereskedelmi integrációt feltételez

Az ScA változat alapján erős gazdasági növekedést feltételezve az európai repülőgép forgalom csaknem a jelenlegi háromszorosára növekszik 2050-re.

A legkisebb forgalomnövekedést az ScD változat vetíti előre. Ebben a változatban a világ regionális tagozódása erősödik fel, sokkal több biztonsági megfontolás és visszaeső kereskedelmi és szállítási integrációval.

Az ScD változat a jelenlegi forgalom mindösszesen 1,1-szeresét vetíti előre.

Az ScC és ScC' változatok közel futnak egymáshoz. Az ScC változatban közepes gazdasági növekedés, visszafogott környezetvédelmi, társadalmi és gazdasági igények jellemzők a fenntartható fejlődés érdekében, míg az ScC' változatnál az Európai Unió gazdasága a helyi kereskedelemre alapoz az új technológiáknak teret engedve, de sokkal környezettudatosabban. Az ScC és ScC' változatokban egyaránt közel kétszeresére növekedik az európai repülőgép forgalom, 2050-ig 10 millióval növekedhet a repülésszám 2012-ben mért értékhez viszonyítva. Tehát az ScC és ScC' változatok egyenletes növekedést feltételezve 250 000 db/év forgalomnövekedést jelentenek (kb. 2,5% növekedés minden évben a 2012-es bázisév forgalmához viszonyítva. [2-9])



2.3-5. ábra: EUROCONTROL forgalom előrejelzése

Forrás: EUROCONTROL statisztika és előrejelzés

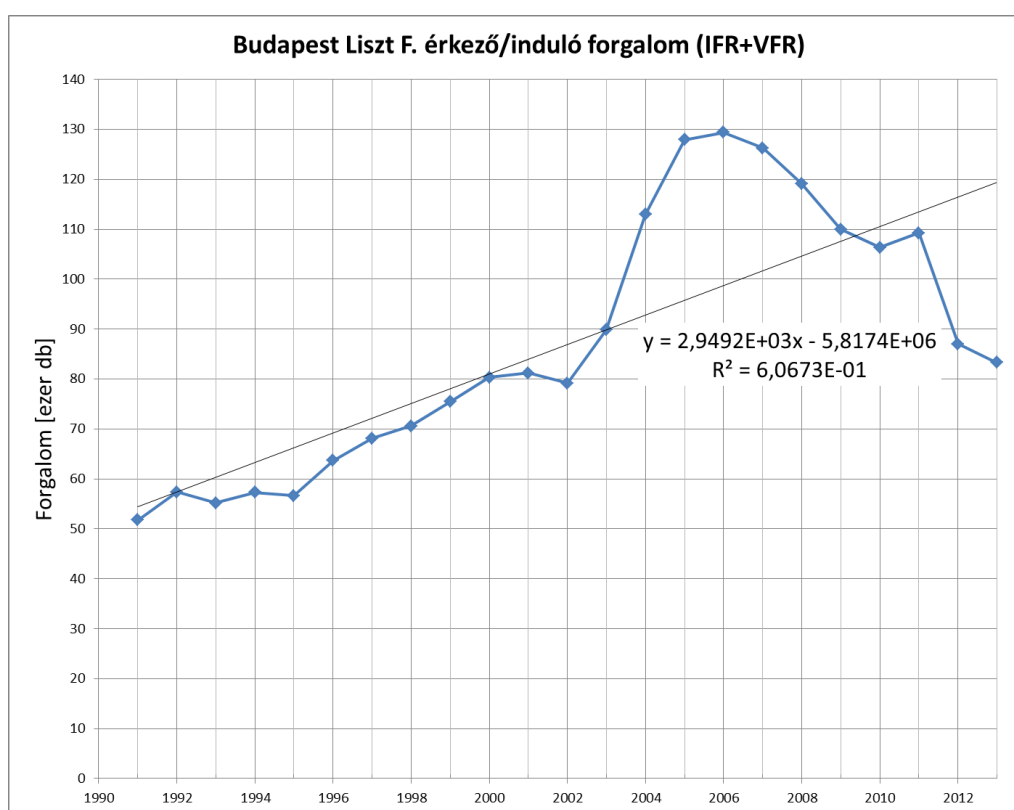
Összefoglalva megállapítható, hogy a Magyarország feletti átrepülő forgalom növekedési üteme (az adatokból meghatározott trend) és az EUROCONTROL előrejelzései közel esnek egymáshoz. Ennek alapján a magyar légtér átrepülő forgalmának növekedését a trend alapján meghatározott 13 000 db/év érték jellemzi (kb. 2,6% növekedés évente a bázisévhez viszonyítva).

Mivel nem áll rendelkezésre 2050-nél hosszabb távú előrejelzés a repülőgép forgalom változására vagy a repülőgép balesetszám változásra, így a fenti lineáris növekedési ütem terjeszthető ki 2090-ig, az új blokkok tervezett üzemidejének végéig.

Utas és teherszállítás forgalom változása

A repülőtereket érintő utas és teherszállítás forgalmában jelentős eltérések vannak. Kiemelkedő utas és teherszállítás forgalmat a Budapest Liszt Ferenc repülőtér bonyolít. A Debrecen és Sármellék repülőterek esetében van egy-egy fellendülést hozó kezdeményezés, de ezen repülőterek környezetében az infrastruktúra, környező régió gazdasági szerkezete nem állt rá a repülőgépes szállításra.

Budapest Liszt Ferenc repülőtér esetén a gazdasági válság elhúzódása és a Malév csődje miatt visszaesett a repülőtér forgalma. A 2006-os forgalmi csúcsot (érkező/induló együttesen) követően 2011-ben volt egy forduló a csökkenési trendben, de a Malév csődje egy újabb forgalom csökkenést eredményezett. 2013-ban a 2003-as forgalmi érték volt látható, amelyből további csökkenés, stagnálás vagy a 2000-es évek elején látható kiugrás is előfordulhat. Ez elsősorban a hazai turizmus külföldi útirányaitól és a külföldi turizmus hazánkba irányuló növekedésétől, de mindenekelőtt a repülési költségek alakulásától függ. [2-9]



2.3-6. ábra: Budapest Liszt Ferenc repülőtér érkező és induló forgalom előrejelzése

Forrás: HungaroControl

A Budapest Liszt Ferenc repülőtér forgalmát lineáris növekedéssel megközelítve, a 2008-as gazdasági világválság előtti kiugrást és a válság utáni forgalommérséklődését átlagolva, kb. 3000 db/év forgalomművelettel számolhatunk (TBJ II. 2.3-6. ábra). Ezt figyelembe véve 2035-ben az induló és érkező forgalom meghaladhatja a 180 000 db műveletszámot, 2050-re pedig elérheti a kb. 230 000 db műveletszámot, amely a jelenlegi forgalom közel kétszerese.

A Budapest Liszt Ferenc repülőtér forgalmának növekedési üteme közel egybeesik a Magyarország felett átrepülő forgalom és az EUROCONTROL által Európára előre jelzett

forgalom növekedési ütemével, így az előző fejezetben megállapított növekedési ütemmel számolható a repülőgép forgalom prognózisa.

Mezőgazdasági célú légtérhasználat változása

A minőségi élelmiszerek iránti növekvő igény, valamint a keleti országok fizetőképes keresletével várhatóan növekszik a mezőgazdasági termelés. A magasabb termésátlagok biztosítása és a gazdálkodó szervezetek koncentrálódása lendületet adhat a mezőgazdasági repülésnek. A mezőgazdasági repülőgépek gazdaságos üzemeltethetősége miatt valószínűleg nem növekedik a repülőgépek munkavégzési körzete, tehát továbbra is a repülőterek és leszállóhelyek 10-15 km-es körzetében végeznek munkálatokat.

A mezőgazdasági célú légtérhasználatra rendelkezésre álló adatok hiányában növekedési ütem nem határozható meg.

Sport célú légtérhasználat változása

A sport célú légtérhasználat további növekedésére lehet számítani a közeljövőben. Növekedést válthat ki a hazai sportcélú légtérhasználatban a hazai lakosság jövedelmi helyzetének javulásával a légi utazások számának növekedése. Szintén a gazdasági helyzettel összefüggésben kismértékben növekszik a szabadidős és sétarepülések iránti igény.

A sport célú légtérhasználatra rendelkezésre álló adatok hiányában növekedési ütem nem határozható meg.

Katonai légtérhasználat változása

A katonai légtérhasználat a rendszerváltást követően lényegesen visszaesett. A drasztikusan változó külpolitikai helyzetek miatt a haderőnem feladatai megváltoztak.

A magyarországi légtér védelme érdekében 2012 januárjában a Honvédelmi Minisztérium 2026-ig meghosszabbította a Gripenek bérleti szerződését. A szerződés módosításával – többek között – 2026-ig 95%-os repült óra növekedés vált lehetővé.

Az ukrán válság nyomán a 2012-es elképzeléseket, a fejlesztések ütemezését Magyarországnak szükséges újra értékelnie, újabb fejlesztésekre vagy a korábban tervezettek előrehozatalára lehet szükség. Például a Gripenek fejlesztését az új helyzetre tekintettel előre hozták.

A Stratégiai Légiszállítási Képesség (SAC) Program várható élettartama minimum 30 évre tehető. A hosszú távú elkötelezettségnek köszönhetően a SAC nemzetek a pápai bázis infrastruktúrájának folyamatos fejlesztésén dolgoznak. A bázis infrastrukturális fejlesztései mellett a SAC Program és a Nehéz Légiszállító Ezred folyamatosan dolgozik a C-17 képességei sokoldalúságának fejlesztésén. [2-9]

A fentiekből következik, hogy a katonai légtérhasználat rendszerváltás után tapasztalható visszaesése megállt, és a légtérhasználat a jövőben némiképp növekvő tendenciát mutat. A katonai célú légtérhasználatra rendelkezésre álló adatok alapján konkrét növekedési ütem nem határozható meg.

2.3.4. Jellemző repülőgépek adatai

A Magyarországi légtérben közlekedő jellemző repülőgépek adatait a repülőgépek mérete és a repülések jellege szerint célszerű csoportosítani. Ezzel megkülönböztethetjük a legnagyobb utas- és teherszállítás célra használt repülőgépeket, a mezőgazdasági és sport célú merev szárnyú repülőgépeket vagy helikoptereket, valamint a katonai könnyű repülőgépeket vagy a katonai harci és sugármeghajtású repülőgépeket.

Mezőgazdasági és sport repülőgépek

Az üzemelő mezőgazdasági repülőgépek típusáról vannak megbízható adatok. A Magyarországon használt sport célú repülőgépek típusáról nincs rendelkezésre álló adat, így a repülőterek és a működő repülő klubok nyilvánosság számára hozzáférhető információi alapján gyűjthetők össze a jellemző repülőgép típusok. Magyarország légterében jellemző mezőgazdasági és sport repülőgépek összesített listáját és fontosabb adatait a TBJ II. [2.3-3. táblázat](#) tartalmazza.

2.3-3. táblázat: A hazai légterben előforduló mezőgazdasági és sport repülőgépek

Típus család	Max. tömeg [kg]	Max. hajtómű tömeg [kg]	Max. üzemanyag [l, kg]*	Max. sebesség [km/h]	Max. utasszám [fő]	Szárny fesztáv [m]
Aerospatiale Alouette SA 318 C ^I	1600	1x n.a.	n.a.	185	5	10,2 (rotor)
Antonov An-2 ^{II}	5500	1× 579	900 kg	258	2 (14)	18,2
Apollo Fox	450	1× n.a.	60 l	200	1	9,2
Cessna 150 ^{III}	726	1× 77,2	n.a.	202	2	10,1
Cessna 172 ^{III}	1111	1× 117	212 l	302	3	11,0
Cessna 182 ^{III}	1406	1× 193	264 kg	268	4	11,0
Hiller Uh 12 E ^{IV}	1227	1× 197	n.a.	153	3	10,8 (rotor)
Kamov Ka-26 ^V	3250	2× n.a.	n.a.	140	2	13 (rotor)
Motorfalke SF 25	650	1× n.a.	55 l	190	2	15,3
Piper PA-25 ^{VI}	1320	1× 199	570 l	188	1	11,0
Piper PA-36 ^{VI}	2180	1× 215	243 kg	216	1	11,8
PZL Mielec M-18 Dromader ^{VII}	4200	1x n.a.	726 l	200	1..2	17,7
Zlín / Let Z-137T	2525	1× 201	294 kg	252	1..2	13,6

Forrás:

I Aerospatiale: http://www.flugzeuginfo.net/acdata_php/acdata_alouette_2_en.php

II Antonov.com / <http://www.airliners.net/aircraft-data/>

III <http://cessna.txtav.com/>

IV <http://www.hilleraircraft.com/>

V <http://russianhelicopters.aero/en/>; <http://www.kamov.net>

VI <http://www.piper.com/>

VII <http://www.pzlmielec.pl>

Megjegyzés:

* A dugattyús hajtóművek esetén AVGAS 100LL, míg a sugárhajtóművek esetén JET A-1 üzemanyag érhető el a repülőtereken (pl. Budaörs, Tököl, Debrecen).

Katonai szállító helikopterek és gyakorló repülőgépek

A magyar légtérben közlekedő katonai szállító és gyakorló repülőgépek elsősorban helikopterek, jellemzően az orosz Mil tervezőiroda típusai és a JAK-52 kiképző repülőgép. A jellemző katonai helikoptereket és a kiképző repülőgépeket a MH 86 Szolnok Helikopter Bázis üzemelteti. Feladatait egy szállítóhelikopter zászlóaljjal (MI-8 és MI-17 közepes szállítóhelikopterekkel), egy harci helikopter zászlóaljjal (MI-24D, MI-24V és MI-24P harci helikopterekkel) látja el [2-9]. Ezekkel a repülőgépekkel gyakorló repüléseket is végeznek (TBJ II. 2.3-4. táblázat).

2.3-4. táblázat: Katonai kiképző repülőgépek és helikopterek

Típus család	Max. tömeg [kg]	Max. hajtómű tömeg [kg]	Max. üzemanyag [l, kg]*	Max. sebesség [km/h]	Max. utasszám [fő]	Szárny fesztáv [m]
Jak-52 ^I	1,305	n.a.	122 kg	285	2	9,3
L-39 Albatros ^{II}	4,7	1 × 350	280 kg	750	2	9,5
Mi-8 ^{III} Mi-9	12	2 × 334	1197 kg	260	3	21,3
Mi-17 ^{III}	13	2 × 295	1197 kg	250	n.a.	21,3
Mi-24 ^{IV}	11,5	2 × 295	1789 kg	335	2	17,3

Forrás:

I <http://www.aerostar.ro/index-en.php> / <http://www.termikas.com/aircraft/YAK-52td>

II <http://mm.iit.uni-miskolc.hu/Data/Winx/descs/l39.html>

III <http://www.hunaf.hu/rovatok/fegyverek/mi8/hip/>

IV <http://www.hunaf.hu/rovatok/fegyverek/mi24/hind/>

Megjegyzés:

* A dugattyús hajtóművek esetén AVGAS 100LL, míg a sugárhajtóművek esetén általában JET A-1 üzemanyag érhető el a repülőtereken (pl. Budaörs, Tököl, Debrecen). A NATO-szabvány szerinti üzemanyagok: AVGAS 100LL, JP-8/JET A-1/FSII, JP-5/AVCAT/FSII JET A, JET B

Utasszállító repülőgépek

A légi utas- és teherszállítás iránti igény növekedésével párhuzamosan folyamatosan fejlesztik a repülőgépeket. A légi közlekedésben általános trend, hogy egyre nagyobb távolságok leküzdésére és egyre gazdaságosabb üzemelésre törekszenek a légitársaságok, mindeközben két tényező szerepe erősödik: az egyéni igények kielégítése és a biztonság.

A gazdaságos üzemeltetés miatt jellemzően egyre nagyobb utas vagy teher befogadására alkalmas repülőgépeket fejlesztenek ki (TBJ II. 2.3-5. táblázat).

A Boeing 747, becenevén a „Jumbo Jet” az egyik legnagyobb utasszállító repülőgép a világon, az első szolgálatba állított szélestörzsű utasszállító repülőgéptípus. Jelenleg a Boeing típusok közül a 747-8 típusszámú tekinthető a legnagyobb gépnek. [2-9]

A legnagyobb repülőgép címet az Airbus A380-as vette át 2007-ben. A típus négy hajtóműves, kétszintes felépítésű, utas-, teherszállító és egyéb altípusai készültek. [2-9]

A polgári repülőgépek mellett a katonai teherszállításban is egyre nagyobb repülőgépeket fejlesztettek ki. Jelenleg a világ legnehezebb repülőgépe a kijevi fejlesztésű Antonov An-225 Mrija, maximálisan 250 t hasznos teher szállítására képes, felszálló tömege 600 tonna. [2-9] Az Antonov típuscsalád sokkal kisebb gépéből, az An-26-os típusból a Magyar Légierő tulajdonában is van egy darab. (Az összehasonlítás és a teljesség kedvéért: a Hughes H-4 Hercules, a legnagyobb szárnyfesztávú repülőgép egyetlen megépített példánya már nem repül. Egyetlen alkalommal repült 1947-ben, jelenleg repülőgép múzeumban található.)

A katonai teherszállító gépek közül a Boeing C-17 Globemaster III típusút szükséges megemlíteni. A harcászati teherszállító feladatkörre kifejlesztett, a levegőben utántölthető, nagy hatótávolságú, merevszárnyú teherszállító repülőgéptípusból 2009 tavaszától 3 db magyar lajstromjelű C-17 lát el szövetségi szállítási feladatokat a Pápai reptérről.

Az üzemén kívül lévő amerikai Hughes H-4 Hercules gépet leszámítva, az Airbus A380, a Boeing 747-8, és az An-225 számítanak jelenleg a legnagyobb gépeknek. A felszálló tömeget és a szárny fesztávolságot tekintve az An-225 a legnagyobb repülőgép, amely a magyarországi légtérben ritkán előfordulhat.

2.3-5. táblázat: Magyarország légtérében előforduló utas- és teherszállító repülőgépek

Típus család	Max. tömeg [t]	Max. hajtómű tömeg [kg]	Max. üzemanyag [l, kg]*	Max. sebesség [km/h]	Max. utas-szám [fő]	Szárny fesztáv [m]
Antonov ^I An-26	24	2× 600	6 000 kg	500	40	29,2
Antonov ^I An-225	600	6× 4100	300 000 kg	800	70	88,4
Airbus ^{II} A300	165.. 172	2× 3905..4104	62 900.. 68 150 l	0,82 mach (871 km/h @ 11 km)	375	44,9
Airbus ^{II} A310	142.. 164	2× 3905..4104	55 200.. 75 470 l	0,84 mach (901 km/h @ 11 km)	280	43,9
Airbus ^{II} A318 A319 A320 A321	68,0 76,5 78,0 93,5	2× 2270..2404	24 210 l 30 190 l 27 200 l 30 030 l	0,82 mach (871 km/h @ 11 km)	132 156 180 220	35,8
Airbus ^{II} A330	233.. 242	2× 4067..6160	97 530.. 139 090 l	0,86 mach (913 km/h @ 11 km)	253..295	60,3
Airbus ^{II} A340	275.. 380	4× 3990..4835	147 850.. 214 810 l	0,86 mach (913 km/h @ 11 km)	300..419	60,3.. 63,5
Airbus ^{II} A380	575	4× 6246..6712	262 072 kg	0,96 mach (1020 km/h @ 11 km)	525..555	79,8
Boeing ^{III} 737	50,3.. 82,2	2× 1455..2370	17 900.. 26 024 l	0,82 mach (876 km/h @ 11 km)	124..215	28,4.. 35,8
Boeing ^{III} 747	334.. 448	4× 3905..5816	183 380.. 243 120 l	0,89 mach (955 km/h @ 11 km)	539..660	59,6.. 68,5

Típus család	Max. tömeg [t]	Max. hajtómű tömeg [kg]	Max. üzemanyag [l, kg]*	Max. sebesség [km/h]	Max. utas-szám [fő]	Szárny fesztáv [m]
Boeing ^{III} 767	152.. 204	2× 4039..4479	63 000.. 91 400 l	0,86 mach (913 km/h @ 11 km)	255..409	47,6.. 51,9
Boeing ^{III} 777	247.. 352	2× 7550..8761	146 837 kg	0,89 mach (950 km/h @ 11 km)	440..550	60,9.. 64,8
Boeing ^{III} 787	228.. 253	2× 5765..5816	126 210.. 138 700 l	0,90 mach (954 km/h @ 11 km)	381..440	60,1
Boeing ^{III} C-17	264,4	4× 3221	134 560 l	0,74 mach (830 km/h)	134	51,8

Forrás:

I <http://Antonov.com> / <http://www.airliners.net/aircraft-data/>

II <http://Airbus.com>

III <http://Boeing.com>

*A Budapest Airport adatai szerint a repülőgépeket kiszolgáló RÜK Kft. minden repülőgépnek "JET A-1" típusú üzemanyagot biztosít. Az üzemanyag biztonsági adatlapja:

http://www.ruk.hu/termek/msds?tPath=/view/&documentview_type=save&documentview_site=1650&documentview_id=12

Katonai harci és sugármeghajtású gyakorló repülőgépek

Hazánkban a korábbi MiG-29-es repülőgépeket felváltották a svéd Saab JAS-39 Gripenek. A Honvédelmi Minisztérium tervei szerint ezekkel a Saab Gripen JAS-39 C és D típusú repülőgépekkel látják el Magyarország légtér védelmét 2026-ig [2-9]. Ezzel a repülőgéppel gyakorló repüléseket is végeznek. (TBJ II. 2.3-6. táblázat)

A magyar légtér védelmét ellátó katonai harci és sugárhajtású gyakorló repülőgépekről a 2026 utáni időszakra nincs rendelkezésre álló információ.

2.3-6. táblázat: Katonai harci és sugárhajtású gyakorló repülőgép

Típus család	Max. tömeg [t]	Max. hajtómű tömeg [kg]	Max. üzemanyag [kg]*	Max. sebesség [km/h]	Max. utas-szám [fő]	Szárny fesztáv [m]
Saab JAS-39 Gripen ^I	14.. 16,5	1× 1055	2000 kg	2 mach (2120 km/h)	1 (C) 2 (D)	8,4

Forrás:

I <http://www.saabgroup.com/en/> [28] (C típus 1 személyes, D típus kétszemélyes gyakorló)

Megjegyzés:

* A Saab Jas-39 Gripen típusú repülőgépek NATO-szabvány szerinti üzemanyagokat használnak. A NATO-szabvány szerinti üzemanyagok: AVGAS 100LL, JP-8/JET A-1/FSII, JP-5/AVCAT/FSII JET A, JET B

2.3.5. A telephely légtérhasználata

A telephely környezetének légtérhasználata a telephely felett átrepülő forgalomból és a telephely környezetében lévő repülőterek forgalmából adódik.

Az átrepülő forgalom elsősorban utas és teherszállítás célú civil repülőgépes forgalomból adódik.

A telephely 30 km-es körzeten belül kettő, jelenleg is üzemelő repülőtér van (TBJ II. [2.3-1. ábra](#)):

- Kalocsai, délkeleti irányban, légvonalban 7,5 km-re: szilárd burkolatú, használaton kívüli katonai repülőtér, amely jelenleg sport célú repülőtérként van hasznosítva.
- Németkéri, észak-nyugati irányban 19 km-re: nem nyilvános, egyéb célú polgári repülőtér.

A 30 km-es körzet határához közel, de azon kívül további három repülőtér helyezkedik el:

- Keceli, légvonalban 30,2 km-re: vállalati célú repülőtér, helikopterek fel- és leszállóhely.
- Ócsényi, déli irányban 30,6 km-re: polgári repülőtér.
- Kiskőrös-Akasztói, észak-keleti irányban 31 km-re: polgári repülőtér.

Mivel a keceli repülőtér helikopter fel- és leszálló hely, így a repülőtér működéséből adódóan, azaz a fel- és leszállásokból származó tevékenységnek nincs hatása a telephelyre [\[2-9\]](#).

A 30 km-es körzethatáron lévő repülőterek működéséből adódó hatások vizsgálata céljából ellenőrzésként az ócsényi repülőtér forgalmára célszerű a becsapódás valószínűség ellenőrzést elvégezni. Az ócsényi repülőtérre kapott adatok távolsági alapon kiterjeszthetők Kiskőrös-Akasztó repülőtérre.

Átrepülő forgalom a telephely felett

A légifolyosók 1991-ben történt megszűnésével a Magyarország felett átrepülő forgalom útvonalai irányítási csomópontokhoz köthetők, a légi irányítás a csomópontok mentén irányította a forgalmat. Az átrepülő forgalom utazómagassága általában 8 000-10 000 m, valójában az elkülönítés szabályai szerint a légi irányítás tervezi meg a repülő repülési magasságát. A paksi atomerőmű felett 5 950 m magasságig tiltott légtér van, így a légi irányítás nem adhat ezen keresztül útvonalat és a repülőgép vezetők sem repülhetnek be.

A nem ellenőrzött légtérben a repülőgép vezetőknek kell tájékozódniuk az ország területén érvényes korlátozásokról. Ezeket egyrészt a tiltott és korlátozott légterekre a 26/2007. (III. 1.) GKM-HM-KvVM együttes rendelet adja meg, másrészt az időszakosan korlátozott, veszélyes és eseti légterekre a Hungaro Control weblapján napi frissítéssel jelennek meg az érvényes korlátozások.

Az Egységes Európai Égbolt program megvalósulásával a közeljövőben a repülés indulási és érkezési pontja között lényegesen kevesebb pontot kell érinteni és rövidül az útvonal hossza is. Mivel több országhatáron átterjedő ún. funkcionális légtérblokkokat hoznak létre, ezen belül keresik meg a be- és kilépési pont között a legrövidebb útvonalakat. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy Magyarország felett a légi útvonalak jelenlegi értelmezése megszűnik, a határ bármely pontján lehet be- és kilépés, ugyanakkor az útvonalak rövidülése miatt a magyarországi légtérben töltött idő is csökkenhet.

Ennek következtében a meglévő és az új blokkok telephelye tiltott légtére felett átrepülő forgalomból eredő repülőgép ugyanolyan valószínűséggel fordulhat elő a telephely felett, mint az ország bármely más területe felett. Továbbá, a telephely felett átrepülő forgalom irány szerinti eloszlása közel egyenletesnek feltételezhető.

Katonai légtérhasználat

Kalocsai repülőtér

A kalocsai katonai repülőtér a 1990-es szovjet csapat kivonások következtében használaton kívülé vált, a katonai légtérhasználat gyakorlatilag megszűnt. A kalocsai repülőtér több éven keresztül használaton kívül volt, majd a megszüntetés volt tervbe véve. [2-9] 1995-ben megalakult az Aeroport Kalocsa Repülő és Szabadidősport Egyesület, elsődleges feladata a repülőtér üzemeltetése, a helyi repülőklubok és ehhez kapcsolódó turisztikai feladatok koordinálása volt. [2-9]

A kalocsai repülőtér Kalocsa, Foktő és Uszód határán helyezkedik el, a repülőtér Bács-Kiskun megye középső részének nyugati peremén Kalocsától 4 km-re északnyugatra, Foktő községtől 3 km-re északkeletre helyezkedik el. A jó minőségű beton és füves kifutópályákkal egyaránt rendelkező repülőtéren a pályák iránya észak-déli. Két oldalukon szilárd burkolatú repülőgép tároló helyek és kiépített gurulópályák sorakoznak. A kifutópályák mindkét oldalán a repülőterre való rálátást gátló erdősávokat telepítettek. A repülőtér adatai azért fontosak, mert ezek meghatározzák a repülőtér által kiszolgálható repülőgépek típusát.

Korábbi rendeltetésénél fogva a repülőtér nagyobb gépek fogadására is alkalmas.

A kalocsai repülőtér főbb adatai:

- Távolság a telephelytől: 7,5 km
- Tengerszint feletti magasság: 91 m
- Terület: 4,18 km²
- Pályaszám: 2 db
- Pályaméretek:
 - 2500 m × 60 m, beton,
 - 900 m × 300 m, fű,
- Teherbírás: száraz állapotban 28 tonna, nedves állapotban 19 tonna.

Világító berendezéssel a repülőtér nincs felszerelve, emiatt Kalocsán csak nappali repülések folytathatók. Üzemanyag-raktár hiányában kerozin-vételezési lehetőség szintén nincs. A kalocsai repülőtér igénybevétele meglehetősen szerény, megfelelő létesítményekkel és idegenforgalmi funkciókkal kiegészítve viszont alkalmas lenne a jelenlegi fő funkció, a sportrepülés mellett nagyobb forgalom lebonyolítására is.

A repülőtéren rendszeresen szerveznek repülőnapokat, különösen az ejtőernyőzés népszerű a város lakóinak körében. Kalocsa városa a repülőtér mellett jelenleg ipari parkot szeretne kialakítani.

Egyéb katonai célú légtérhasználat

A telephely környezetében nincs egyéb üzemelő katonai repülőtér, a megmaradt katonai repülőterek távol vannak a telephelytől (Pápa, Kecskemét, Szolnok), így azok fel- és leszállási műveletei a tiltott légtértől távol vannak. A földközeli és kis magasságú harcászati jellegű útvonalrepülések számára csak 1200 m alatti nem ellenőrzött, valamint vitorlázó és műrepülő légtérben jelölhető ki légifolyosó.

A 26/2007 GKM-HM-KvVM rendelet szerint a katonai repülés a tiltott légtérben tilos.

Mezőgazdasági és sport és egyéb célú légtérhasználat

Németkéri repülőtér

A Németkéri repülőtér a 159/2010. Korm. rendelet szerinti VI. kategóriába sorolt olyan repülőtér, amely egyéb vegyes felhasználású repülőtér kategóriába van sorolva.

A Németkéri repülőtér főbb adatai [2-9]:

- Távolság a telephelytől: 19 km
- Tengerszint feletti magasság: 145 m
- Pályaszám: 1 db
- Pályaméretek: 450 m × 30 m
- Pálya felülete: füves
- Légügyi Hivatal státusz: nincs létesítve

Németkér Község Önkormányzata tájékoztatása és megerősítése szerint a repülőtér füves borítású és magánszemély tulajdonában van. A repülőtér 2008-2010. között ideiglenesen működött, de az új tulajdonos a futópálya kötelező alkalmassági vizsgálatai miatt nem folytatta le a hivatali eljárást a Légügyi Hivatalnál [2-9].

A repülőtér 2010 óta nem működik. A Légügyi Hivatal nyilvántartásából még nem került ki, de a státusza szerint nincs létesítve.

A Németkéri repülőtér forgalmával valójában jelenleg nem kellene számolni, de a jövőbeni esetleges újra létesítés és használatba vétel jelentette bizonytalanság kezelése céljából, konzervatívan, az értékelés figyelembe vette.

Őcsényi repülőtér

A telephely környezetének legjelentősebb mezőgazdasági és sport célú légtérhasználata az Őcsényi repülőtér forgalmából adódik. A mezőgazdasági és sport célú repülések környezete 10-15 km. Az Őcsényi repülőtér Tolna megye keleti részén, Szekszárdtól 6 km-re, délkeletre, közvetlenül Őcsény község mellett helyezkedik el. Az 1957-ben létesített repülőtér füves, jó minőségű észak-déli irányú kifutópályával rendelkezik, amely nagyobb gépek fogadására is alkalmas. A repülőtér adatai azért fontosak, mert ezek meghatározzák a repülőtér által kiszolgálható repülőgépek típusát.

Az Őcsényi repülőtér főbb adatai [2-9]:

- Távolság a telephelytől: 30,6 km
- Tengerszint feletti magasság: 90 m
- Terület: 0,52 km²
- Pályaszám: 1 db
- Pályaméretek: 1250 m × 150 m
- Pálya felülete: füves
- Teherbírás: száraz állapotban 22 tonna, nedves állapotban 15 tonna

A 2003-ban felújított repülőtér 2 db 600 m²-es hangárral is rendelkezik, a biztonságos légi járműtárolást 24 órás védőszolgálat teszi lehetővé. A repülőtér világító berendezéssel nem rendelkezik, ezért csak nappali repülésekre alkalmas. A légi járművek számára előzetes igény alapján üzemanyag biztosítható a területen létesített üzemanyagtartály feltöltésével. A felújított főépület az irányítótoronnyal együtt biztosítja a repülőtér fő funkcióját, a sportrepülést.

A légikikötő széleskörű szolgáltatásaival idegenforgalmi feladatokat is ellát. A rekreációs funkciókkal is rendelkező repülőteret leggyakrabban a motoros sportrepülők, a vitorlázó gépek, mezőgazdasági repülőgépek, valamint a motoros sárkányrepülők, ritkábban a hőlégballonosok veszik igénybe. A rendelkezésre álló információk szerint a repülőteret évek óta csak márciustól novemberig használják. Átlagosan évente 180–240 között van a sportrepülőgépes és a mezőgazdasági célú felszállások száma, a motoros sárkányrepülőgépek felszállása évente átlagosan 20–30 alkalommal. [2-9]

A sport célú repüléseknél távolabbi repülésekre helyközi sportversenyeknél, sétarepüléseknél és a versenyekre repülővel érkező gépeknél lehet számítani, de a sportrepülés jellegéből adódóan a légtérhasználat döntő része a repülőtér 10-15 km-es környezetében történik. [2-9]

A mezőgazdasági célú repüléseknél gazdaságossági szempontból valószínűsíthető, hogy szintén a repülőtér 10-15 km-es körzetén belül történnek a repülések. [2-9]

A géptípusokat tekintve a sport célú repülés elsősorban motoros kisgépekkel, vitorlázó repülőgépekkel történik. A mezőgazdasági célú repülés pedig elsősorban motoros kisgépekkel és helikopterekkel történik. A fentiek alapján a telephely környezetének légtérhasználat az Őcsényi repülőtér 10-15 km-es körzetéhez kapcsolódik és repülőgépek jellemzően motoros kisgépek és helikopterek.

Mivel minden repülőgép típusra érvényes az atomerőmű feletti tiltott légtér, ezért ezek a repülőgépek sem repülhetnek be az atomerőmű feletti tiltott légtérbe.

2.3.6. Légi közlekedés balesetei

A balesetre egyértelmű kategorizálás nincs, a statisztikák alkalmazott meghatározásai általában eltérőek egymástól. Hivatalosan baleset, amit a balesetvizsgálatoknál figyelembe vesznek, amikor a repülőgép jelentősen megrongálódik, komolyabb kár esik benne, illetve ha emberi sérülés történik, vagy ha a baleset halálos áldozatot követel. Nem számít balesetnek pl. a horpadás, horzsolás, karcolás.

A használatban volt és jelenleg is használatban lévő fogalmak, kifejezések mégis elég egyértelműek. A „katasztrófa” elnevezésű kategória már megszűnt, létezik viszont a „major”, tehát nagy baleset, de ez inkább csak a balesetek következményeinek felszámolásával foglalkozók számára fontos, hogy tudják, mekkora erőket kell bevetni a mentéshez és a vizsgálathoz. Vannak a kisebb súlyú balesetek, mint a „súlyos repülőesemény”, amit legegyszerűbben úgy lehet megfogalmazni, hogy „majdnem baleset”, amikor a körülmények már együtt voltak egy balesethez, de az szerencsésen nem következett be. Még enyhébbnek számít az „esemény” kategória, angolul „incident”, amikor nem volt közvetlen balesetveszély, de a biztonság lényegesen kevesebb volt, mint amit el lehetett várni. Ebbe tartozik, például ha két gép a megengedettnél jóval közelebb repült el egymás mellett, vagy a földhöz, vagy a hajtómű teljesítménye lényegesen kisebb volt, mint amennyi az adott szituációban szükséges lett volna. [2-9]

A magyarországi baleseteknél többször is előfordult, hogy két repülőgép összeütközött. Ha baleset bekövetkezés szempontjából vizsgáljuk az eseményeket, akkor két gép összeütközése egy esemény. Általában az egyik repülőgép vezetője okozza a hibát, amit a másik gép vezetője nem tud kompenzálni, vagy a vészhelyzetben éppen rossz manőver mellett dönt. Az elemzés ilyen esetekben azt feltételezi, hogy a két repülőgép két különálló helyszínen csapódik be. Mivel a becsapódások valószínűsége a vizsgálat tárgya, ezért két repülőgép összeütközését minden esetben két eseményként kezeli az elemzés. Ez a megközelítés a konzervativizmus irányába történő felülbecslés.

Magyarország területén bekövetkezett balesetek

A vizsgálat a magyarországi repülőgép baleseti statisztikát a Közlekedés Biztonsági Szervezet és a Magyar Repüléstörténeti Társaság adataira szerint nyilvántartott esetekből 1990. január 1. és 2014. június 30. közötti időszakra dolgozta fel. A nyilvántartások szerint 168 db baleseti esemény történt a vizsgált időszakban (TBJ II. [2.3-7. táblázat](#)). A légi baleseti események dátum, település, esemény helyszíne, légi jármű típusa, baleset jellemzői és gépkategória szerint kerültek vizsgálatra.

A repülőgépek becsapódásának vizsgálata szempontjából az esemény helyszíne fontos szereppel bír, mert a balesetek nagyobb része repülőtéren vagy gyakorlótéren következik be, és kisebb része az ú.n. országos háttéren, tehát az ország repülőtereken és gyakorlótereken kívüli területén vagy korlátozott légtérben.

A balesetek jellemzői az eset körülményeiről, okairól adnak információt, továbbá a balesetek súlyosságáról. Ez utóbbi egyértelműen mutatja, hogy egy baleset kényszerleszállással vagy repülőgép lezuhanással végződött. Az adatokból ismert továbbá a gép kategóriája. Erre a kategorizálásra a "The Calculation of Aircraft Crash risk in the UK" című dokumentum elemzési módszerének alkalmazása során van szükség. [\[2-9\]](#). A repülőgépek 6 kategóriába sorolhatók be 0 - 5 között.

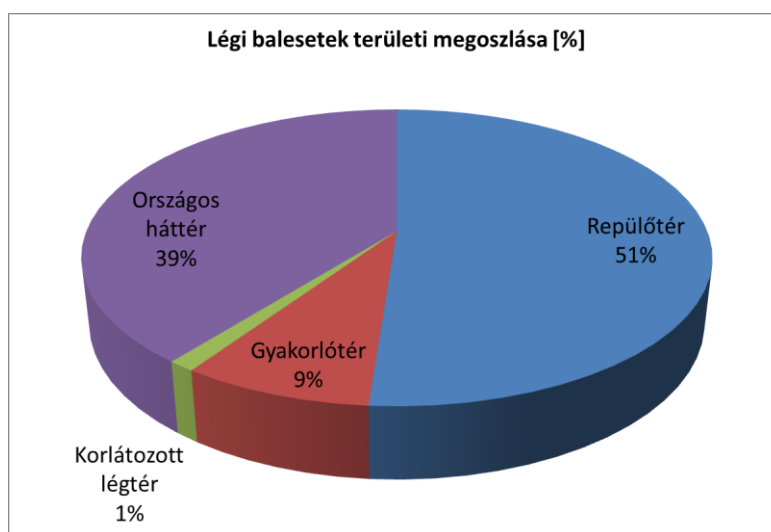
2.3-7. táblázat: Légi balesetek Magyarország területén évenként

Év	Légi baleset [db]
1990	9
1991	4
1992	4
1993	6
1994	4
1995	15
1996	1
1997	3
1998	4
1999	4
2000	7
2001	4
2002	5
2003	7
2004	9
2005	7
2006	5
2007	4
2008	6
2009	6
2010	11
2011	11
2012	15
2013	9
2014	8
Összesen	168

Légi balesetek területi megoszlása

A repülőgép gyártók által közzétett információk szerint is a legtöbb baleset felszálláskor és a kezdeti emelkedéskor, valamint süllyedésnél, végső megközelítésnél és landoláskor fordul elő. Utazómagasságon a balesetek mindössze 8%-a történik a Boeing statisztikái szerint. A balesetek 30%-a történik a felszállás és az emelkedés közben, a balesetek 50%-a leszállás és megközelítés közben következik be. A maradék 12% nem a repülési fázisokhoz köthető, hanem a repülőtéren történő guruláshoz, vagy a terminálhoz való kapcsolódáshoz. [2-9]

A magyarországi repülőgép baleseti statisztika szerint 1990. január 1. és 2014. június 30. között, a Közlekedés Biztonsági Szervezet és a Magyar Repüléstörténeti Társaság adattára szerint nyilvántartott lista szerint a 168 db légi baleset történt. Ebből kb. 51% repülőtéren, 9% gyakorlótéren történt és 39% az országos háttérben (TBJ II. [2.3-7. ábra](#)).



2.3-7. ábra: Légi balesetek területi megoszlása

A balesetek több mint fele a repülőtereken történik, bár ez kevesebb, mint a repülőgép gyártó által jelezett 80% (fel- és leszállás együttesen). Érdekes kiemelni, hogy az elmúlt 24,5 évben korlátozott légtérben mindösszesen a balesetek kb. 1%-a történt. A balesetek számszerű területi megoszlását a TBJ II. [2.3-8. táblázat](#) mutatja.

2.3-8. táblázat: Légi balesetek száma területenként

Helyszín	Légi baleset [db]
Repülőtér	86
Gyakorlótér	14
Korlátozott légtér	2
Országos háttér	66
Összesen:	168

Kényszerleszállással járó légi balesetek

A magyarországi repülőgép baleseti statisztika szerint 1990. január 1. és 2014. június 30. között bekövetkezett 168 balesetből 25 köthető olyan kényszerleszálláshoz, amely nem járt lezuhanással. Ezek többsége, szám szerint 20 esemény, repülőtéren fel- és leszállás közben

történt valamilyen műszaki hiba miatt. A további 5 esetben a repülőgép nem repülőtéren hajtott végre kényszerleszállást. Tekintettel arra, hogy a kényszerleszállások többsége olyan műszaki hiba miatt történt, amellyel a repülőgép biztonságosan és irányítottan le tudott szállni, a kényszerleszállás eseményeket a repülőgép becsapódások valószínűségének elemzésénél a vizsgálat nem vette figyelembe, függetlenül attól, hogy repülőtéren vagy repülőtéren kívül történt.

A becsapódás valószínűségének vizsgálatakor az 1990. január 1. és 2014. június 30. között történt 143 esemény került figyelembe vételre.

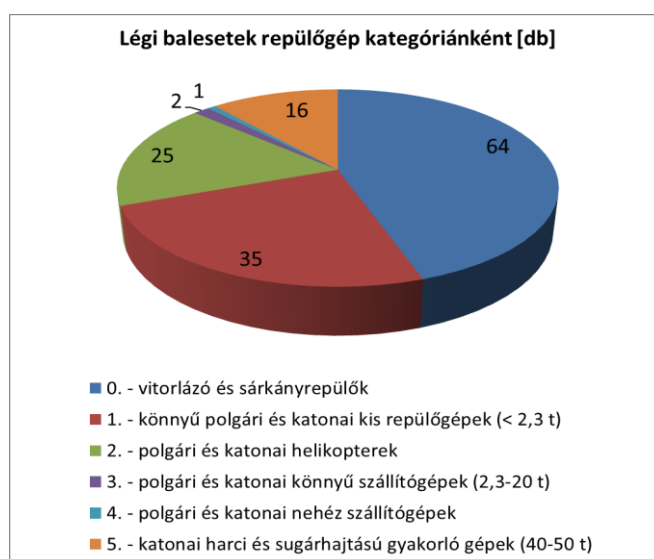
Balesetek repülőgép kategóriáinként

A magyarországi légi balesetek repülőgép kategóriák szerint vizsgálhatók.

A repülési jellemzők alapján felállított légi jármű kategóriákat alkalmazzák, az ezekre külön-külön meghatározott kockázatok figyelembe vételével. A légi járművek tömege és egyéb, az ütközést, illetve a hatást befolyásoló jellemzők alapján az alábbi 6-féle kategória határozható meg (TBJ II. [2.3-8. ábra](#)):

- 0. kategória:kistömegű (vitorlázó- és sárkányrepülő), illetve a jelentéktelen mennyiségű üzemanyagot hordozó gépek (motoros sárkányrepülő),
- 1. kategória:könnyű katonai és polgári kis repülőgépek, melyek megengedett maximális felszállási tömege nem haladja meg a 2,3 tonnát,
- 2. kategória:minden katonai és polgári helikopter,
- 3. kategória: kisméretű szállító gépek, minden olyan katonai és polgári gép, melyek maximális felszállási tömege 2,3 és 20 tonna közé esik,
- 4. kategória:nagyméretű szállító gépek, minden olyan rögzített szárnyú katonai és polgári repülőgép, amelyik nem tartozik bele az 1., 3. és 5. kategóriákba,
- 5. kategória:katonai harci és sugárhajtású gyakorló gépek, minden olyan rögzített szárnyú katonai repülőgép, melynek maximális felszállási tömege elérheti a 40–50 tonnát, vagy műrepülésre képes.

Az egyes repülőgépek osztályba sorolása nem mindig egyértelmű, ezért ezekben az esetekben konzervatív besorolást szükséges végezni, mely alapját a repülőgép tömege, illetve repülési jellemzői jelentik.



2.3-8. ábra: Légi balesetek repülőgép kategóriáinként

A baleseti statisztika alapján látható, hogy a 0. kategóriába tartozó balesetek közel az összes baleset felét teszik ki (kb. 45%). A kategorizálás alapját képező dokumentációban a 0. kategória az atomerőművekre nézve veszélytelen kategóriát jelent. Az 1. kategóriába a balesetek kb. 25% tartozik, ezek a legkisebb motoros, merev szárnyú repülőgépek. A 2. kategóriába a katonai és polgári helikopterek tartoznak, amelyek a balesetek további 17,5%-át adják. Ebbe a kategóriába tartoznak a jelenlegi dokumentációban mezőgazdasági és sport célú repüléssel jelölt helikopterek, valamint a katonai helikopterek. Ez a három kategória (0., 1. és 2.) adja a balesetek több mint háromnegyedét (87,5%-át).

A 3. és 4. kategóriába sorolt repülőgépek a balesetek nagyon kis részét adják (2,1%-ot). Ezek a repülőgépek az utasszállító, kereskedelmi teherszállító, illetve a katonai személy és teherszállító repülőgépek.

Az 5. kategóriában – a 3. és 4. kategóriától eltérően – magasabb a balesetszám, ez a kategória a balesetek 11,2%-át adja. A balesetek mindegyike légvédelmi repülőgéppel történt, MiG és Szu típusú katonai harci repülőgépekkel. A 16 db baleset közül 15 db katonai gyakorlórepülés közben történt, egy baleset pedig felszállás közben.

2.3.7. Repülőgépek becsapódásának hatásai nukleáris létesítményekre

Becsapódás közvetlen hatásai

A repülőgép nukleáris létesítménybe csapódása következményének súlyossága a létesítményben okozott károsodás alapján értékelhető.

Abban az esetben, ha a repülőgép becsapódás valószínűsége meghaladja az előírt valószínűségi szűrési szintet, a becsapódás okozta hatások következményeit meg kell határozni, az eseményt jellemző paraméterek felhasználásával kell tervezni a TA1-4 üzemállapotok követelményei alapján, figyelembe véve a tervezés és az ellenőrző számítások során a közvetlen és közvetett hatásokat.

A repülőgép és a létesítmény szerkezet kölcsönhatását az alábbiak határozzák meg:

- ütközési sebesség és becsapódási szög,
- repülőgépek szilárdsági jellemzői, ütköző tömeg, tömegeloszlás, törőteher,
- hajtóművek, merev szárnyak részletes adatai,
- a repülő és a létesítmény merevségi viszonyai,
- ütközési zóna nagysága, helyzete.

A közvetett hatások tekintetében a becsapódás következtében keletkező tűz hőhatását és az égéstermékek mérgező hatását kell figyelembe venni.

A repülőgép becsapódás közvetett hatásainak megítéléséhez szükséges az üzemanyag típusát és maximális mennyiségét ismerni. A releváns adatokat a TBJ II. [2.3.4. fejezet](#) (Jellemző repülőgépek adatai) tartalmazza.

2.3.8. Balesetek bekövetkezésének valószínűségi elemzése

A nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről szóló 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet mellékletét képező NBSz 3a.2.2.5000. pontja szerint a paksi 5-6. blokk esetén a feltételezett kezdeti események köréből kiszűrhető a telephelyre jellemző külső emberi tevékenységből származó olyan esemény, amelynek gyakorisága 10^{-7} 1/évnél kisebb, vagy ha a veszélyeztető tényező olyan távolságban van, hogy igazolható, hogy a telephelyre az várhatóan nem gyakorol hatást.

A PAE 1-4 blokk és az új blokkok telephelye felett lévő közös tiltott légtér biztosítja, hogy az áthaladó utas- és teherszállító repülőgépek hajtómű hiba miatt várhatóan nem tudnak becsapódni, ugyanis a hajtómű nélküli szabad siklásban a repülőgép lehetséges süllyedése lényegesen kisebb, mint a tiltott légtér magassága. Egyéb műszaki hibák, mint pl. a repülőgép irányíthatatlanná válása nem zárható ki, ebben az esetben még a tiltott légtér sem biztosítja, hogy a becsapódás elkerülhető legyen.

A repülőgép műszaki hibáján felül, emberi hiba miatt is előfordulhat, hogy a repülőgépek berepülnek a tiltott légtérbe. Az emberi hiba miatti tiltott légtérsértésnek legkisebb valószínűsége utas- és teherszállító repülőgépeknél van, hiszen ezeknél van másodpilóta. Az érvényben lévő szabályok szerint utasszállító repülőgépek csak másodpilótával szállhatnak fel. Azonban az IHO által közzétett egyik esemény szerint a másodpilóta sem adhat teljes biztonságot [2-9].

Magyarország légtérében a repülésre vonatkozóan hatályos korlátozások vannak, de nem zárható ki, hogy bármely területre katonai vagy polgári repülőgép becsapódjon. Ennek következtében távolsági alapon nem szűrhető ki a repülőgép becsapódásból eredő veszély.

Mivel távolság alapon nem szűrhető ki a repülőgép becsapódásból eredő veszély, ezért el kell végezni a gyakoriság alapú szűrést.

A repülőgép becsapódás jellemezhető egyrészt az ország egész területére jellemző homogén becsapódási gyakorisággal, úgynevezett háttér becsapódási rátával, másrésztől figyelembe vehető, hogy a balesetek az ország területén belül nem egyenletesen oszlanak meg. A magyar légtér eltérő baleseti jellemzőkkel rendelkező különböző területeit elkülönítetten kezelő inhomogén becsapódási gyakoriságok meghatározásához a regisztrált országos légi baleseti adatok szétválogatását el kell végezni aszerint, hogy a baleseti események repülőtereken és katonai gyakorlótereken, valamint az ország egyéb területein következtek-e be.

A telephely kellően távol helyezkedik el repülő- és gyakorlóterületektől, így az inhomogén statisztika szempontjából a repülő- és gyakorlóterektől távoli légterek baleseti és területi adatai alapján meghatározott becsapódási gyakoriságot kell érvényesnek tekinteni.

Nemzetközi gyakorlat a repülőgép becsapódások számítására

A repülőgép becsapódás elemzésére sok módszer áll rendelkezésre. Az alábbi összehasonlítás röviden áttekinti a nemzetközi gyakorlatban alkalmazott eljárásokat kiemelve a konkrét különbségeket. [2-9]

Az összehasonlított eljárásokat a különböző nukleáris területen működő szervezetek IAEA, NRC, DOE vagy UKAEA fejlesztették ki.

- IAEA: External Human Induced Events in Site Evaluation for Nuclear Power Plants, IAEA, Safety Guide No NS-G-3.1, IAEA, May 2002;
- NRC: Standard Review Plan for the Review of Safety Analysis Reports for Nuclear Power, Plants: LWR Edition, NUREG-0800, Section 3.5.1.6 (Revision 4), U.S. NRC, March 2010;
- DOE: Accident Analysis for Aircraft Crash into Hazardous Facilities, DOE-STD-3014-2006, U.S. Department of Energy, May 2006;
- UKAEA: The calculation of aircraft crash risk in the UK, Contract Report 150/1997, prepared by AEA Technology, 1997 [30]

A fenti eljárások közötti különbségek, amelyek potenciálisan befolyásolhatják az elemzések eredményét, alapvetően a következők:

- repülőgépek kategorizálása,
- baleset definíciója,

- különböző régiókban észlelt adatok használhatósága,
- repülőtérhez köthető esetek kezelése,
- balesetek helyének megkülönböztetése a modellekben,
- modellek használhatósága,
- effektív hatásterületek definíciója.

Repülőgépek kategorizálása

Az UKAEA által használt 1. kategóriában a könnyű polgári repülőgépek mellett a légszavaros katonai repülőgépek is egy kategóriába vannak sorolva, míg a DOE a katonai repülőgépeket teljesen külön kezeli.

Az UKAEA kategorizálás alapvetően a repülőgép tömege mentén történik, míg az NRC és DOE esetén a rendező elv a használat célja, azon belül vannak méretre jellemző alkategóriák. Az IAEA nem definiál kategóriákat.

Repülési műveletek kategorizálása

A fenti dokumentumok eltérően kezelik a repülési műveleteket is. Az UKAEA eljárás azt javasolja, hogy repülőtérhez vagy a légi útvonalhoz köthető balesetek modellezése legyen elkülönítve az ún. háttér becsapódási gyakoriságtól. A repülőtértől vagy a légi útvonaltól távoli, ún. háttér becsapódási gyakoriság térben egyenletes eloszlású, de régióként elérő nagyságú lehet, pl. egy katonai gyakorló légtérben.

Az NRC eljárás négy repülési műveletet különböztet meg, a repülőtérhez, légi útvonalhoz, a levegőben köröztetett repüléshez és a vizsgált telephelyre jellemző általános repüléshez köthető műveleteket. Az NRC a becsapódási valószínűségeket egyenletes eloszlással kezeli a kiválasztott repülési művelethez tartozó régiókn belül.

A DOE eljárás repülőtérhez kapcsolódó, illetve nem kapcsolódó részre osztja a repülési műveleteket. A repülőtérhez kapcsolódó becsapódások valószínűségét a kifutópályától való távolság függvényében, míg repülőtérhez nem köthető becsapódások valószínűségét egyenletes eloszlással kezeli.

Az IAEA biztonsági útmutató a becsapódás valószínűségét egyenletes eloszlásúnak feltételezi.

Repülőgép balesetek definíciója

A repülőgép balesetek értelmezése nagyon fontos a különböző eljárások eredményeinek összehasonlításakor. A baleset minősítése elsősorban a halálesetek vagy a jelentős repülőgép károsodás alapján történik. Az UKAEA a repülőgép károsodással járó eseményeken kívül a polgári légi balesetek közé sorolja azt az esetet, amelyben a repülőgép irányítását jelentősen elveszítették. Az NRC a repülőtéri eseményeknél a halálesettel járó eseményt vonja be a vizsgálatba, míg a légi úthoz köthető eseményeknél a jelentős meghibásodást. A DOE eljárás a repülőtéri és repülőtérén kívüli eseményeknél egyaránt a repülőgéptörzs jelentős károsodásával járó eseményeket veszi figyelembe.

Légi útvonalhoz köthető balesetek értelmezése

Az UKAEA és az NRC eljárás a légi útvonal középvonalától mért távolság függvényében adja meg a baleset (becsapódás) valószínűségét. A DOE és IAEA eljárásnak nincs külön légi útvonalra vonatkozó számítási metodikája.

Effektív terület

A különböző eljárások alapvetően összhangban vannak az effektív területek számítása szempontjából. A különbség csúszási távolság kezelésében van.

Az összehasonlítás következtetései

Az UKAEA és a DOE eljárás a repülőtértől távoli légterekben történő baleset becsapódási valószínűségének meghatározásakor figyelembe veszi a repülési művelet számot, ezzel szemben az NRC és az IAEA nem.

Az UKAEA és a DOE műveletszámhoz kötött eljárása akkor alkalmazható, ha a repülőgép balesetek (becsapódási események) mellett a repülési műveletek száma is rendelkezésre áll.

Az NRC, DOE és UKAEA eljárás egyaránt Poisson-eloszlásként kezeli a repülőgép baleseteket, a különbség abban van, hogy a baleseti rátát évekre vagy repülési műveletekre vonatkoztatja.

Becsapódási valószínűség meghatározására alkalmazott számítási modell

A telephely jellemzése érdekében a becsapódási gyakoriság számításának a régió repülési és légi baleseti adatain kell alapulnia. Célszerűen a legfrissebb 25 év időtartam adatainak vizsgálatát kell elvégezni, mivel ez által elegendő mennyiségű adat áll rendelkezésre a statisztikai feldolgozáshoz, ugyanakkor ilyen időtáv alatt a lezuhanási gyakoriság relevánsnak tekinthető az aktuális légi tevékenységre, a repülési szokásokra és a modern repülőgéptípusokra. A különböző repülőgép kategóriákra külön-külön ki kell számolni a becsapódási gyakoriság értékét. A becsapódási gyakoriság számításának alapja, hogy a becsapódások száma Poisson-folyamattal írható le, melynek konstans, idő-független paramétere a becsapódási gyakoriság; ugyanakkor a Poisson-eloszlással történő jellemzés megfelelőségét hipotézisvizsgálattal ellenőrizni kell. A Poisson-folyamat alkalmazásának előnye, hogy a gyakoriság becslt értéke a χ^2 -eloszlás alapján bármilyen konfidenciaszint mellett egyszerűen meghatározható. Az ajánlások a becsapódási gyakoriságot $\alpha=0,5$ meghaladási valószínűség mellett javasolják meghatározni.

A balesetek Poisson-eloszlást követnek az időben, azaz annak valószínűsége, hogy T időintervallumban n baleset történik a következő összefüggéssel határozható meg:

$$F(n) = \frac{(\lambda T)^n}{n!} e^{-\lambda T}$$

ahol:

- λ – gyakoriság [1/év], amelyet az empirikus gyakorisággal lehet közelíteni;
- T – a vizsgált időtartam;
- n – az esetek száma az egész ország területén.

Az inverz χ^2 alkalmazással adott szabadságfok és vizsgált időtartam mellett, adott konfidanciaszinthez meghatározható a becsapódási valószínűség. A képletbe a területet is beépítve az alábbi kifejezés szerint végeredményként már az időegységre és területegységre vetített gyakoriság érték adódik. [2-9]

$$F_B = \frac{\chi^2_{1-\alpha, 2(r+1)}}{2TA}$$

ahol:

- F_B – fajlagos becsapódási gyakoriság [1/km²/év];
- T = a vizsgált időintervallum;

- A = a terület;
- r = a balesetek száma;
- α = a meghaladási valószínűség, $(1-\alpha)$ a konfidencia-szint;

Homogén becsapódási valószínűség

A telephelyi repülőgép becsapódás jellemezhető az ország teljes területére vetített homogén becsapódási gyakorisággal, vagy más megfogalmazásban az úgynevezett háttér becsapódási rátával. Ebben a megközelítésben feltételeztem a balesetek az ország területén belül egyenletesen oszlanak meg, nincs kitüntetett hely. A magyar légtérben 1990. január 1. és 2014. június 30. között, azaz 24,5 év alatt bekövetkezett légi balesetek repülőgép kategóriánként szétválogatva a TBJ II. [2.3-9. táblázat](#)ban találhatóak. Ebben az időszakban összesen 143 db légi baleset történt. A táblázat a teljesség kedvéért még tartalmazza a 0. kategóriában történt eseményeket. A 0. kategória az atomerőművekre nézve veszélytelen kategóriát jelent, ezért a továbbiakban nem szerepel.

2.3-9. táblázat: Légi balesetek száma 1990. január 1. és 2014. június 30. között

Kategória	Összes baleset száma	Géptípus
0	64	vitórlázó és sárkányrepülők
1	35	könnyű katonai és polgári kis repülőgépek (<2,3 t)
2	25	katonai és polgári helikopterek
3	2	katonai és polgári könnyű szállítógépek (2,3..20 t)
4	1	katonai és polgári nehéz szállítógépek
5	16	katonai harci és sugárhajtású gyakorló repülőgépek (40..50 t)
Összesen:	143	

A kategóriánkénti légi balesetekből (r) számolható a χ^2 , majd a vizsgált 24,5 év időintervallummal és Magyarország teljes területével (93 030 km²) meghatározható az egységnyi területre érvényes becsapódási valószínűség (TBJ II. [2.3-10. táblázat](#)).

2.3-10. táblázat: Fajlagos becsapódási gyakoriságok 50%-os konfidencia szinten

Kategória	r	2(r+1)	(1-a)	χ^2	F _B [1/év/km ²]	F _B [1/év/m ²]
1	35	72	0,5	7,13E+01	1,56E-05	1,56E-11
2	25	52	0,5	5,13E+01	1,13E-05	1,13E-11
3	2	6	0,5	5,35E+00	1,17E-06	1,17E-12
4	1	4	0,5	3,36E+00	7,36E-07	7,36E-13
5	16	34	0,5	3,33E+01	7,31E-06	7,31E-12
Összesen*	143	288	0,5	2,87E+02	6,30E-05	6,30E-11

* Az összesítésben nem a kategóriánként fajlagos becsapódási gyakoriságok összege szerepel, hanem az összesített baleset számra számított fajlagos becsapódási gyakoriság, mert csak így biztosítható, hogy az összes érték 50%-os konfidenciával rendelkezzen.

Ahhoz, hogy a telephely repülőgép becsapódásból eredő veszélyeztetettségét meg lehessen határozni, szükséges az egységnyi területre érvényes becsapódási valószínűség blokkok területére történő vonatkoztatása. Az új blokkok feltételezett elrendezéséből [2-9], továbbá a biztonsági rendszereket magukba foglaló épületek alapterületének ismeretében kiszámítható repülőgép becsapódás gyakoriságának meghatározásához a „célfelület” (TBJ II. 2.3-11. táblázat).

2.3-11. táblázat: Az új blokkok létfontosságú biztonsági rendszereit tartalmazó épületeinek becsült alapterülete

Épület		Alapterület [m ²]
Reaktorépület		
	Reaktor csarnok	2 090
	Gőz átvezető épület	760
	Biztonsági épület	2 390
	Kiegészítő épület	2 525
	Nukleáris kiszolgáló épület	2 235
	Vezénylő	2 435
	Üzemanyag épület	1 360
Összesen:		13 795
Dízelgenerátor	Dízelgenerátor 1.	1 640
	Dízelgenerátor 2.	1 640
Összesen:		3 280
Hűtővíz szivattyúk a fontos fogyasztókhoz		415
Turbinaépület		7 210
Egy blokk becsapódás szempontjából veszélyes területe		24 700

A fajlagos becsapódási gyakoriság és a becsapódás következménye szempontjából kritikus „célfelület” szorzata adja a becsapódási gyakoriságokat (TBJ II. 2.3-12. táblázat) repülőgép kategóriánként.

2.3-12. táblázat: Találati gyakoriságok kategóriánként és összesen a különböző célfelületek alapján [1/év]

Kategória	Fajlagos becsapódási gyakoriság [1/év/m ²]	Reaktor-épület	Baleseti dízelgen.	Hűtővíz szivattyúk	Turbina-épület	Egy blokk területe
		13 795 m ²	3 280 m ²	415 m ²	7 210 m ²	24 700 m ²
1	1,56E-11	2,16E-07	5,13E-08	6,49E-09	1,13E-07	3,87E-07
2	1,13E-11	1,55E-07	3,69E-08	4,67E-09	8,12E-08	2,78E-07
3	1,17E-12	1,62E-08	3,85E-09	4,87E-10	8,46E-09	2,90E-08
4	7,36E-13	1,02E-08	2,42E-09	3,06E-10	5,31E-09	1,82E-08
5	7,31E-12	1,01E-07	2,40E-08	3,03E-09	5,27E-08	1,81E-07
Összesen	6,30E-11	8,70E-07	2,07E-07	2,62E-08	4,54E-07	1,56E-06

Megállapítható, hogy az ország területére nézve egyenletes fajlagos becsapódási gyakoriság érték alkalmazásával

- a 3. és 4. kategória esetében a becsapódási gyakoriság 10^{-7} 1/év érték alatti,

- a 0., 1., 2. és 5. repülőgép kategóriák esetében a becsapódási gyakoriság meghaladja a 10^{-7} 1/év értéket. Ezen kategóriákban a homogén statisztikával nem szűrhető ki a repülőgép becsapódásból eredő veszély.

Inhomogén repülőgép becsapódási valószínűség

A repülőgép becsapódások területi eloszlásában bizonyos eltérések figyelhetők meg az egyenletes eloszlástól. Ez a jellegzetesség az ország különböző területeit elkülönítetten kezelő becsapódási gyakorisággal, az úgynevezett inhomogén becsapódási rátával írható le. Ennek meghatározásához - a repülőgép kategóriák szerinti csoportosításon túl - az országos adatok helyszín szerinti szétválogatását is el kell végezni: repülőtéren, katonai gyakorlótéren, vagy az ország egyéb területei. Ezt az inhomogén becsapódási valószínűséget azért célszerű alkalmazni és megvizsgálni, mert a balesetek területi elemzése alapján Magyarországra is jellemző, hogy a balesetek jelentős része repülőtereken és katonai gyakorlótereken következett be.

A vizsgált 24,5 év időtartam alatt bekövetkezett légi balesetek repülőgép kategóriánként, a repülőtereken és katonai gyakorlótereken történt balesetek kivételével a TBJ II. [2.3-13. táblázat](#)ban található. A repülőtereken és katonai gyakorlótereken kívüli területeken ebben az időszakban összesen 63 db légi baleset történt. A repülőtéren bekövetkező repülőgép balesetek többsége a kifutópályán, vagy annak közvetlen környezetében történik, jellemzően a kifutópálya hossz tengely orientációja irányában. A kifutópályák területe kb. 4,4 km² a repülőterek 77 km²-ével szemben. A kifutópályák mérete ugyan lényegesen kisebb, mint a repülőterek mérete, a repülőterekre és gyakorlóterekre vonatkozó inhomogén statisztikát ez a tény alig befolyásolja. Ugyanis ebben a statisztikában a katonai gyakorlóterületek mérete (12 649 km²) a meghatározó a repülőterekhez (77 km²) képest. Azzal, hogy a kifutópályák területe helyett a repülőterek nagyobb területe került levonásra az ország területéből, a repülőtereken és katonai gyakorlótereken kívüli fajlagos becsapódási gyakoriság némiképp nőtt, azaz a konzervatív becslés történt.

2.3-13. táblázat: Légi balesetek száma repülőterek és katonai gyakorlóterek kivételével 1990. január 1. és 2014. június 30. között

Kategória	Összes baleset száma	Géptípus
0	24	vitorlázó és sárkányrepülők
1	14	könnyű katonai és polgári kis repülőgépek (<2,3 t)
2	21	katonai és polgári helikopterek
3	2	katonai és polgári könnyű szállítógépek (2,3..20 t)
4	1	katonai és polgári nehéz szállítógépek
5	1	katonai harci és sugárhajtású gyakorló gépek (40..50 t)
Összesen:	63	

Az egyes kategóriákra a repülőterek és katonai gyakorlóterek nélkül számolt területtel (80 304 km²) meghatározott becsapódási gyakoriságok értékét mutatja a TBJ II. [2.3-14. táblázat](#).

2.3-14. táblázat: Fajlagos becsapódási gyakoriságok repülőterek és gyakorlóterek kivételével, 50%-os konfidencia szinten

Kategória	r	2(r+1)	(1-a)	χ^2	F _B [1/év/km ²]	F _B [1/év/m ²]
1	14	30	0,5	2,93E+01	7,46E-06	7,46E-12

Kategória	r	2(r+1)	(1-a)	χ^2	F _B [1/év/km ²]	F _B [1/év/m ²]
2	21	44	0,5	4,33E+01	1,10E-05	1,10E-11
3	2	6	0,5	5,35E+00	1,36E-06	1,36E-12
4	1	4	0,5	3,36E+00	8,53E-07	8,53E-13
5	1	4	0,5	3,36E+00	8,53E-07	8,53E-13
Összesen	63	128	0,5	1,27E+02	3,24E-05	3,24E-11

Az inhomogén fajlagos becsapódási gyakoriság értékkel meghatározott becsapódási gyakoriságok áttekintése azt mutatja, hogy

- a 3., 4. és 5. kategória esetében a becsapódási gyakoriság kisebb 10^{-7} 1/év értéknél,
- a 0., 1. és 2. repülőgép kategóriák esetében azonban a becsapódási gyakoriság meghaladja a 10^{-7} 1/év értéket.

2.3-15. táblázat: A repülőterek és gyakorlóterek kivételével számított találati gyakoriság értékek kategóriánként a különböző célfelületekre [1/év]

Kategória	Fajlagos rázuhanási gyakoriság [1/év/m ²]	Reaktor-épület	Baleseti dízelgenerátor	Hűtővíz szivattyúk	Turbina-épület	Egy blokk területe
		13 795 m²	3 280 m²	415 m²	7 210 m²	24 700 m²
1	7,46E-12	1,03E-07	2,45E-08	3,09E-09	5,38E-08	1,84E-07
2	1,10E-11	1,52E-07	3,61E-08	4,57E-09	7,94E-08	2,72E-07
3	1,36E-12	1,87E-08	4,46E-09	5,64E-10	9,80E-09	3,36E-08
4	8,53E-13	1,18E-08	2,80E-09	3,54E-10	6,15E-09	2,11E-08
5	8,53E-13	1,18E-08	2,80E-09	3,54E-10	6,15E-09	2,11E-08

A repülőterek és gyakorlóterek kivételével számított becsapódási gyakoriságok alapján – a homogén statisztikától eltérően – az 5. repülőgép kategória is kiszűrhető gyakorisági alapon. Az 5. repülőgép kategóriára jelentős hatással van az inhomogén statisztika alkalmazása, mivel az eddig bekövetkezett 16 repülőgép balesetből 15 történt repülőtereken és katonai gyakorló tereken, csak 1 történt az ország egyéb területén.

Az inhomogén becsapódási valószínűségek alapján a tervezési alapba tartozóan – a veszélytelennek minősített 0. kategóriát leszámítva – a telephelyet az 1. és 2. repülőgép kategóriákra szükséges méretezni. Az 1. kategóriába könnyű katonai és polgári kis repülőgépek (<2,3 t), míg a 2. repülőgép kategóriába katonai és polgári helikopterek tartoznak.

Az inhomogén repülőgép becsapódási valószínűség prognózisa

A repülőgép becsapódás értékének hosszú távú prognózisához a forgalom statisztikák hasonló prognózisa szükséges. Mértékadó prognózis az utas- és teherszállítás jellegű átrepülő forgalomra, illetve a Budapest Liszt Ferenc repülőtér forgalmára adható.

Tekintettel arra, hogy a mezőgazdasági és sport célú repülésre, valamint a katonai célú repülésekre nem adható megfelelő prognózis, így a jövőre vonatkozó baleset számok a legjobban előre jelezhető utas- és teherszállítás jellegű forgalom változására alapozottan kerültek becslésre.

A 2090-re vonatkozó baleset számok a jelenlegi baleset számok alapján becsülhetők. A 2090-ben (tulajdonképpen a $2090 \pm 12,25$ év időszak) feltételezhető átlagos baleset számot a vizsgált 24,5 év időszak baleset számának és a repülőgép forgalom prognózisból kapott lineáris növekedési ütem szorzata adja. A balesetszám növekedés időtartama a 1990 - 2014. időszak közepétől 2090-ig tartó időszak. Mivel az utas- és teherszállítás jellegű forgalom 2090-ig a 2002-es értéknek közelítőleg háromszorosára növekedhet (pontosan 3,288-szeresére), így a 1990-2014 júniusa időszak baleset számai is ezzel az arányszámmal szorozódtak (TBJ II. [2.3-16. táblázat](#)).

2.3-16. táblázat: Légi balesetek számának prognózisa 2090-es időpontra, 24,5 év hosszú időszakra, a repülőterek és gyakorlóterek kivételével

Kategória	Összes baleset száma	Géptípus
1	46	könnyű katonai és polgári kis repülőgépek (<2,3 t)
2	69	katonai és polgári helikopterek
3	7	katonai és polgári könnyű szállítógépek (2,3..20 t)
4	3	katonai és polgári nehéz szállítógépek
5	3	katonai harci és sugárhajtású gyakorló gépek (40..50 t)

A korábbiakkal azonos logikával ismételt elvégzett számításokat TBJ II. [2.3-17. táblázat](#) és [2.3-18. táblázat](#) összegzik.

2.3-17. táblázat: Fajlagos becsapódási gyakoriságok prognózisa 2090-re repülőterek és gyakorlóterek kivételével, 50%-os konfidencia szinten

Kategória	r	2(r+1)	(1-a)	χ^2	F_B [1/év/km ²]	F_B [1/év/m ²]
1	46	94	0,5	9,33E+01	2,37E-05	2,37E-11
2	69	140	0,5	1,39E+02	3,54E-05	3,54E-11
3	7	16	0,5	1,53E+01	3,90E-06	3,90E-12
4	3	8	0,5	7,34E+00	1,87E-06	1,87E-12
5	3	8	0,5	7,34E+00	1,87E-06	1,87E-12

2.3-18. táblázat: A repülőterek és gyakorlóterek kivételével számított találati gyakoriság értékek prognózisa 2090-re kategóriánként a különböző célfelületekre [1/év]

Kategória	Fajlagos rázuhanási gyakoriság [1/év/m ²]	Reaktor-épület	Baleseti dízelgenerátor	Hűtővíz szivattyúk	Turbina-épület	Egy blokk területe
		13 795 m ²	3 280 m ²	415 m ²	7 210 m ²	24 700 m ²
1	2,37E-11	3,27E-07	7,78E-08	9,84E-09	1,71E-07	5,86E-07
2	3,54E-11	4,88E-07	1,16E-07	1,47E-08	2,55E-07	8,75E-07
3	3,90E-12	5,38E-08	1,28E-08	1,62E-09	2,81E-08	9,63E-08
4	1,87E-12	2,57E-08	6,12E-09	7,75E-10	1,35E-08	4,61E-08
5	1,87E-12	2,57E-08	6,12E-09	7,75E-10	1,35E-08	4,61E-08

Az egy blokk becsapódás szempontjából veszélyeztetett területére az inhomogén, azaz a repülőterek és gyakorlóterek kivételével meghatározott fajlagos gyakorisággal számolt gyakoriság értékek azt mutatják, hogy a 3., 4. és 5. kategória esetében nincs 10^{-7} 1/év gyakoriságot meghaladó értékű becsapódási gyakoriság. Az 1. és 2. repülőgép kategória esetében 10^{-7} 1/év gyakoriságot meghaladja a becsapódási gyakoriság.

A blokkok veszélyeztetett épületeinek alapterületét tekintve tehát ugyanazok a kategóriák haladják meg a szűrési szintet, mint a 2014. június 30-ig történt balesetekre vonatkozó inhomogén becsapódási gyakoriságok esetén.

A blokkok veszélyeztetett épületeinek alapterületét figyelembe véve, a 2090-re prognosztizált inhomogén becsapódási gyakoriságok alapján is az 1. és 2. repülőgép kategóriák tartoznak a tervezési alapba.

Tekintettel arra, hogy a 3. repülőgép kategória becsapódási valószínűsége közel esik a 10^{-7} 1/év szűrési szinthez, indokolt megvizsgálni, hogy a blokkok veszélyeztetett alapterületére nézve mekkora tartalék van a szűrési szint eléréséig. Ez annak a meghatározását jelenti, hogy repülőgép kategóriánként mekkora becsapódási terület (effektív célterület) esetén lépi túl a találati gyakoriság a 10^{-7} 1/év szűrési szintet (TBJ II. [2.3-19. táblázat](#)) a 2090-re prognosztizált balesetszám mellett.

A táblázatból látható, hogy a 2090-re prognosztizált becsapódási gyakoriság mellett a szűrési szinthez tartozó terület a 3. kategória esetén eléggé közel esik a telephely egy blokkjának összesített veszélyeztetett alapterülete értékéhez ($24\,700\text{ m}^2$). A balesetszám előrejelzésének bizonytalansága, továbbá az új blokkokra vonatkozó becsapódási effektív célterület méretére hatással bíró egyéb tényezők bizonytalansága (az épületek minimális magasságának, a repülőgépek szárny fesztávolságának, a repülőgép földön történő becsúszásának figyelembe vétele) együttesen azt eredményezhetik, hogy a becsapódási valószínűség a 3. kategóriára átlépi a szűrési szintet, ezért a tervezési alapban javasolt figyelembe venni. A pontos effektív célterület a későbbiek során (a tervek ismeretében) a tényleges elrendezéssel és épületmagasságokkal számítható ki.

2.3-19. táblázat: A 2090-re prognosztizált fajlagos becsapódási gyakoriság alapján a szűrési szinthez tartozó becsapódási terület mérete [m^2]

Kategória	Fajlagos becsapódási gyakoriság [$1/\text{év}/\text{m}^2$]	10^{-7} 1/év szűrési szinthez tartozó becsapódási terület [m^2]
1	2,37E-11	4 216
2	3,54E-11	2 824
3	3,90E-12	25 654
4	1,87E-12	53 579
5	1,87E-12	53 579

Környező repülőterek működéséből eredő veszélyeztetettség

A vizsgálat által hivatkozott módszer forrása alapján a környező repülőterek általi veszélyeztetettséget katonai repülőterek esetében ajánlott figyelembe venni, ha a vizsgált telephely 20 km-nél közelebb van valamely katonai repülőtérhez. Az új blokkok telephelye

esetében ez a feltétel nem teljesül, nem indokolt a veszélyeztetettség ezen összetevőjének elemzése.

2.3.9. Repülőgép becsapódás értékelése

Becsapódási valószínűségek

A telephelyre jellemző, egységnyi területre vonatkoztatott repülőgép becsapódási gyakoriság érték és a telephelyen létesíteni tervezett új blokkok létfontosságú biztonsági rendszereit tartalmazó épületeinek alapterületére, a területek nagyságának segítségével meghatározható a repülőgép becsapódási gyakoriság. Amennyiben ez az érték 10^{-7} 1/év alatt van, a repülőgép becsapódás kiszűrhető a tervezési alapba tartozó telephelyre jellemző veszélyek köréből. A későbbiek során (a tervek ismeretében) a tényleges elrendezéssel és épületmagasságokkal a becsapódási gyakoriságot a pontos effektív célterülettel kell számolni.

Az elemzések eredménye alapján egy blokk becsapódás szempontjából veszélyeztetett területére vetített homogén, azaz az ország területére nézve egyenletes becsapódási valószínűségek alapján igazolható, hogy a 3. és 4. repülőgép kategória esetében nincs 10^{-7} 1/év gyakoriságot meghaladó érték. Azonban a 0., 1., 2. és 5. repülőgép kategória esetében a becsapódási gyakoriság meghaladja a 10^{-7} 1/év gyakoriságot, vagyis ezeknek a gépkategóriáknak az esetében homogén statisztikával nem szűrhető ki a repülőgép becsapódásból eredő veszély. Az alkalmazott számítási módszer megközelítése szerint a 0. kategóriába sorolható légi járművek nem jelentenek veszély, azaz következmény alapon kiszűrhető.

Amennyiben a repülőterek és katonai gyakorlóterek kivételével, egy blokk becsapódás szempontjából veszélyeztetett területére vetített inhomogén becsapódási valószínűségek alapján végezzük el az értékelést, akkor az elemzési eredmények alapján a 3., 4. és 5. repülőgép kategória vonatkozásában nincs 10^{-7} 1/év gyakoriságot meghaladó becsapódási érték. A becsapódási valószínűség az 1. és 2. repülőgép kategória esetében meghaladja a 10^{-7} 1/év gyakoriságot, azaz gyakorisági alapon nem szűrhető ki.

A nemzetközi gyakorlattal összhangban ezt az inhomogén becsapódási valószínűséget célszerű figyelembe venni a tervezési alapba tartozó veszélyeztetettség szűrésére. A repülőterekre és gyakorlóterekre, illetve az ország egyéb területére (amelybe a tervezett telephelyet is sorolhatjuk ilyen szempontból) az ún. inhomogén statisztika differenciált alkalmazása azért indokolt, mert a telephely nem repülőtér vagy katonai gyakorlótér környezetében helyezkedik el.

A repülőterekre és gyakorlóterekre, illetve az ország egyéb területére vonatkozó – a jelenlegi időszakra számított – inhomogén statisztika alapján a becsapódás hatásainak részletesebb elemzése csak az 1. és 2. kategóriába tartozó repülőgépekre szükséges [2-9]. Az 1. és 2. kategóriába tartozó eseteket külső veszélyeztető tényezőként a tervezési alap részeként kell tekinteni.

Becsapódási valószínűségek előrejelzése

Az elmúlt időszak repülési tendenciáinak vizsgálata alapján prognózis készíthető a becsapódási gyakoriságok közép-távoli jövőbeni várható tendenciájára. Ennek érdekében áttekintésre kerültek a hazai légtér polgári légi forgalmát jellemző évenkénti érkezési, indulási és átrepülési adatok, majd ezekre trendvonalak illesztése történt.

A mezőgazdasági és sport célú repülések rövid- és középtávú növekedési üteme nem becsülhető pontosan. Egyrészt, mert nincs a közelmúltra vonatkozóan vezetett műveletszám nyilvántartás, másrészt nehéz megbecsülni, hogy a mezőgazdasági és sport célú repülésnek

adhat-e a gazdaság élénkülése újabb lendületet. A mezőgazdasági és sport célú repüléseket a 0., 1. és 2. kategóriájú repülőgépekkel végzik. E három kategóriából az utóbbi 10 évben jellemzően a 0. kategóriába tartozó balesetek száma növekedett jelentősen. A 0. kategóriába tartozó repülőgépek (vitorlázó és sárkányrepülő) nem tartoznak az atomerőművet veszélyeztető kategóriába. Az 1. kategóriába tartozó repülőgépeknél a 2009-2011 évek között volt kiugró balesetszám, ami a sportrepülések ugrásszerű népszerűsödésének tulajdonítható. A 2. kategóriába tartoznak a katonai és polgári helikopterek, amelyek esetében a balesetek katonai gyakorló repüléshez, mentőhelikopterek mentési repüléséhez és mezőgazdasági repülésekhez egyaránt köthetők. A 2. kategóriába tartozó balesetek kb. fele műszaki hiba miatt következett be. Ennek ismeretében mezőgazdasági és sportrepülés forgalmának növekedési prognózisa nem állítható elő, így nehéz a becsapódási valószínűség tendenciáját meghatározni. Viszont várhatóan ezen repülőgépek forgalma is növekszik, így az 1. és 2. kategóriájú repülőgépek balesetszáma és a becsapódás okozta veszélyeztetettség a jövőben várhatóan növekszik.

Magyarország felett az átrepülő forgalom rövid távú növekedési üteme kb. 13 000 db/év, ugyanezt a tendenciát jelzi előre az EUROCONTROL 2050-ig terjedő prognózisa is. Ezzel a növekedési ütemmel 2050-ig megkétszereződik az utas- és teherszállító forgalom az ellenőrzött légtérben. Ez azt jelenti, hogy ha a repülés műszaki és biztonsági tényezői nem változnak, akkor a 3. és 4. repülőgép kategóriába tartozó balesetszám is valószínűsíthetően megkétszereződik. A képet jelentősen árnyalja, hogy a fenti két kategóriában mindösszesen 16 db baleseti esemény történt, amelyből 13 db olyan kényszerleszállás, amely mellett a repülőgép irányíthatóan vissza tudott térni a repülőtérre. A polgári célú utas- és teherszállítás esetében az elmúlt 24,5 évben nem történt repülőgép becsapódással járó baleset Magyarországon. A katonai repülésekre viszont nem adható meg prognózis, mert politikai és konfliktus helyzetek rendkívüli mértékű ingadozást jelentenek a műveletszámok tekintetében.

Az 5. kategóriába tartozó katonai harci és sugárhajtású gyakorló repülőgépekre vonatkozó forgalomra szintén nem állítható fel növekedési ütem, mert politikai és konfliktus helyzetek rendkívüli mértékű ingadozást jelentenek a műveletszámok tekintetében. Magyarország aktívabb légtérvédelme és a NATO harci repülőgépes küldetéseiben előre jelzett aktívabb részvétel következtében növekedés prognosztizálható. Az 5. kategóriába tartozó 16 db balesetből 15 db eset gyakorlótérre, illetve repülőtérre történt. Egy esetben, 1991-ben történt az ún. országos háttérben, azonban a pontos helyszínről nincs információ. Ennek ismeretében, ha a katonai harci repülések száma növekedésnek indul, és a veszélyes műveleteket és gyakorlatokat a repülőterek felett és a katonai gyakorló légterekben végzik, akkor az 5. kategória jövőben várható balesetszáma és becsapódási veszélyeztetettsége várhatóan nem növekszik számottevően a telephelyre vonatkozóan.

A blokkok veszélyeztetett épületeinek alapterületét figyelembe véve, a 2090-re prognosztizált inhomogén becsapódási gyakoriságok alapján is az 1. és 2. repülőgép kategóriák tartoznak a tervezési alapba. A 3. kategória becsapódási valószínűsége közel esik a 10^{-7} 1/év szűrési szinthez. A balesetszám előrejelzésének bizonytalansága, továbbá az effektív célterület méretére hatással bíró egyéb tényezők bizonytalansága együttesen azt eredményezhetik, hogy a becsapódási valószínűség a 3. kategóriára átlépi a szűrési szintet, ezért a tervezési alapban javasolt figyelembe venni.

A becsapódási gyakoriság értékének meghatározására irodalmi forráson alapult [2-9]. A vizsgálat módszerét összevetve a hivatkozott forrással megállapítható, hogy a vizsgálat során követett módszer számos elemében, fogalom használatában eltér az idézett forrástól, bár az eltéréseket nem jelöli, nem határozza meg, azokra nem ad indokolást.

Vélhetően ez is hozzájárul, hogy a végső eredmények tekintetében a vizsgálat - igen jelentős konzervativizmust magában foglaló - konklúziója szerint az 1., 2. és 3. kategóriák a tervezési alap, a 4. és 5. kategóriák a tervezési alap kiterjesztésének részeként kezelendők.

2.4. Egyéb emberi tevékenységből eredő külső veszélyek vizsgálata

2.4.1. Telephelyet érintő fel- és alvízi létesítmények értékelése

A telephely fel- és alvízi létesítményei, műtárgyai sérülésének lehetősége és a sérülés hatásainak vizsgálata a lehetséges hatást gyakorló fel- és alvízi létesítmények, valamint a PAE 1-4 blokk meglévő vízi létesítmények értékelését foglalja magába.

A fel- és alvízi létesítmények emberi tevékenységek okozta sérülésének veszélyét a telephelyhez kapcsolódóan, arra hatást gyakorló és a végső hőelnyelőként figyelembe vehető folyó, a Duna vonatkozásában kell vizsgálni és értékelni. A telephely közvetlenül a Dunához kapcsolódik, de a veszélyek vizsgálatánál minden olyan hatást figyelembe kell venni, amelyeket a Duna közvetíthet.

A fenti vízi létesítmények feladata a Duna fő- és árvízi mederben történő lefolyásának biztosítása. Ezen belül az alacsony vízszinteknél a hajózhatóság biztosítása, árvízi vízszinteknél a Duna árvízi mederben tartása, árvízi védekezés lehetővé tétele a mértékadó árvízszintek mellett.

2.4.1.1. Felvízi létesítmények

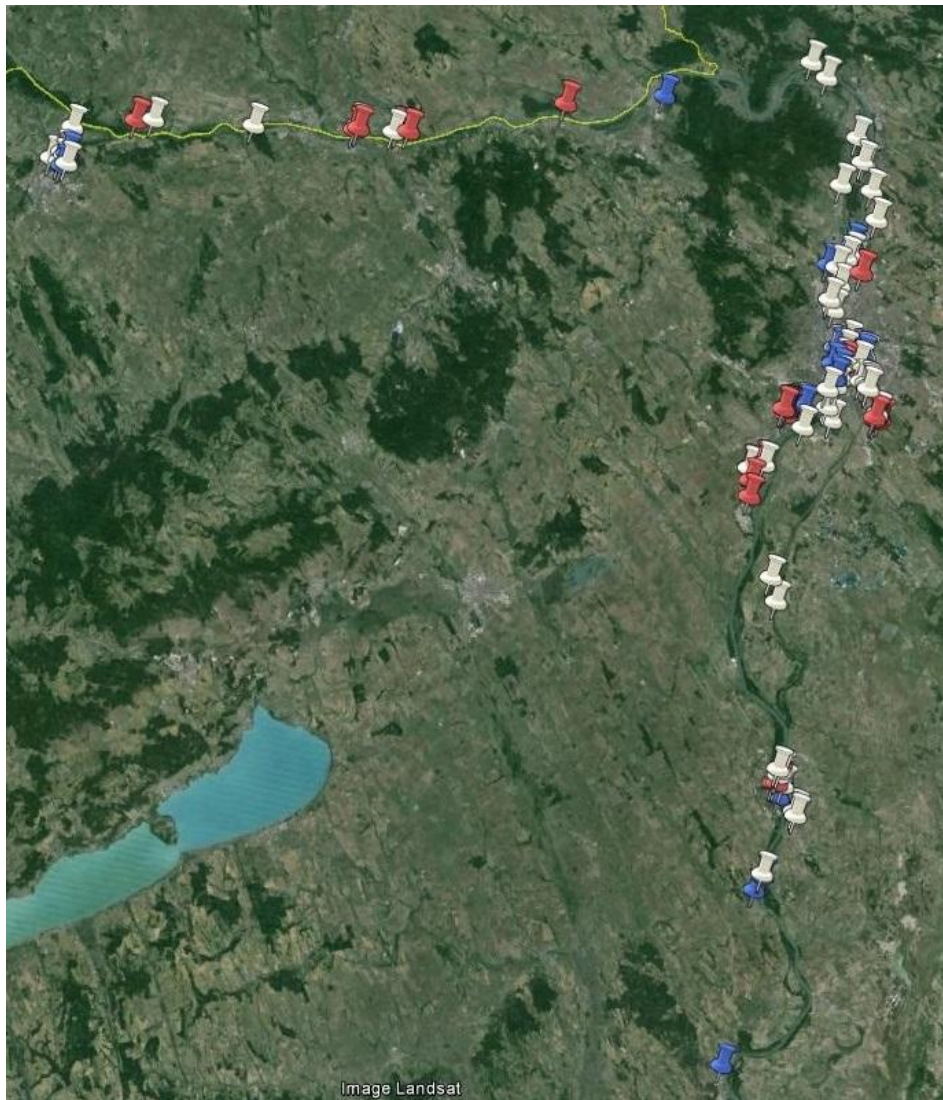
A telephely a Duna 1527 fkm-es szelvényénél helyezkedik el. Szelvényétől a Duna folyásirányával szemben elhelyezkedő folyami vagy parti létesítményeknek, mederbe benyúló műtárgyaknak hatása lehet az új blokkokra.

Felvízi létesítménynek tekinthető a Duna part árvízvédelmi töltéseivel együtt, a Dunához kapcsolódó mellékfolyók és csatornák partja és árvízvédelmi töltése. Felvízi létesítmények továbbá a Duna és a Duna vízgyűjtő területén elhelyezkedő, Dunához kapcsolódó mellékfolyókon, csatornákon, illetve ezek partjain lévő, valamint a mederbe benyúló létesítmények és műtárgyak, valamint a Duna hídjai is.

A felvízi létesítmények, műtárgyak sérülésének hatását a Duna, pontosabban a Duna-víz közvetíti. A felvízi létesítmények, műtárgyak sérüléséből eredő hatások négy fő veszélyeztető tényező köré csoportosíthatók [2-10]:

- árvíz,
- telephely elárasztás,
- alacsony vízszint,
- Duna vízébe kerülő anyagok.

A felvízi ipari létesítményeket a TBJ II. [2.4.1-1. ábra](#) mutatja. Itt azok az üzemek találhatóak, amelyek maximum 2 km-re fekszenek (légvonalban) a Dunától, annak a telephely szelvényétől számított felvízi, magyarországi szakaszán. Feltételezés szerint ez az a távolság, amelyen túl a szennyezőanyagnak nincs számottevő esélye bekerülni a folyóba. Az ipari létesítmények részletes bemutatása a TBJ II. [2.1.1-3.](#) és [2.1.1-4. táblázatok](#)ban található. [2-10]



2.4.1-1. ábra: Felvízi ipari létesítmények

2.4.1.2. *Alvízi létesítmények*

A telephely dunai szelvényétől (1527 fkm), a Duna folyásirányával azonos irányban elhelyezkedő folyami vagy parti létesítményeknek, mederbe benyúló műtárgyaknak szintén hatása lehet az új blokkokra.

Alvízi létesítménynek tekinthető a Duna-part árvízvédelmi töltéseivel együtt, a Dunához kapcsolódó mellékfolyók és csatornák partjai és árvízvédelmi töltései. Alvízi létesítmények továbbá a Duna és a Duna vízgyűjtő területén elhelyezkedő, Dunához kapcsolódó mellékfolyók, csatornák, illetve ezek partjain lévő, valamint a mederbe benyúló létesítmények és műtárgyak, valamint a Duna hídjai is.

Az alvízi létesítmények, műtárgyak hatását – a felvízi létesítményekhez hasonlóan – a Duna-víz közvetíti. Az alvízi létesítmények sérüléséből eredő hatások három fő veszélyeztető tényező köré csoportosíthatók:

- árvíz,
- telephely elárasztás,
- alacsony vízszint.

2.4.1.3. PAE 1-4 blokkhoz tartozó vízi létesítmények

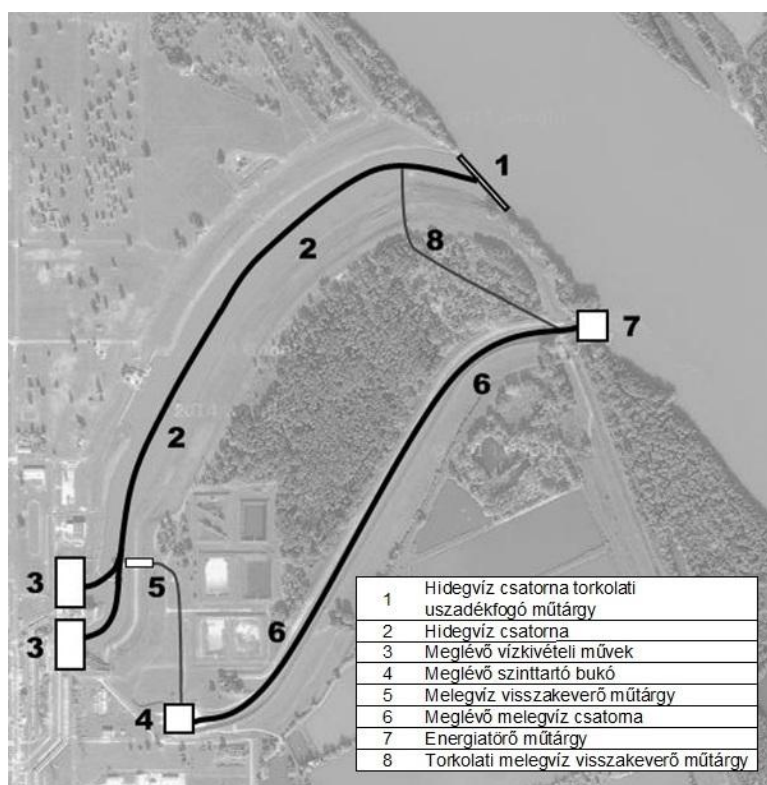
A hűtővíz rendszerek frissvizes hűtése esetén a kiemelt Duna-víz veszi fel a hőt, azzal, hogy a biztonsági rendszerek hőcserélőin átáramoltatják a kiemelt, megfelelően szűrt és kezelt Duna-vizet. Ezzel a megoldással elvonják a szükséges mennyiségű hőt a biztonsági rendszerektől. A Duna-vizet a biztonsági hűtővíz szivattyúk emelik ki, majd juttatják el megfelelő szűrőkön és vezetékeken keresztül a hűtendő biztonsági rendszerekhez. A felmelegedett hűtővíz várhatóan a meglévő melegvíz-csatornáján keresztül jut vissza a Dunába.

A fentiek alapján a hűtővíz ellátó és felmelegedett hűtővíz elvezető vízi létesítményeinek egy része várhatóan közös lesz az üzemelő blokkok vízi létesítményeivel melyek a TBJ II. [2.4.1-1. táblázat](#)ban kerülnek bemutatásra. [\[2-10\]](#)

A feltételezetten közös vízi létesítmények és az üzemelő blokkok által használt vízi létesítmények sérülése mind a meglévő, mind az új blokkok telephelyére hatással lehet (TBJ II. [2.4.1-2. ábra](#)).

2.4.1-1. táblázat: Vizsgálandó atomerőművi vízi létesítmények

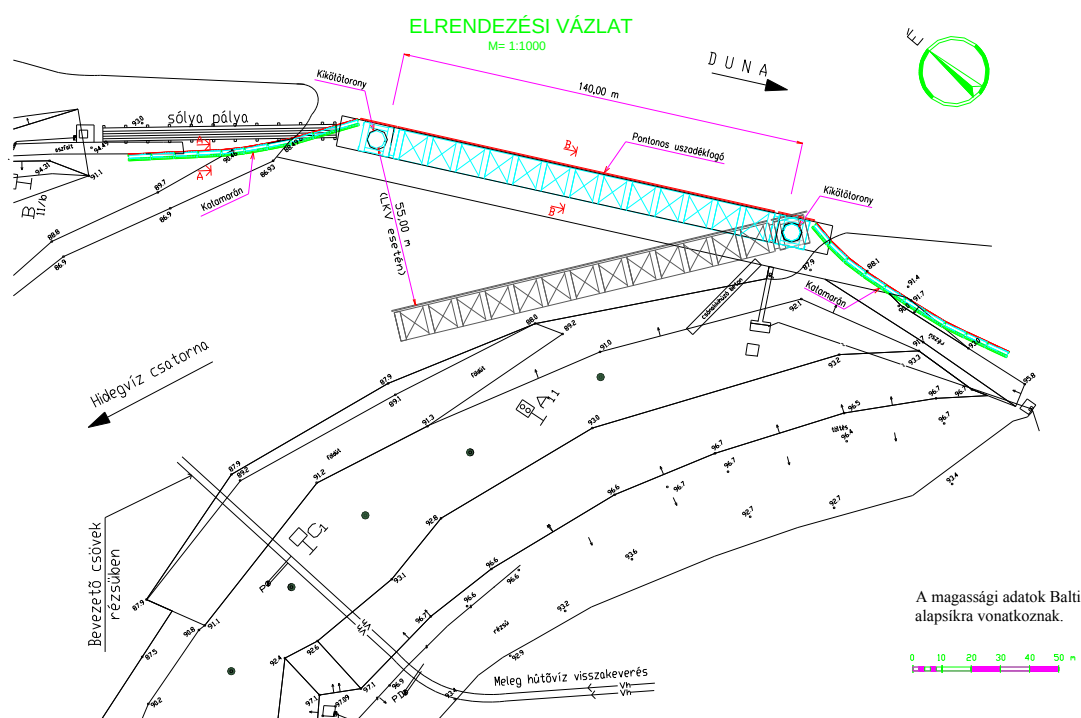
Megnevezés	Használat várható módja
Hidegvíz-csatorna torkolati uszadékfogó műtárgy	közös
Hidegvíz-csatorna	közös
Meglévő vízkivételi művek	PAE 1-4 blokk
Meglévő szinttartó bukó	PAE 1-4 blokk
Melegvíz visszakeverő műtárgy	PAE 1-4 blokk.
Meglévő melegvíz-csatorna	közös
Energiatörő műtárgy	közös
Torkolati melegvíz visszakeverő műtárgy	közös

**2.4.1-2. ábra: PAE 1-4 blokk vízi létesítményeinek elhelyezkedése**

Hidegvíz-csatorna torkolati uszadékfogó műtárgy (1. sorszámú)

A Duna felszínén érkező uszadékfókakak hidegvíz-csatornába való bejutásának megakadályozására a hidegvíz-csatorna dunai kiágazásánál (a hidegvíz-csatorna torkolatánál) úszó uszadékfogók helyeztek el. Az uszadékfogó három szakaszból áll, melyeket egy-egy kikötőtorony választ el egymástól. A középső szakasz pontonokból van összeállítva. Az uszadékot a Duna felőli oldalon elhelyezett úszógereb fogja meg. A 2 db kikötőtorony egymástól 140 m-re, a torkolati partok rézsűiben létesült. A hidegvíz-csatorna torkolati uszadékfogó műtárgy elrendezési rajzát a TBJ II. [2.4.1-3. ábra](#) mutatja. Az uszadékfogó úgy van kialakítva, hogy a vízfelszínen és a vízfelszín alatt 1 m mélységig érkező 20 cm-nél nagyobb uszadékfókákat megfogja. Az uszadékfogó a Duna kb. 10 m-es vízszíntingadozása mellett mindig a vízfelszínen marad. A hidegvíz-csatornába történő időszakos behajózás esetén a hajózási út viszonylag gyorsan szabaddá tehető. Az uszadékfogó nem alkalmas a jég megfogására, ezért azt a téli időszakban (december 1 – március 31. között) eltávolítják a hidegvíz-csatornából, majd a téli időszak elmúltával visszahelyezik. A pontonos részt a meglévő vízkivételi műnél lévő melegvíz visszakeverő műtárgyhoz kötik ki. Az északi oldali katamaránokat a kiépített sólyapályán a partra húzzák. [2-10]

A kikötőtornyok közötti középső szakaszt alkotó pontonok mereven vannak összekapcsolva. A pontonok tetején kezelőjárda biztosítja a gyalogos közlekedést. A kikötőtornyok és a partok között katamarán rendszerű, kettős hengerekből felépített úszótestekre szerelt gereb zárja le a vízszinttel változó hosszúságú vízfelszínt. A katamaránok kapcsolata rugalmas. A katamarán-sor parti végeit lehorgonyzott kézi csörlők rögzítik. [2-10]



2.4.1-3. ábra: Hidegvíz-csatorna torkolati uszadékfogó műtárgy

Hidegvíz-csatorna (2. sorszámú)

A hidegvíz-csatorna meghatározó részét az új blokkok és az üzemelő blokkok várhatóan közösen fogják használni. A vizsgálat során azt feltételezték, hogy az új blokkok biztonsági funkcióval rendelkező hűtővíz rendszereinek hűtővíz ellátásában a meglévő hidegvíz-csatorna részt vesz. [2-10]

A hidegvíz-csatorna teljes hossza a dunai torkolattól az üzemelő blokkok vízkivételi műtárgyáig ~1400 fm hosszúságú. A hidegvíz-csatorna részben föld-, részben burkolt medrű. A keresztszelvényének jelenlegi méretei a dunai kiágazásnál a következők: fenékszélesség 28 m, fenékszint kb. 81,00 mBf, a rézsűhajlás 1:3, 1:6.

Első kiépítésben a hidegvíz-csatorna 40 m fenékszélességgel, 82,00 mBf fenékszinttel épült. 1983. november-december hónapban azonban rendkívül alacsony Duna vízállás állt elő, ami az addigi észlelt legalacsonyabb vízállás alatt volt. A hűtővízigény biztosítására rendkívüli intézkedéseket kellett foganatosítani. A vízállás adatok süllyedő tendenciája miatt szükségessé vált a dunai vízállások előfordulási valószínűségeinek újbóli meghatározása. A vizsgálat eredményeképp a csatorna szelvény bővítését irányozták elő. A mederszelvény rézsűit megtartva az új fenékszintet 1,0 m-rel lesüllyesztve, mélyebben alakították ki. Ezzel a bővítéssel a fenékszélesség 28 m-re csökkent, miközben a fenékszint 81,00 mBf-re került.

A nyílt medrű hidegvíz-csatornát 220 m³/s vízforgalomra tervezték, az atomerőmű mintegy 4000 MW teljesítményre történő kiépítésének figyelembe vételével. A PAE 1-4 blokk jelenlegi kiépítésében – négy blokk üzeme esetén – a hűtővízrendszer névlegesen 100 m³/s hűtővizet használ fel a hidegvíz-csatornán keresztül. A csatornában kisvíz esetén előálló maximális vízsebesség 1,5 m/s. A nagyvizek a hidegvíz-csatornában a mindenkori Duna-vízállással egyeznek, ezért a csatornát töltésekkel látták el. Az északi töltés a Duna árvízvédelmi vonalának szerves része. [2-10]

A bal parti árvízvédelmi töltésszakasz koronaszintje átlagosan mintegy 0,5 méterrel alacsonyabb szintű, mint a jobb parti árvízvédelmi töltésszakasz koronaszintje, a kiépítettség megfelel az előírásoknak. A Duna árvízvédelmi töltéseinek – telephely térségében – meglévő kialakítása azt eredményezi, hogy bal parti töltéskoronát meghaladó árvízszint esetén a Duna előbb ki tud lépni a bal parti árvízvédelmi töltésen mielőtt a jobb parti töltés koronaszintjét elérné. A bal parti védelmi intézkedéseket figyelembe kell venni a telephely elárasztás veszély szempontjából.

Meglévő vízkivételi művek (3. sorszámú)

A PAE 1-4 blokk hűtővízellátását a Dunából kiágazó hidegvíz-csatorna és annak végén kialakított vízkivételi művek biztosítják. Az atomerőmű hűtővízrendszerének vízkivételi művei és csatlakozó létesítményei az atomerőmű építési ütemeihez igazodva két ütemben épültek.

A PAE 1-2 blokki rendszerhez az I., a PAE 3-4 blokki rendszerhez a II. vízkivételi mű és építményei kapcsolódnak. Mindkét mű berendezéseinek irányítása, vezérlése a vízmű vezénylő épületből történik. A vízkivételi művek és az erőmű üzemi főépülete között acél csővezetéken szállítják a hűtővizet. [2-10]

Az üzemelő hűtővízrendszer rendeltetése:

- kondenzátor hűtővízellátása,
- biztonsági hűtővízellátás,
- technológiai vízellátás.

A vízkivételi mű földalatti vasbeton létesítmény. A kondenzátor hűtővíz rendszer 4 egységből áll, melyekben magyar MJO 2200 típusú függőleges féltengelyű szivattyú működik. A szivattyúk a jellemző Duna vízszintek valamennyi tartományában stabil, kavitációmentes üzemmódban üzemelnek, és biztosítják az erőmű által támasztott vízszükségletet. A szivattyúk a nyomóoldali csappantyúkon keresztül csatlakoznak a nyomómedencéhez. Ezek a medencék félig süllyesztett vasbeton létesítmények. A nyomómedence biztosítja a 4 db szivattyú párhuzamos üzemét a két csővezetékre, valamint a víz tisztítását a beépített

dobszűrőkön keresztül. A technológiai hűtővíz ellátó rendszer a kondenzátor hűtővíz vezetékekről ágazik le.

A biztonsági hűtővíz ellátás szivattyú egységei a vízkivételi műben vannak elhelyezve, egy közös létesítményben a kondenzátor hűtővíz szivattyúkkal. A biztonsági hűtővíz szivattyúkat és a kondenzátor hűtővíz szivattyúkat egymástól vízzáró fal választja el. [2-10]

Meglévő szinttartó bukó (4. sorszámú)

A hűtővíz rendszerbe, az elfolyó melegvíz-oldalon egy szinttartó bukó van beépítve. Feladata, hogy blokkok főépületénél, a kondenzátorok kilépő csomakjánál biztosítson egy állandó elfolyó hűtővízszint magasságot. A szinttartó bukó műtárgy négy bukóvályú egységre bontott. A bukóelek összes hossza $4 \times 150 = 600$ fm, a bukóél szintje 95,40 mBf, az átbukó víz magassága kb. 20 cm. [2-10]

Melegvíz visszakeverő műtárgy (5. sorszámú)

Az üzemelő blokkok melegvíz visszakeverő műtárgyának feladata a hűtővíz hőmérsékletének emelése és Dunavíz-használat mérséklése a téli időszakban. A visszakeverés a vízkivételi műhöz közeleső részen, kiemelt bukó műtárgyon keresztül valósul meg. A melegvíz visszakeverés során átbukó víz maximális mennyisége $36 \text{ m}^3/\text{s}$. A melegvíz visszakeverő tengelye merőleges a hidegvíz-csatorna folyásirányára, a szerkezete, pedig a meder fölé hídszerűen benyúlik. [2-10]

Meglévő melegvíz-csatorna (6. sorszámú)

A meglévő melegvíz-csatornát a PAE 1-4 blokk létesítésekor olyan módon alakították ki, hogy alkalmas legyen az 1-4 blokk és az akkor tervezett $2 \times 1\,000$ MW-os bővítés melegvíz mennyiségének elvezetésére is. Ennek alapján a melegvíz-csatorna méretezési kapacitása $220 \text{ m}^3/\text{s}$ volt. Amennyiben ettől a mennyiségtől eltérő mennyiség elvezetése lesz szükséges a telephely létesítményének üzembe lépése után és a biztonsági hűtővíz elvezetésének azonos lesz a nyomvonala a kondenzátor hűtővíz rendszer vízmennyiségével, akkor a felmelegedett hűtővíz elvezetésére ennek megfelelően kialakított melegvíz-csatorna szükséges. A vizsgálat azt feltételezi, hogy az új blokkok biztonsági funkcióval rendelkező hűtővíz rendszereinek felmelegedett hűtővize a meglévő melegvíz-csatornán kerül elvezetésre. [2-10]

Energiatörő műtárgy (7. sorszámú)

A melegvíz-csatorna és a Duna vízállása között megközelítőleg 10 m szintkülönbség is előállhat, és a torkolatnál ilyen nagy vízszintkülönbségen lebukó víz kinetikai energiája a Duna medrét megbonthatná. Ennek elkerülésére torkolati bukó, energiatörő műtárgyat készítettek, amely képes a lebukó víz kinetikai energiájának felemésztésére. A meglévő energiatörő műtárgyat a PAE 1-4 blokk létesítésekor olyan módon alakították ki, hogy alkalmas legyen az PAE 1-4 blokk és az akkor tervezett $2 \times 1\,000$ MW-os bővítés felmelegedett hűtővíz kinetikai energiájának felemésztésére. [2-10]

A torkolati bukóműtárgy három fő részből áll: szűkítő szakasz, surrantó, energiatörő. A felvízi oldalon a melegvíz-csatorna szelvénye összeszűkül annak megelőzése céljából, hogy a melegvíz lebukása következtében a vízszint erősen leszívódjon. A leszűkített szelvény trapéz alakú. A szűkítő-szelvény méretét úgy határozták meg, hogy 110 és $220 \text{ m}^3/\text{s}$ vízhozamnál érvényesüljön az energiamagasságok egyenlőségének feltétele. A szűkítő-szelvény és a vízláda között 29 m hosszú surrantó épült, amely a Duna hullámterének terep-esésével közel azonos mértékben esik. A surrantó fenékszélessége a vízláda felé fokozatosan nő. A torkolati műtárgy harmadik fő része a vízláda, amely a bukóéllal kezdődik. A bukóél után a lebukó vízszög alakjának megfelelő, bukó profil épült. [2-10]

A torkolati műtárgy végénél a Duna medre magasabban van, mint a 220 m³/s vízhozam elvezetéséhez szükséges meder fenékszintje, ezért a műtárgy tengelyével párhuzamosan rézsűs utócsatorna épült a műtárgy és a Duna sodor-vonala között. A torkolati műtárgy utócsatornájában – a Duna kis vízállása idején – nagy sebességek állnak elő, ezért az utócsatorna medrében gabionos kőburkolat készült.

Torkolati melegvíz visszakeverő műtárgy (8. sorszámú)

Az energiatörő műtárgy surrantójánál egy zsilipaknán keresztül melegvíz visszakeverési lehetőség van a hidegvíz-csatorna felé. A torkolati visszakeverési lehetőség a hidegvíz-csatorna jégmentesítéséhez van kialakítva. A torkolati melegvíz visszakeverő műtárgy közvetlenül a torkolat után található. A melegvíz visszakeverést két db DN1400 mm-es csővezeték biztosítja.

A melegvíz visszakeverést biztosító csővezetékek a hidegvíz-csatorna aljára a melegvizet maximum 10 m³/s mennyiséggel vezetik be. A bevezetési pont a torkolati uszadékfogótól számítva kb. 50 fm-rel a vízkivételi művek felé helyezkedik el. A torkolati melegvíz visszakeverés mennyisége a Duna vízállásától függő. [2-10]

2.4.1.4. Vizsgálati terület lehatárolása

A fel- és alvízi létesítmények sérülése, valamint a Duna által szállított szennyezőanyagok tekintetében a vizsgálati terület a Duna magyarországi szakaszának vízgyűjtő területe.

A dunai vízi műtárgyak meghibásodása szempontjából a legközelebbi jelentős hatást gyakorló műtárgy a dunacsúnyi duzzasztómű, ettől távolabbi vízszabályozó szerkezetek meghibásodásának hatását a dunacsúnyi duzzasztómű számottevően mérsékli, amellyel a telephelyre nézve nem kell nagyobb hatásokkal számolni, mint a magának a dunacsúnyi duzzasztóműnek a sérüléséből. Tehát a dunacsúnyi duzzasztómű sérülése a burkoló elv szerint lefedi a többi vízszabályozó szerkezet sérülésének hatását. [2-10]

A Dunába kerülő szennyező anyagok tekintetében a vizsgálati terület a Duna és mellékfolyóinak vízgyűjtő területe. Olyan veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek tekintetében, amelyek szennyvíz kibocsátás tekintetében nem kapcsolódnak a Duna vízgyűjtő területéhez, azoknál a vizsgálati terület a Duna erőmű szelvényétől számított felvízi, magyarországi szakaszától légvonalban mért maximum 2 km. Ez az a távolság, amelyen túl a szennyezőanyagoknak a fizikai gátakat átlépve vagy megkerülve nincs számottevő esélye bekerülni a folyóba. [2-10]

Az üzemelő PAE 1-4 blokk vízi létesítményeit tekintve a vizsgálati területet a hidegvíz-csatorna dunai torkolatától a melegvíz Dunába történő bebocsátásáig tartó nyomvonal és azon elhelyezkedő vízi műtárgyak jelentik.

Duna által közvetített hatások elhárításához rendelkezésre álló idő alapján történő terület lehatárolás

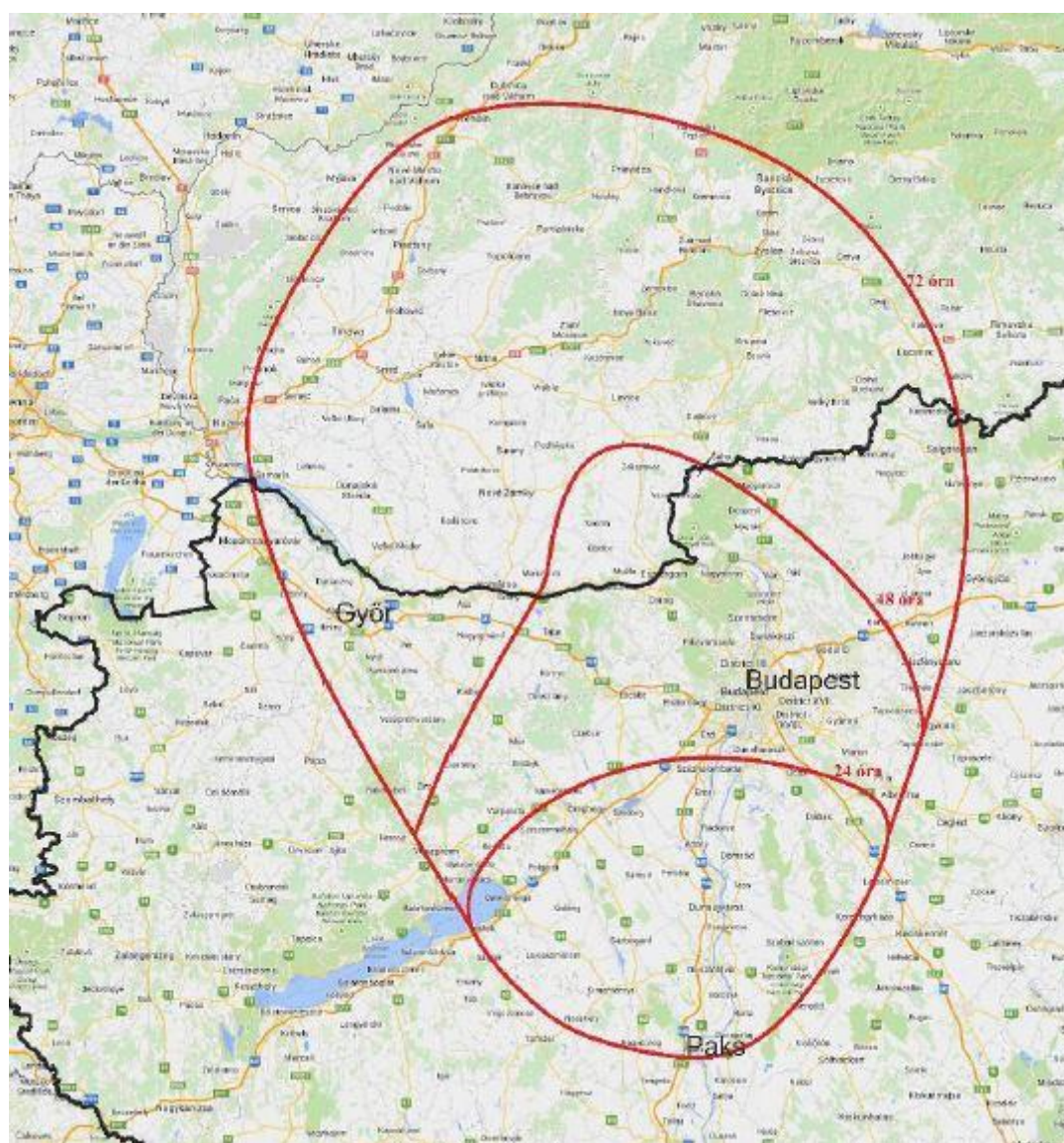
A Duna által közvetített veszélyeztető tényezők hatása a Duna és mellékfolyói által adott áramlási sebességekkel juthat el a telephelyhez. Ennek következtében a Duna által közvetített hatások késleltetéssel jelentkeznek. A Duna és mellékfolyói sebességei alapján megadható egy térkép, amely az azonos elérési időhöz tartozó területeket mutatja. [2-10]

A Duna által közvetített hatások kezelése szempontjából alapvető jelentősége van annak, hogy mennyi idő áll rendelkezésre a beavatkozásra, amennyiben a hatás kivédése megfelelő intézkedéssel történik. A telephely 1527 fkm-hez viszonyított 24, 48 és 72 órás eljutási távolságok meghatározását a Duna, illetve fő mellékfolyói magyarországi, valamint szlovákiai szakaszán a következő módszertan szerint határozták meg.

A Duna átlagsebességének (4 km/h) figyelembevételével 24 óra alatt, kb. maximum 104 km távolságról juthat el egy potenciális hatás a telephelyhez, amely érték a Duna 1630 fkm-ének felel meg (Budapest XXII. kerülete és Halásztelek között). A Duna magyarországi, illetve szlovákiai mellékfolyói (Ipoly, Garam, Vág, Mosoni-Duna, Rába) esetén ugyanezt a módszertant alkalmazva, azzal a különbséggel, hogy a Duna mellékfolyói torkolatáig a Duna átlagsebességével, a torkolattól pedig az adott mellékfolyó átlagsebességével történt a távolság meghatározása. [2-10]

A 48 órás eljutási távolságok az adott folyókon a következők: Ipoly - 60 fkm; Garam – 48 fkm; Duna - 1733 fkm.

A 72 órás eljutási távolságok pedig az alábbiak szerint alakultak: Vág - 165 fkm; Mosoni-Duna - 16 fkm; Rába - 11 fkm; Duna - 1837 fkm. A TBJ II. 2.4.1-4. ábra térképen megjelenítve mutatja ezeket a folyamkilométer adatokat, mely alapján megrajzolható az eljutási távolságok burkoló görbéje. [2-10]



2.4.1-4. ábra: A telephelyet Duna által közvetített hatások elérési idői

Az elérési időket figyelembe véve a következő dunai szelvények tekinthetők „határoló pontnak” közepes Duna vízsebességet feltételezve [2-10]:

- a 24 órás elérési időhöz megközelítőleg az 1620 fkm szelvény (Százhalombatta),
- a 48 órás elérési időhöz 1720 fkm szelvény (Esztergom),
- a 72 órás elérési időhöz 1815 fkm szelvény (Bős - Gabčíkovo) tartozik.

2.4.1.5. Fel- és alvízi létesítmények sérülésének hatása

A Duna folyóban és mellékfolyóiban, illetve a folyó és mellékfolyói mellett elhelyezkedő folyami műtárgyak és a partfal sérülése, valamint a jégjelenségek jelenthetnek potenciális külső veszélyt az új blokkok vonatkozásában. A Duna fontosabb magyarországi mellékfolyói betorkollási sorrendben a következők: Lajta, Rábca, Rába, Ipoly, Sió, Dráva. A Dunacsúnyi duzzasztómű feletti mellékfolyók vizsgálata nem szükséges, mert a veszélyt jelentő hatásokat a duzzasztómű tároló térfogata jelentősen mérsékli. Továbbá a duzzasztómű tönkremeneteléből és nem üzemszerű működéséből származó hatások a Dunacsúny feletti mellékfolyók és vízi létesítmények sérülésének hatását burkoló elv szerint lefedik. [2-10]

A Sió és a Dráva a telephelytől a Duna folyásával azonos irányban lévő alsóbb szakaszon torkoltnak be. A Sió és Dráva vízi létesítményei sérülése által előidézett áradás vagy alacsony víz a folyók betorkollása alatti Duna szakaszon okozhat számottevő hatást.

A telephelytől számítva a Duna magyarországi felső szakaszán a Rába és az Ipoly a két legnagyobb átlagos vízhozamú mellékfolyó. A Rába jobb parti folyó, a legnagyobb vízhozam két-háromszázszorosa is lehet a legkisebb vízhozamnak, Körmendnél ezek az értékek legkisebb vízhozam esetén 35 m³/s és legnagyobb vízhozamnál 1000 m³/s. Az Ipolynak két árvízi időszaka van: a hóolvadás utáni tavaszi (március), mely egybeesik a Duna árvízi időszakával, és a nyári esőzések hatására kialakuló kora nyári, a Duna nyári árvize után. Kisvízi időszaka augusztus - szeptember hónapokra esik. Balassagyarmatnál kisvíze 0,47 m³/s, nagyvíze 286 m³/s, a dunai torkolatnál ugyanezen értékek 1,7 m³/s, illetve 400 m³/s. [2-10]

A Rába és az Ipoly legkisebb vízhozamai a Duna telephely környezetében (1527 fkm) 1956-2012. között alakult ~600 m³/s legkisebb vízhozamához képest kevesebb, mint 1%-ot tesznek ki. Ebből következően a Rába és Ipoly folyókon vízi létesítmény sérülés miatt bekövetkező, részleges vagy átmeneti teljes elzáródással járó bármilyen hatást a dunai vízi létesítmények következőkben vizsgált sérülései burkoló elv szerint lefednek. [2-10]

A felvízi mellékfolyók legnagyobb vízhozamát egyrészt tartalmazza a paksi szelvényben mért vízhozam, másrészt a dunai vízi létesítmények nagyvízi sérülésének vizsgálata a Duna árvízi vízhozamára és a mellékfolyók legkedvezőtlenebb árhullám levonulására történt.

A fentiek alapján veszélyt a dunai vízi műtárgyak meghibásodásából, partfal sérülésből vagy jégjelenségből eredő olyan árhullám, vízvisszatorlódás, elzáródás, vagy alacsony vízszint jelentheti, amelynek hatása gyakorlatilag a természeti eredetű veszélyek közé sorolható árvízi vagy alacsony vízszinttel azonos, vagy esetleg azt meghaladó.

A fel- és alvízi létesítmények sérülésének veszélye az áradáson és a tartós hűtés biztosításán keresztül jelentkezhet. A jégdugó és jégtorlasz kialakulása természeti eredetű külső veszélyeztető tényező, amely szélsőséges meteorológiai körülmények együtt állásakor jelentkezhet, így azt és a partfal sérülését a TBJ II 4. fejezete (Hidrológia) tárgyalja. A TBJ II. [2.4.1-2. táblázat](#) foglalja össze az egyes veszélyeztető tényezőket és azok kapcsán vizsgált eseményeket.

2.4.1-2. táblázat: Veszélyeztető tényezők kapcsán vizsgált sérülések és veszélyhelyzetek

Veszélyeztető tényező	Vizsgált sérülés, veszélyhelyzet	Sérülés vizsgált helye/
Áradás	Felvízoldali vízszabályozó szerkezetek meghibásodása	Felvízi - Dunacsúny
Tartós hűtés biztosításának veszélye kisvízkor	Felvízszint-szabályozó műtárgy sérülésének, nem üzemszerű működésének vízviszattartása	Felvízi - Dunacsúny

A fel- és alvízi létesítmények sérüléséből eredő következmények hatásvizsgálatai a dunai modellvizsgálatok alapján kerültek értékelésre. Ezek az áradásra és kisvizekre vonatkozó dunai modellvizsgálatok történeti hidrológiai adatokon, azok statisztikai elemzésén, valamint statisztikai és determinisztikus módszerekkel meghatározott kiinduló adatokon alapulnak.

A Duna általános vízrajzi jellemzése

A Duna Európa második legnagyobb folyója, hossza 2 857 km. Vízyűjtő területe 817 000 km². Három jellegzetes szakasza van: a bajor és osztrák medencét magába foglaló, nagyeesű Felső Duna, a Kárpátok koszorúján belül lévő Közép Duna és a Havasalföldet átszelő Alsó Duna. [2-10]

Hazánkba Rajkánál, az 1 850 fkm (folyam km) szelvényben lép be és Mohácstól délre, az 1 433 fkm nél hagyja el az országot. A 127 km hosszúságú Dunaföldvár-déli országhatár közötti Duna-szakaszt 32 kanyar alkotja. A kanyarok változó görbületűek, a legnagyobb a Sáros-parti kanyar, ahol a görbületi sugár mindössze 1 000 m. A folyó átlagos szélessége 400-600 m, esése Fajszig 6-8 cm/km, az alatt pedig 4-5 cm/km. [2-10]

Az árvízi meder szélessége Dunafalvánál mindössze 450 m (ez az ország egyik legkisebb árvízi keresztmetszete), de a gemenci és a Béda-karapancsai tájegység területén eléri a 3-5 km-t. [2-10]

A meder anyaga a Foktő feletti szakaszon durvább szemcséjű kavics és homok, az alatta húzódó szakaszon pedig finom szemcséjű homok és iszap.

A tervezett új blokkok telephelyének környezetében (az erőmű szelvénye a torkolattól 1527 fkm) a Duna enyhén alsószakasz jellegű. A Duna átlagos vízhozama Dunaújvárostól Mohácsig alig változik, mindenütt 2350 m³/s körül van. [2-10]

Modellezett állapotok, az alkalmazott modellek

Az elvégzett dunai modell vizsgálatok célja – többek között – az volt, hogy meghatározza a legkedvezőtlenebbnek ítélt extrém és szélsőséges körülmények előfordulása esetén a telephely érintettségét, a különböző hidrológiai események hatására kialakuló dunai morfordinamika változásait.

A fentiek keretében a dunai modellezések részletesen vizsgálták és elemezték az alábbiakat:

- Extrém természeti- és művi körülmények hatásainak egydimenziós (1D) modellvizsgálata:
 - a telephely árvízi érintettségére,
 - a hűtővízkivételi biztonságra.
- Szélsőséges kis- és nagyvízi események kétdimenziós (2D) modellvizsgálata;
- Mederváltozások, morfordinamika:
 - Lebegtetett és görgetett hordalékmozgás egydimenziós (1D) modellvizsgálata,
 - A Duna meder morfordinamikai folyamatainak kétdimenziós (2D) modellvizsgálata.

A dunai modellezések szempontjából mértékadó üzemállapotok és időpontok

A jelenleg üzemelő blokkok teljes kapacitású üzemi hűtővízigénye $25 \text{ m}^3/\text{s}$ blokkonként (4 blokk összesen: $100 \text{ m}^3/\text{s}$). A tervezett $2 \times 1200 \text{ MW}$ -os létesítmény hűtővízigénye a modell szerint konzervatívan $132 \text{ m}^3/\text{s}$). A dunai modellezések szempontjából figyelembe veendő maximális hűtővíz kivételeket és a visszaadott melegvizet a PAE 1-4 blokk üzemidő-hosszabbítását is figyelembe véve az TBJ II. [2.4.1-3. táblázat](#) összegezi. [\[2-10\]](#)

2.4.1-3. táblázat: A dunai modellezések szempontjából mértékadó üzemállapotok és időpontok

Időszak [évek]	Üzemelő blokkok száma [db]	Hűtővíz kivétel és melegvíz hozam maximuma [m^3/s]
2014-től – 2025-ig	1-4 blokk	100
2025-től – 2026-ig	1-4 blokk + 5. blokk	166
2026-től – 2032-ig	1-4 blokk + 5-6 blokk	232
2032-től – 2034-ig	2-4 blokk + 5-6 blokk	207
2034-től – 2036-ig	3-4 blokk + 5-6 blokk	182
2036-től – 2037-ig	4. blokk + 5-6 blokk)	157
2037-től – 2085-ig	5-6 blokk	132
2085-től – 2086-ig	6. blokk	66
2086-től	-	0

A modellterületek lehatárolása

A Duna meder vizsgált területe tágabb értelemben a Dunaföldvár (Duna 1560,6 fkm) – déli országhatár (Duna 1433 fkm) közötti 128 km hosszúságú folyószakaszra terjedt ki, a Duna középvízi- és nagyvízi mederterületére egyaránt.

A Bösi (Dunacsúnyi) vízlépcső, mint felvízi vízszintszabályozó létesítmény, kis- és nagyvízi haváriás hatásának vizsgálata érdekében a tartományt Dunaföldvártól Vámoszabadiig (Duna 1805,6 fkm) meghosszabbított. Ezt a nagy területi kiterjedésű feladatot egydimenziós (1D) modell (HEC-RAS) vizsgálta.

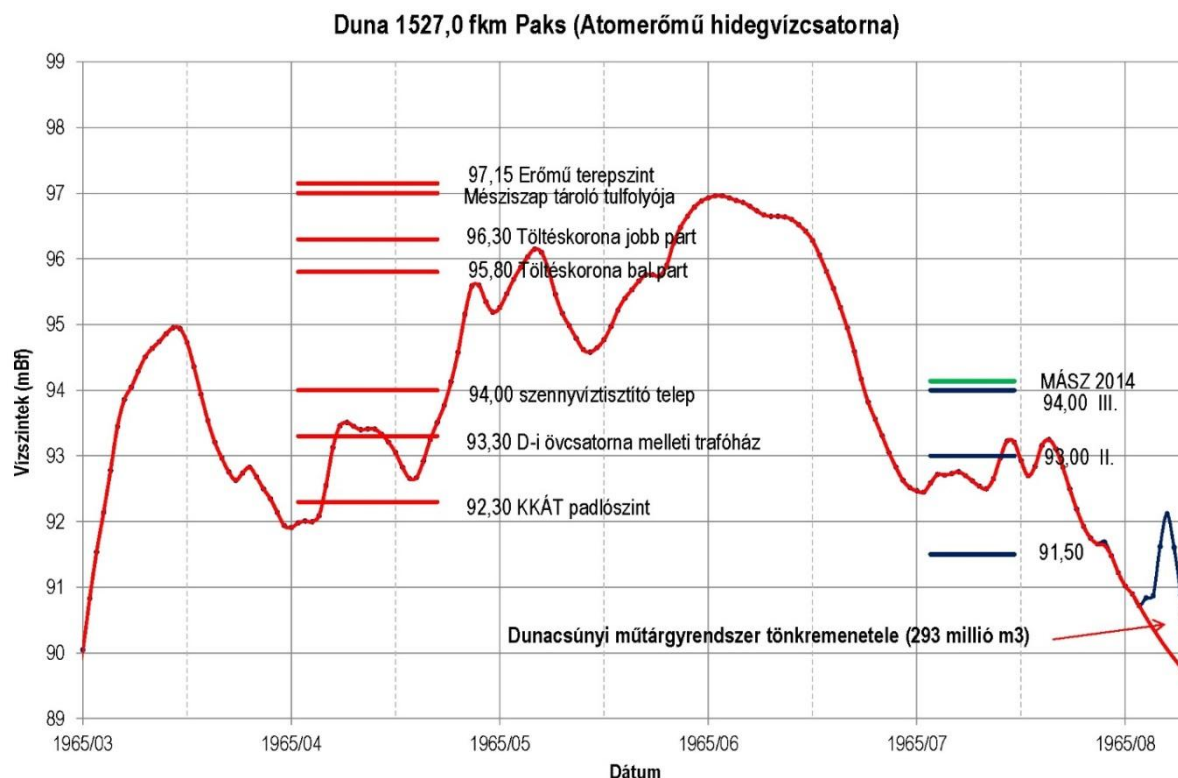
A művi körülmények hatásainak vizsgálata a telephely árvízi érintettségére és a hűtővízkivételi biztonságra készült 1D modellben (HEC-RAS) során a baleseti, illetve havária eseményként a művi (felvízi vízszintszabályozó mű) adottságaiban nem üzemszerűen előforduló jelenségek hatásait vizsgálták a hűtővízkivételi biztonságra és az árvízvédelmi, illetve elöntési veszélyeztetettségére. [\[2-10\]](#)

A művi körülmények hatásainak (árvízi és hűtővízkivételi) vizsgálata során a modellterület Vámoszabadi - Mohács Duna szakaszát jelentette.

Üzemzavarok, balesetek, haváriák

A felvázoldali vízszabályozó szerkezetek meghibásodásának hatása során meg kellett határozni a telephely nagyvízi érintettségét, a lehetséges legkedvezőtlenebb árvízi esemény bekövetkezése esetén, a dunacsúnyi duzzasztómű átszakadásából, tönkremeneteléből adódó, többlet vízszintemelkedés figyelembe vételével. [\[2-10\]](#)

A legkedvezőtlenebb - Pozsony alatti Duna-szakaszon az árvízvédelmi töltések között maradó - árhullám levonulása esetén, a telephelyi (Duna 1526,5 fkm szelvénye) domborzata és az ott lévő főbb létesítmények tekintetében mértékadó, az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. által is regisztrált biztonsági szintek feletti elöntési időtartamok ($T_{\text{túllépés}}$) a TBJ II. [2.4.1-5. ábra](#) szerint alakulnak. [\[2-10\]](#)



2.4.1-5. ábra: Az 1965-ös árhullám levonulásának hatására a PAE 1-4 blokk környezetében (Duna, 1526,5 fkm) kialakuló vízszintek időbeli alakulása

A paksi telephelyen a Duna jobb parti árvédelmi töltéskoronájával (96,30 mBf) színelő elöntési szintnél nagyobb, azt meghaladó vízszint a szimuláció szerint, a fent vizsgált extrém nagyvízi terhelések hatására 20 napos tartóssággal alakult.

A Duna Paks feletti szakasza árvízvédelmi töltés-koronaszintjeinek jövőbeli fejlesztése nélkül a Duna erőművi szelvényében, kb. 9 800 m³/s vízhozam-csúcsú árhullám tud csak kialakulni, mert a Budapest alatti szakasz árvízvédelmi koronaszintjein a nagyobb árhullámok átbuknak (töltésszakadásokat okozva) a mentett ártéri területekre, lefejezve ezzel a hullámtéri mederben maradó víztömeg árhullám-csúcsát. [2-10]

Figyelembe véve, hogy a telephely szintje ~97,00 mBf, és a jobb parti árvízvédelmi koronaszint 96,30 mBf (Duna balparti töltéskoronaszint 95,80 mBf), a fentebb bemutatott szimulációk szerint meghatározott magas vízszint nem tud kialakulni a Duna paksi telephely feletti és környezetében lévő árvízvédelmi töltéskoronaszintek változatlansága mellett, mert kifolyik (balparti töltéskoronán átbukik) a Duna hullámtéri területéről, jelentősen lecsökkentve ezzel a levonuló árvízi csúcsvízhozamot.

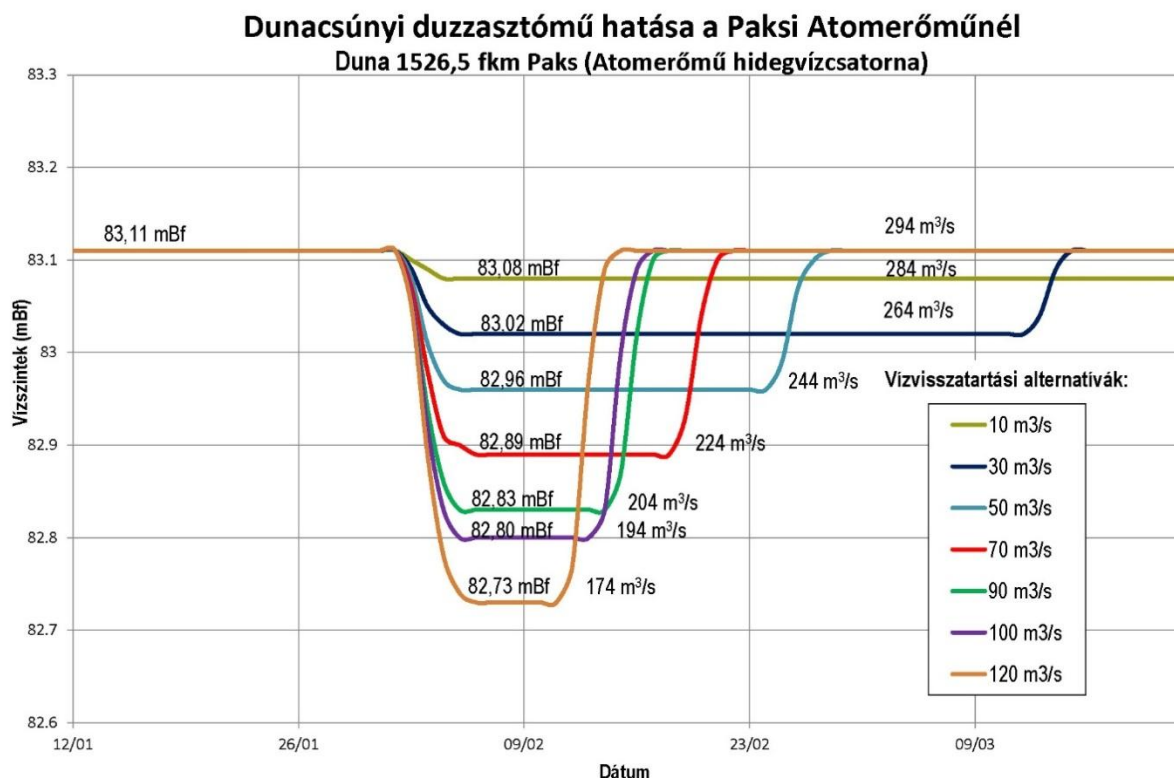
A 2120-ra valószínűen várható árvédelmi koronaszint fejlesztés esetében az erőmű környezetében 12 500 m³/s csúcsvízhozamnál nagyobb nem várható, mert a Budapest alatti szakaszon a többi kilép a Duna nagyvízi mederéből. Az ehhez a csúcsvízhozamhoz tartozó töltéskorona szintek és magasság szintek meghatározásának kérdését a TBJ II. 4.5. fejezet tárgyalja.

Szélsőséges dunai kisvízkor a hűtővízkivételi biztonságra szélsőséges körülmények között hatással lehet a Dunacsúnyi duzzasztómű nem-üzemszerű működése (havária események), amikor is a Duna kisvízi időszakában az előre leürített, mintegy 110 millió m³ térfogatú (a felső és alsó duzzasztási szint közötti) hasznos tározóteret folyamatosan tölni kezdenék. Ez

a nem-kívánatos folyamat csak szélsőséges kisvízi időszakban okozhat hűtővíz-ellátási gondokat, illetve szükséges beavatkozásokat.

A tározó feltöltésére irányuló vízviisszatartás apadási, vagy depressziós hullámot indít el, amely a hűtővízkivétel területén érvényesíti vízszintsüllyesztő hatását.

A dunacsúnyi duzzasztómű nem-üzemszerű vízviisszatartásának idejére, az egydimenziós (1D) áramlási modellel számított apadási hullámokat az alábbi TBJ II. [2.4.1-6. ábra](#) szemlélteti. [\[2-12\]](#)



2.4.1-6. ábra: A Dunacsúnyi / Bósi duzzasztómű 100 000 évente visszatérő kisvízi (294 m³/s) időszakban történő, alternatívákkal jellemzett vízviisszatartásának hatása a PAE 1-4 blokk vízkivételének biztonságára (Duna, 1526,5 fkm) - jelen Duna mederállapotban

A Dunacsúnyi duzzasztómű üzemeltetési engedélye, üzemrendje szerinti üzemeltetése esetén 1000 m³/s Duna vízhozamnál kisebb vízhozam esetén nem lehet vízviisszatartást eszközölni. Havária eseményként lett vizsgálva a Duna szélsőséges kisvízi időszakában, a nem üzemrend szerinti vízviisszatartás hatása.

A Vízügyi Szolgálat a Duna Medvei vízmérce szelvényben tudja érzékelni a nemkívánt depressziós hullámok kialakulását, ezért 1,5 - 2 napos időelőjellel tudja jelezni annak Paksra érkezését. Ezalatt az 1,5 - 2 napban tárgyalásos úton kell elérni, hogy a rendkívüli vízviisszatartás sürgősen leálljon. Ha a tárgyalás nem vezet eredményre és a kialakuló dunai depressziós hullám a hűtővízkivételt veszélyezteti, akkor a telephely üzemeltetőjének gondoskodnia kell a blokkok leállításáról és a biztonsági hűtővízellátás biztosításáról. [\[2-10\]](#) Ezzel kapcsolatban megjegyezhető, hogy 1 000 m³/s elérésénél is azonosítani lehet a vízviisszatartást, így az előzőeknél jelzett időnél is hosszabb idő áll rendelkezésre a beavatkozásra.

A Dunacsúnyi duzzasztómű nem üzemrend szerinti Dunai vízeresztéséből, a telephely környezetében kialakuló, 1D hidrodinamikai modellel jól közelíthetően meghatározható.

A dunacsúnyi duzzasztómű sérülésének, nem üzemszerű működésének vízviisszatartása egyrészt a 100 000 évente visszatérő kisvíz szintet további 38 cm-rel csökkenti, amelyre a biztonsági hűtővíz szivattyúk tervezhetők, másrészt legalább 72 óra áll rendelkezésre a hatással szembeni védekezésre.

Rendkívüli dunai kisvízszintek és a vízkivételi küszöbszintek viszonya alapján dönthető majd el, hogy szükséges lesz-e a blokkok leállítása, illetve hogy milyen intézkedések szükségesek a biztonsági hűtővízkivétel biztosítása érdekében (pl. a hidegvíz-csatorna leürülésének megakadályozása érdekében annak mederelzárása, mobil vízkivételi művek ideiglenes Dunára telepítése, majd a Duna felől lezárt hidegvíz-csatornába történő termeltetése, stb.).

A hajózhatóság javítása céljából tervezett folyószabályozási művek

A hajózhatóság javítása céljából tervezett folyószabályozási művek építésének és/vagy a kotrások hatásának vizsgálata és minősítése a telephely létesítményének hűtővizének biztosítása szempontjából, megállapítható, hogy a Duna Szob-Déli országhatár szakaszán 31 helyen nincs meg a nemzetközi egyezményekben rögzített hajóút mélység és/vagy szélesség. Ennek biztosítása érdekében az Európai Bizottság TEN-T projektje támogatásával ezekre a szakaszokra környezeti hatásvizsgálati dokumentáció és a szabályozás vízjogi létesítési engedélyes tervek készültek. A tervezett beavatkozások kivitelezése után a jelezett szakaszon a 2,5 méter merülési mélységű hajókaravánok az év 300 - 310 napján akadálymentesen közlekedhetnek. [2-10]

A hűtővíz biztosítására a Paksi szűkület és a Barákai gázló területén tervezett beavatkozások gyakorolhatnak közvetett hatást. Ennek meghatározása céljából számba vették a hajózási akadályok kiváltására tervezett vízépitési beavatkozásokat és becsülték azoknak a medermorfológiai, hidraulikai hatását.

A két beavatkozási hely közül a Paksi szűkület kiváltása vízszintemelő keresztirányú művekkel történik, két meglevő sarkantyú 50 - 50 méteres meghosszabbításával. A beavatkozás célja a folyam jobb partja közelében áramlási árnyékban időnként kialakuló hajóút szűkület kiváltása a vízfelszín megemelésével. A Barákai gázlóban hat új sarkantyú megépítését, egy régi keresztgát visszabontását, továbbá egy régi keresztgát hosszabbítását tervezik. A hajóút szélén kb. 700 m³ kotrásra kerül sor, mintegy 5 000 m² területen. A fajlagos kotrási mélység 10 -15 cm. A tervezett minimális mértékű kotrást a beépítésre kerülő sarkantyúk kompenzálják, a kisvízi vízjárási helyzet felszingörbését megtartják. Így bizonyosan megállapítható hogy a hajózhatóság javítása érdekében tervezett beavatkozások a hűtővíz kivétele szempontjából negatív hatással nem járnak. Csak az érintett Duna-szakaszon fejtik ki hatásukat, a folyam más szakaszán (nevezetesen a PAE 1-4 blokk hidegvíz-csatornáját közrefogó környezetben) az áramlási viszonyokra, vízszintekre, meder-fejlődési, meder-alakulási folyamatokra gyakorolt hatás nem jelentkezik, az akkumulálódó hatásukkal nem kell számolni. [2-10]

A PAE 1-4 blokk vízi létesítményei

A fel- és alvízi létesítmények, műtárgyak sérülésének veszélye mellett a tervezett új blokkok telephelyére jellemző, az üzemelő blokkok vízi létesítményei sérüléséből származó veszélyeket is figyelembe kell venni.

A külső veszélyeztető tényezők közül az atomerőművi vízi létesítmények, műtárgyak sérülésének vizsgálata szempontjából kiválasztásra kerültek az emberi tevékenységhez köthető alábbi releváns külső veszélyeztető tényezők, melyek az alábbiak [2-10]:

- katonai és polgári repülőgép becsapódása,
- folyami szállítási tevékenység.

A fenti külső veszélyeztető tényezők bekövetkezésének gyakorisága, illetve determinisztikus alapú szűrése, elemzése külön-külön fejezetben került értékelésre. A szűrések, elemzések, értékelések eredményeként a feltételezett kezdeti események köréből kiszűrésre kerülnek azok az emberi tevékenységből származó veszélyek, amelyek bekövetkezésének gyakorisága 10^{-7} 1/évnél kisebb, vagy ha a veszélyeztető tényező olyan távolságban van, mely alapján igazolható, hogy a telephelyre az várhatóan nem gyakorol hatást.

A repülőgép becsapódás

A repülőgép becsapódás gyakorisága a céltárgy, azaz a műtárgyak effektív területétől is függ. A vízi létesítmények, műtárgyak többsége jelentősen a földbe süllyesztett vagy jelentős részük a környező területek rendezett terepszintje alatt helyezkedik el, így a repülőgép becsapódásnak kitett területük megközelítőleg az alapterületükkel egyenlő. A rendelkezésre álló információk alapján a repülőgépek becsapódásból eredő veszélyforrás a 10^{-7} 1/év szűrés szinttel összevetve a gyakoriság elve alapján akkor szűrhető ki minden repülőgép kategóriára együttesen, ha a veszélyeztetett létesítmény effektív célterülete megközelítőleg $4\,950\text{ m}^2$ -nél kisebb, részletes háttérelmezése a TBJ II. [2.3 fejezet](#)ében található. A fajlagos lezuhanási gyakoriságok 2014-es esztendőre számolva, a repülőterek és gyakorlóterek kivételével, 50%-os konfidencia szinten, minden repülőgép kategóriára együttesen $2,02 \cdot 10^{-11}$ 1/év/ m^2 . A 10^{-7} 1/év szűrés szinttel összevetve adódik a területre vonatkozó szűrés szint (10^{-7} 1/év / $2,02 \cdot 10^{-11}$ 1/év/ m^2 = $4\,950\text{ m}^2$), amellyel összevethető a vízmű műtárgyak alapterülete. [\[2-10\]](#)

A számításba vett vízi létesítmények, műtárgyak (TBJ II. [2.4.1.3 fejezete](#)) közül a hidegvíz- és melegvíz-csatornák alapterülete (műtárgyakkal, illetve műtárgyak nélkül is) nagyobb, mint $4\,950\text{ m}^2$, így ezek sérülésének veszélye az emberi tevékenységből származó külső veszélyekre nézve gyakorisági alapon nem szűrhető ki, a repülőgép becsapódás feltételezett kezdeti esemény. (Ezek a csatornák több mint 1 km hosszúságúak és szélességük lényegesen nagyobb, mint 5 m.) [\[2-10\]](#) Az elemzéssel kapcsolatban meg kell említeni, hogy a minden kategóriára együttesen számított lezuhanási gyakoriság túlzott konzervativizmust tartalmaz, mert az 1-3. repülőgépkategóriák tekintetében a hideg- és melegvíz-csatornák esetében a gépméret miatt a hűtővíz ellátás zavara nem feltételezhető.

A vízi létesítmények, műtárgyak sérülését okozó repülőgép becsapódásból származó veszély nem szűrhető ki. A tervezés során a veszélyeztetettség szükség esetén aktualizálandó.

Folyami szállítási tevékenység

Az atomerőművi vízi létesítmények, műtárgyak sérülését okozhatják folyami balesetek, melyek nem szűrhetők ki gyakorisági alapon. A folyami szállítással részletesen a TBJ II. [2.2.1.3 fejezet](#) foglalkozik.

Veszélyeztető tényezők változásának és bizonytalanságának kezelése

A fel- és alvízi létesítmények, műtárgyak sérülésének vizsgálatához hidrológiai történeti adatok kerültek felhasználásra. A hidrológiai adatok előrejelzésében bizonytalanságot a klimatikus forgatókönyvek közötti különbségek jelenhetnek. A hidrológiai vizsgálatoknál az extrém és valószínű klimatológiai forgatókönyvek elemzése megtörtént. A hidrológiai modellek eredményeivel egybevágó regionális éghajlat-modellek közül a legközelebb álló klimatológiai modell került figyelembe vételre, amellyel az előrejelzések szempontjából a bizonytalanság minimalizált. [\[2-10\]](#)

A veszélyeztető tényezők lényeges változása rövid távon nem valószínű. A veszélyeztető tényezők hosszú távú stabilitását és változásait a nagy bizonytalanságra való tekintettel nem

lehet megadni. Megállapítható, hogy az elemzésben használt megfontolások az esetlegesen bekövetkező változásokra nézve elégséges biztonsági tartalékkal bírnak ahhoz, hogy az eredmények megfelelőségét legalább 5 éves időtávon biztosítsák. Az elemzések eredménye alapján az atomerőmű üzemeltetője a veszélyforrást korlátozhatja vagy a veszéllyel szemben megfelelő műszaki vagy adminisztratív intézkedést vezet be. [2-10]

A fel- és alvízi létesítmények, műtárgyak sérülése veszélyeztető tényezőinek meghatározása determinisztikus módszerrel történt a feltételezhető legkedvezőtlenebb esemény bekövetkezésének vizsgálatával, így a veszélyeztető tényezők tekintetében nem állhat elő szakadákszél-effektus. A veszélyeztető tényezők tervezési alapon figyelembe veendő tervezési input adatainál biztonsági tartalék figyelembe vételével a tervezés során további tartalék figyelembe vételével tovább növelhető a biztonság a szakadákszél-effektussal szemben. [2-10]

Az üzemelő blokkok vízi létesítményeinek sérülése esetén a repülőgép becsapódás – a veszélyeztető tényezőre vonatkozó szűrési kritérium alapján – hatása a hideg csatornákra gyakorisági alapon nem szűrhető ki. Az egyéb meglévő vízi létesítmények alapterülete a szűrési kritériummal összevetve megfelelő biztonsági tartalékot ad, így ez veszélyeztető tényező nem válhat ki szakadákszél-effektust.

Duna által közvetített hatások elérési idejének értékelése

A fel- és alvízi létesítmények feltételezett sérüléséből a Duna áradása és a tartós hűtés biztosítása szempontjából kritikus kisvíz esetén, valamint az üzemelő blokkok meglévő vízi létesítményeinek feltételezett sérüléséből eredő veszélyekkel szemben elsősorban megfelelő műszaki megoldásokkal kell védekezni, amelyeket a tervezés során kell figyelembe venni. [2-10]

A hatások mérséklése érdekében, illetve ha kielégítő műszaki megoldás nem található, akkor megfelelő műszaki intézkedéseket kell tervezni a veszélyekkel szembeni védekezésre. Az intézkedések tervezéséhez egyik legfontosabb szempont, hogy megfelelő idő álljon rendelkezésre azok elvégzésére.

A fel- és alvízi létesítmények feltételezett sérüléséből a tartós hűtés biztosítására hatással a dunacsúnyi duzzasztómű van. Ezek közül a dunacsúnyi duzzasztómű sérülésének, nem üzemszerű működésének vízvisszatartása egyrészt a 100 000 évente visszatérő kisvíz szintet további 38 cm-rel csökkenti, amelyre a biztonsági hűtővíz szivattyúk tervezhetők, másrészt legalább 72 óra áll rendelkezésre a hatással szembeni védekezésre. Ez az idő elegendő megfelelő műszaki intézkedések megtételére.

A Duna által szállított szennyező anyagok tekintetében a jelentősebb szennyező veszéllyel rendelkező ipari létesítmények legalább 12 órára pl. Dunaújváros, 24 órára pl. Százhalombatta, 24-72 órára pl. Budapest, Esztergom, Győr, legalább 72 órára pl. Pozsony vannak a telephelytől. Ezeknek a veszélyeknek a kivédésére elsősorban megfelelő műszaki megoldások tervezhetők az uszadékfogókra, a biztonsági hűtővíz szivattyúk előtti gреб és szűrő rendszerekre. [2-10]

2.4.2. Telephelyet érintő szél által mozgatott repülő tárgyak értékelése

A veszélyeztető tényező vizsgálata és értékelése a tisztán emberi tevékenység okozta külső veszélyek szakterületen elvégzett más elemzésektől annyiban tér el, hogy az ember által alkotott tárgyak egy természeti eredetű jelenség miatt kerülhetnek egymással kölcsönhatásba, a széllekedések által mozgatott tárgyak okozhatnak kárt más tárgyakban, tehát a veszély alapjaként meteorológiai tényező azonosítható.

A telephelyre vonatkozóan, a szél által mozgatott repülő tárgy, mint veszélyeztető tényező értékeléséhez az alábbi dokumentumok kerültek figyelembe vételre a [2-15] szerint:

- International Atomic Energy Agency (IAEA) [Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ)] által kiadott szabályzatok, útmutatók, irányelvek, melyek tartalmazzák a külső veszélyeztető tényezőkkel, azok hatásaival kapcsolatos ajánlásokat,
- European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants Rev D,
- U.S. Nuclear Regulatory Commission (NRC) dokumentumok,
- U.S. Department of Energy (DOE) Standard (STD)-1020-YR,
- Orosz Föderáció nukleáris hatóság [Федеральный надзор России по ядерной и радиационной безопасности – Госатомнадзор России] által kiadott dokumentumok.

A nemzetközi gyakorlatból szerzett információk feldolgozása a megfelelő tudásbázis felépítését szolgálta, amely tudásbázis alapján a telephely vonatkozó sajátosságai értékelhetővé váltak.

A megszerzett ismeretek azt mutatják, hogy hozzávetőleg 33,5 m/s sebesség feletti szelek rendelkeznek olyan képességgel, hogy szél által mozgatott tárgyakat generáljanak a szél útjában lévő objektumokból, és szétrombolt szerkezetekből. Az ilyen szél által mozgatott tárgyak 49,2 m/s szélsősebességig általában könnyűek, és nem képesek károkat okozni ipari jellegű épületekben. (Az előbbiekből megnevezett értékek a 75 és 110 mph/h szélsősebességből származnak, az USA-ban alkalmazott, ANSI/ANS-2.3-2011 Estimating tornado, hurricane, and extreme straight line wind characteristics at nuclear facility sites, szabvány alapján. Metrikus rendszerben, az orosz források a szél által mozgatott tárgyak keletkeztetésére vonatkozó képesség alsó határát 35 m/s szélsősebesség értékkel jellemzik.)

A telephely vonatkozásában a 100 000 éves visszatérési gyakoriságú maximális egyenes szélsebesség értéke a TBJ II. 3.4.4. fejezet 3.4.4-3. táblázata szerint 47,3 m/s. Ez az érték tekinthető tervezési alapnak a telephelyet érintő extrém erősségű szél által mozgatott repülő tárgyak hatásának értékelése során.

Figyelembe véve, hogy a nemzetközi gyakorlat a szél által mozgatott, károkozási potenciállal rendelkező tárgyak keletkezését hozzávetőleg 49,2 m/s szélsősebességhez kapcsolja, megállapítható, hogy a telephelyre jellemző szélsőséges szélterhelés értéke mellett, az extrém erősségű szél által mozgatott tárgyak potenciális hatásainak értékelése realisztikus megközelítésben nem indokolt. [2-15]

Mivel a fenti, elvi küszöbérték, és a telephelyre vonatkozó extrém szélerősség értéke egymáshoz közel esnek, konzervatív megközelítéssel célszerű a tervezési alapon szerepeltetni az extrém egyenes szél által mozgatott tárgyak okozta veszély kockázatát, a megadott 47,3 m/s maximális szélsősebesség mellett. Nyilvánvaló, hogy ez az érték nem jelent olyan kockázatot, amely befolyásolja a telephely alkalmasságát.

A TBJ II. 3.4.5 fejezete szerint a telephelyre vonatkozóan mértékadó eseményként az F3-as kategóriájú (254-332 km/h) tornádó vehető figyelembe, amelyről nyilvánvaló, hogy a telephelyre meghatározott extrém egyenes szél által mozgatott tárgyak hatásainak vonatkozásában burkoló eseményként vehető figyelembe.

2.4.3. Telephelyet érintő erdőtüz értékelése

A telephelyen kívül kialakuló különböző mértékű és kiterjedésű tüzek alakulhatnak ki, az azokból eredő terhelések mértékének meghatározása céljából terjedési modellszámítások kerültek elvégzésre. Az emberi tevékenységgel szorosan összefüggő parkolótüzek hatásait a TBJ II. [2.2.2 fejezete](#) értékeli.

A vizsgált terület az új blokkok telephelyének közvetlen környezete [2-13]:

- a 6 főúttól az M6 irányába eső mintegy 250 hektáros terület,
- az Északi bekötőúttól Északra eső 150 hektáros terület,
- a Déli bekötőúttól Délre eső mintegy 100 hektáros terület.

A területen lombos és tűlevelű erdőállományok, mezőgazdasági művelésbe nem vont gyepterületek és elcserjésedett gyepterületek egyaránt előfordulnak. A területen előforduló kiterjedt tűz a telephely biztonságára potenciális veszélyt jelenthet. Az elemzés a tűz jellemzőinek meghatározása és a füst terjedésére vonatkozó számítások alapján következtetéseket, megállapításokat tesz. [2-13]

A vizsgálat első szakasza a vegetációtűz jellemzőinek meghatározása volt, ezután elkészültek a füst terjedésére vonatkozó számítások.

A vizsgálat első szakasza után megtörtént a 10 km-en belüli területek értékelése a tűz potenciális keletkezése, intenzitása és terjedése szempontjából. A telephely körül azok a statikus és dinamikus erdőtűz kockázattal rendelkező erdőállományok kerültek bevonásra a vizsgálatba, melyekben fennáll az erdőtűz keletkezésének reális veszélye és távolságuk, tűzveszélyességük, tűzterjedési viszonyaik alapján a keletkező emisszió kockázatot jelenthet. Az M6-os autópályától nyugatra eső erdőterületek túlnyomó részt alacsony tűzkockázatúak, az M6-os autópálya mesterséges tűzpásztaként működik, az ugrótűz terjedés ilyen távolságban nem reális. A telephelytől keletre a Duna folyam természetes tűzpásztaként működik, a folyam túloldalán található erdők nem tűzveszélyesek, állandó vízhatásnak kitett állományok.

A meglévő hidegvíz és melegvíz-csatorna közötti erdős terület egy ártéri, középmeder fekvésű, állandó vízhatásnak kitett nyaras-füzes állomány, amely nem tűzveszélyes. Koronatűz nem képes kialakulni ezen állomány típusban, felszíni biomasszája gyorsan bomlik. Szélsőségesen aszályos időjárás és alacsony vízállás esetén is csak igen alacsony intenzitású felszíni tűz keletkezhet.

A vizsgált területen a következő vegetáció típusok találhatóak [2-13]:

- idős lombos állomány,
- fiatal lombos erdősfertőzés,
- idős fenyves állomány,
- fenyves fiatalos,
- cserjés terület,
- gyepterület.

2.4.3.1. Kiemelt kockázati területek lehatárolása

A telephely veszélyeztetésére tekintettel a kiterjesztett vizsgálati területen (TBJ II. 2.4.3-1. - 2.4.3-3. ábrák) az új blokkok vonatkozásában, konzervatív kockázatértékelési szemlélettel 3 kiemelt kockázati terület azonosítható. A konzervativizmus a „worst case” szcenáriók kiválasztásában jelentkezett, a modellezés során a legkedvezőtlenebb állomány és gyulladási pont meghatározása az alábbiak szerint történt [2-13]:

- Első lépésben a biomassza viszonyok alapján kerültek a kockázatos területek lehatárolásra (statikus tűzkockázat).
- Ezen területekből a második lépésben azok a területek kerültek kiválasztásra, ahol a gyors tűzterjedés feltételei adóttak részben gyorsan terjedő felszíni tűz, részben a kialakuló koronatűz miatt.

- A tűzkeletkezési helyek az állományon belül úgy kerültek kijelölésre, hogy tűzterjedési szempontból a legkedvezőtlenebbek legyenek, azaz minél nagyobb területű és intenzitású tűz alakuljon ki a telephely irányába fújó szél esetén.
- A biomassa nedvességtartalomnál a legalacsonyabb lehetséges értékkel futottak a modellek, mivel ez eredményezi a legnagyobb tűzintenzitást, terjedési sebességet és emissziót.

Az alábbi azonosítóval rendelkező területekre készültek a tűzkockázat modellezések [\[2-13\]](#):

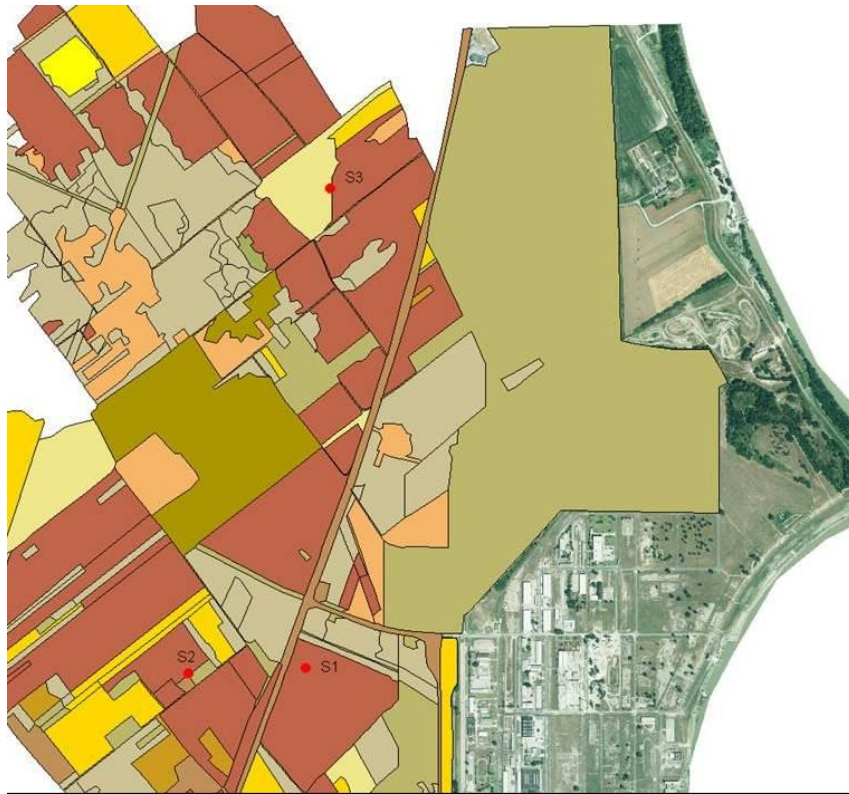
- 79. erdőtag G erdőrészlet,
- 214. és 215. erdőtagok,
- 205., 207., 208. erdőtagok.

A telephely környezetében fekvő erdők tűzkockázati jellemzőinek jövőbeli jelentős megváltozása csak igen kis valószínűséggel feltételezhető.

A terület jelenlegi erdészeti sajátosságai, amelyek a biomassa tekintetében meghatározóak, mindenképpen lassú folyamat eredményeként változnak vagy változhatnak meg. Egyrészt az erdőgazdálkodóval rendelkező erdőknél a gazdálkodás csak a hatóságilag jóváhagyott erdőtervek szerint folyhat, másrészt a rendezetlen, erdőgazdálkodóval nem rendelkező erdőknél a biomassa felhalmozódás lassú folyamat. Ezek az elemek azonban követhetőek periodikus vizsgálatokkal és meghatározható a változás biomasszára, ezen keresztül tűzkockázatra és tűzterjedésre gyakorolt hatása. Tekintve, hogy jelenleg nagyszámú tulajdonos között oszlik meg a vizsgálat tárgyát képező erdő tulajdonjoga, az erdő változásának, átalakításának semmilyen koncepciója, trendje nem azonosítható. Jó közelítéssel az is mondható, hogy az egyes tulajdonosok erdőgazdálkodással kapcsolatos – nem ismert – elképzelései a vizsgálat tárgya, ugyanis az erdőtűz jellemzői, semlegesíthetik egymást. Feltételezhető, hogy a nagyszámú tulajdonos nem végezhet az erdőtűz szempontjából egységesen rossz erdőgazdálkodási tevékenységet, amiből az is következik, hogy az erdőtűz hatása nem lesz domináns veszélyforrás. A biomassa összetételének változása az erdő változása esetén indokolt esetben ismételt elemezhető. A változás lassú folyamata elégséges időt biztosít az ilyen jellegű változások elemzésére és indokolt esetben a korrekciós beavatkozások meghatározására és végrehajtására. A biomassa viszonyok felülvizsgálata legalább 5 évenként indokolt. [\[2-13\]](#)

A telephely környezetében az erdőtűz kockázatot mérséklő erdőgazdálkodás az erdők védelmi funkcióját is javítja és jelentősen hozzájárulhat az atomerőmű zöld image-ének javításához.





2.4.3-3. ábra: A három vizsgálati területet bemutató áttekintő térképvázlat

A kiemelt területre végrehajtott vizsgálatok az alábbiak voltak [\[2-13\]](#):

- biomassza modellek kialakítása,
- biomassza térkép elkészítése,
- tűzterjedési modell bemeneti paramétereinek összeállítása,
- tűzterjedési modell futtatása,
- emissziós értékek számítása a modell alapján,
- prevenciók javaslatok összeállítása.

A vegetációtűz terjedését befolyásoló környezeti paramétereket az alábbiak:

- domborzat,
- meteorológia,
- biomassza.

A tűzterjedési modell [\[2-13\]](#) input adatainak összeállítását követően a BEHAVE szoftver segítségével ellenőrzésre kerültek az egyes felülvizsgált biomassza modellek tűzterjedési paraméterei majd FARSITE szoftver a kockázatos területek mintegy 15 pontjáról indított erdőtűzeket elemezve azok terjedési tulajdonságait és tűzdinamikai viszonyait határozta meg. A tüzeknél konzervatív szemlélettel összeállított, a területen lehetséges, szélsőségesen meleg, aszályos nyári időjárást figyelembevevő időjárási paraméterek kerültek a modellbe. A modellezett tüzek pontszerű forrásból keletkeztek a reggeli órákban. A tüzek nem éghető területre érve illetve a lombos állományokban, füves területeken az esti – magasabb relatív páratartalmú – időszakban kerültek eloltásra.

A koronatűzek eloltására fenyves állományon belül, kedvezőtlen időjárási körülmények között nincs reális lehetőség.

Az elemzések során megállapítható:

- A kiemelt kockázatú területek fenyves állományaiban, kedvezőtlen időjárási körülmények között fennáll a passzív koronatűz kialakulásának lehetősége,
- Kedvezőtlen időjárási viszonyok (ÉNY-i, NY-i szélirány, 40-50 km/h szélsősebesség) esetén, a 6-os számú főúttól nyugatra eső erdőterületről át tud terjedni a tűz (ugrótüz) a 6-os számú főúttól keletre fekvő erdőkre és vegetációkra,
- Az Északi bekötőúttól északra eső jelenleg nem legeltetett gyepterületen a tűz 1 óra alatt több tíz hektárra tud kiterjedni,

A füst alkotóinak meghatározása során a CO, CO₂, NO₂, SO₂, mint meghatározó alkotók részarányainak számítása történt meg. Az eredmények azt mutatták, hogy a füstben a mérgező komponensek részaránya kicsi, átlagosan a 10 %-ot sem haladja meg. Ezen kis részarányon belül kb. 99% arányban van jelen a CO. Az erdőtűz által okozott mérgezési veszélyt tehát főként a füst CO tartalma jelenti. A modellezés alapján 3 vegetációtűz forgatókönyv hatásainak terjedésszámítása készült el.

2.4.3.2. Terjedésszámítás

A következményszámítás a füstöt (égéstermék) gáz-keverékként modellezte az alábbi összetevőkkel: CO, NO₂, SO₂ és CO₂.

A következményelemzés eredményeinek minősítése mérgező hatások esetében bizonyos előre meghatározott koncentráció értékek kiterjedése és fennállásának időtartama alapján történt. A tűz hatása a hőszugárzási fluxus, a robbanás a nyomáshullám értéke alapján kerül minősítésre, a TBJ II. [2.1.1. fejezet](#)ében a terjedésszámításokra leírtaknak megfelelően.

A mérgezési hatást jellemző ERPG-2 értéket - a füstalkotók mérgezési tulajdonságait (ERPG-2) figyelembe véve - a Phast Risk algoritmus generálta a scenáriókhoz külön-külön. A toxikus füstalkotók arányára (99%-ban CO) vonatkozó fentebb tett megállapítás megengedné közelítésként a CO ERPG értékeinek alkalmazását, de a részarányok ismerete nem tette szükségessé ezt a közelítést. A CO₂-re, mint nem toxikus anyagra az összes füstalkotók arányában a kb. 90 %-os jelenlét a jellemző. A CO₂ okozta oxigénhiány kritikus mértéke 5%-os CO₂ aránynál van, a számítás ezt a részarányt használta a keverék ERPG-2 szintjének meghatározásában. A keletkező füst intenzitása Mg/h dimenzióban került meghatározásra a három kijelölt területre. A következményszámításban a kibocsátott füst intenzitására az időfüggvény maximális értékei kerültek alkalmazásra, meglehetősen konzervatív közelítéssel.

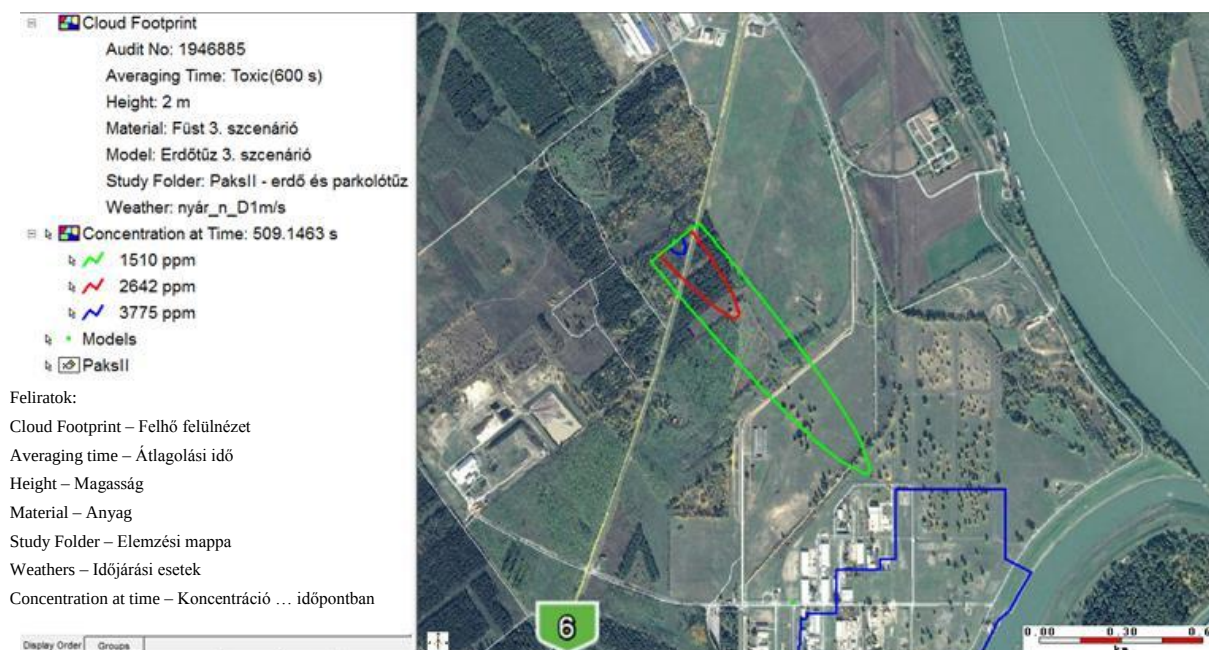
Az égés során keletkező, igen kis szemcseméretű szilárd részecskék hatása a közvetlen egészségi hatás szempontjából elhanyagolható a mérgező gázok mellett. A kis méretű szilárd részecskék egészségre gyakorolt hatását általában a hosszú távú hatások elemzésében indokolt figyelembe venni. [\[2-13\]](#)

A legnagyobb kiterjedésű hatással bíró scenárió terjedésvizsgálati ábrája szerint (TBJ II. [2.4.3-4. ábra](#)) kb. 8 és fél perc alatt jön létre az állandósultnak tekinthető terjedési kép, melynek hatótávolsága 350 m.

Az emissziós görbék alapján általánosságban elmondható, hogy a tűz legintenzívebb szakaszát megelőző és az azt követő fázisaiban a CO intenzitása jelentősen alatta marad a csúcsertékeknek. Így a meghatározott ERPG-2 (scenárióként különböző értékek) szint kisebb területeket érinthet akkor, mikor az erdőtűz a terjedés során fizikailag a telephelyhez legközelebb jut.

Az erdőtűz következményeiről megállapítható, hogy a füst nem jelenik meg olyan mérgezési koncentrációban a telephelyen, ami az ott tartózkodó személyzet cselekvőképességét

befolyásolná. Erdőtűz következtében a telephelyen veszélyhelyzet kialakulásával nem kell számolni, a tervezési alapban nem kell gondoskodni tervezési intézkedésről. [2-13]



2.4.3-4. ábra: A kialakuló felhő ERPG 1,2,3 értékéhez tartozó koncentráció felülnézeti képe

A vizsgált tevékenységeknek azon jellemzőiben bekövetkező változásokra, amelyek jelen elemzésben meghatározóak, csak igen nagy bizonytalansággal adható prognózis. Rövid távon közelíthető a változás úgy, hogy nem jelentős az eltérés a jelenlegi elemzésben alkalmazott jellemzőktől, azaz a biomassa jellemzőinek változása hosszú idejű folyamat. A tulajdonviszonyokban bekövetkező változások kihatással lehetnek az erdőhasználatra és ezen keresztül a biomassa jellemzőire. Ilyen változások történhetnek rövidebb időtávon, de ezekben az esetekben is csak az egyik irányú, a biomassa csökkenésével (erdő irtása) jellemezhető folyamatok a meghatározóak, amelyek értelemszerűen a veszélyeztetettség csökkenése irányába hatnak, vagy a jelenlegi állapottal azonos szinten maradnak. Tekintettel továbbá az eredményekben mutatkozó biztonsági tartalékokra, nincs indokoltsága a változások rövid időközönként történő nyomon követésére. Közép és hosszú távon a Végleges Biztonsági Jelentés (VBJ) aktualizálása és az Időszakos Biztonsági Felülvizsgálat (IBF) mindenképpen kezelni és értékelni fogja a változásokat. Összegezve megállapítható, hogy az elemzésben használt megfontolások az esetlegesen bekövetkező változásokra nézve elégséges biztonsági tartalékkal bírnak ahhoz, hogy az eredmények megfelelőségét legalább 5 éves időtávon biztosítsák. [2-13]

2.4.4. Telephelyet érintő elektromágneses interferencia értékelése

Az elektromágneses kompatibilitás témakörében felmerülő veszélyeket, a talajban létrejövő örvényáramok hatásait meg kell határozni, illetőleg azt is, hogy az egyes villamos, mágneses, elektromágneses és a talajban lezajló korrozív hatások milyen mértékben lehetnek hatással az új blokkokra.

Az elektromos, mágneses és elektromágneses terek, elektromágneses interferenciák és talajbeli örvényáramok hatásainak elemzése és értékelése érdekében első lépésben az ide

vonatkozó szakirodalom, előírások, szabványok valamint ajánlások részletes áttekintése zajlott. Az előzetesen összegyűjtött dokumentumok alapján kidolgozásra kerültek a tanulmánnyal kapcsolatos alapvető követelmények. A bekért és begyűjtött input adatok feldolgozásával, továbbá a helyszínen végzett mérések és vizsgálatok eredményeinek figyelembe vételével meghatározásra kerültek szükséges alapadatok. A munka során a mérések mellett korszerű szimulációs lehetőségek bemutatására is sor került.

Az elektromágneses összeférhetőség (ElectroMagnetic Compatibility, rövidítve EMC) az elektronikus rendszereknek, gépeknek az a képessége, hogy a saját elektromágneses környezetükben kielégítően működnek anélkül, hogy a környezetükben adott szabványos határértéket meghaladó elektromágneses zavarást idéznének elő.

Elektromágneses összeférhetőség

Egy létesítmény összes villamosan vezető szerkezeti eleme és berendezési tárgya szerepet játszik az elektromágneses zavarás során, vagy forrásként vagy vevőként. A villamos hálózat vezetőin túl a fémcsövek, betonszerkezet vasalása vagy az acélszerkezetek is mind részesei az EMC folyamatnak. Ipari berendezések, melyekre az EMC problémák leginkább jellemzőek [2-3]:

- energiaellátó vonalak,
- kapcsoló üzemű tápegységek,
- biztonsági rendszerek,
- számítógépes és távközlési hálózatok,
- vezérelt hajtások,
- mérő- és szabályozó készülékek.

A zavarjelek valamilyen csatornán keresztül jutnak el a forrástól a zavarvevőig. A zavarjelek terjedése öt különböző módon valósulhat meg:

- galvanikus csatolással,
- induktív csatolással,
- kapacitív csatolással,
- vezetett elektromágneses hullámmal,
- sugárzott elektromágneses hullámmal.

Élettani hatások és a vonatkozó határértékek

Magyarországon a szabályozás megegyezik az európai szabályozással. A vonatkozó magyar rendelet, az elektromágneses terek lakosságra vonatkozó határértékeit előíró 63/2004. (VII. 26. ESzCsM rendelet „A 0 Hz – 300 GHz közötti frekvenciatartományú elektromos, mágneses és elektromágneses terek lakosságra vonatkozó egészségügyi határértékeiről”). A szakszemélyzetre 2013. június 29-től új rendelet vonatkozik, a 2013/35/EU irányelv. Magyarországon az 50 Hz-es villamos erőterre vonatkozó lakossági határérték 5 kV/m, míg a szakszemélyzetre vonatkozó határérték 10 kV/m. Az 50 Hz-es mágneses erőterre vonatkozó lakossági határérték 100 µT, míg a szakszemélyzetre vonatkozó határérték 1000 µT. [2-3]

EMC az erőművi környezet és berendezések esetén

Napjaink újonnan épülő erőműveiben, illetve a már meglévő atomerőműben is az analóg technológiákat gyakorlatilag kiszorítja a digitális műszerezés. A digitális rendszerek könnyű kezelhetősége, hatékony alkalmazhatósága egyértelmű előny az atomerőművek felszerelésének területén. A digitális technológiák terjedésével az egyes elektromágneses

zavarokkal szembeni sérülékenysége esetenként növekedhet. Az egyes elektromágneses jellegű zavarok közül fontos megkülönböztetni az elektromágneses interferenciát, a rádiófrekvenciás interferenciát és a gyors lefutási idejű villamos kisülések okozta zavarokat. Az atomerőművek ilyen zavarokkal szembeni védelme érdekében rendkívül fontos a megfelelő védelmi stratégia kidolgozása. [2-3]

A berendezések EMC méréseinek két legfontosabb fajtája a rövidtávú és hosszú távú mérések kategóriába esnek. Az egyes telepítendő berendezések, berendezéstípusok kísérleti jellegű EMC tesztelése elengedhetetlen az erőműbe történő telepítést megelőzően. Ezen mérések segítségével felderíthető az elektromágneses, rádiófrekvenciás és kisülés jellegű zavarok különböző berendezésekre azok részegységeire és alkatrészeire gyakorolt hatása.

A hosszú távú EMC mérések a gyakorlatban a már kiépített rendszerek vizsgálatát jelentik. A már meglévő erőművi környezetben vagy akár a telepítést megelőzően, egy erre alkalmas tesztkörnyezetben összeállított eszközpark, rendszer elektromágneses zavarokra történő érzékenységeinek rendszerszintű vizsgálata is megvalósítható.

Az EMC mérések egyik fontos része az egyes berendezések rendszerek vizsgálatánál a lehetséges zavarforrások felderítése és kiszűrése.

Zavartípusok

A berendezéseknek a hálózati frekvenciás mágneses erőterrel szembeni zavartűrési értékeire az MSZ EN 61000-4-8 EMC alapszabvány különböző szinteket ad meg. A szabvány szerint 1-es kategóriába tartozó berendezéseknek 1,26 μT nagyságú tartósan fennálló mágneses indukciót kell elviselniük. Az IEC 61000-6-5 nemzetközi szabvány szerint erőművekben és alállomásokon használt legérzékenyebb berendezésekre a 126 μT -ás immunitási határérték vonatkozik. [2-3]

Az alábbi zavartípusok különböztethetők meg:

- Kisfrekvenciás zavarok – LFI (Low Frequency Interference)
- Elektromágneses impulzusok – EMP (Electromagnetic Pulses)
 - Léggöri túlfeszültségek – LEMP (Lightning EMPulses)
 - Kapcsolási eredetű túlfeszültségek
 - Nukleáris robbanás által okozott zavar – NEMP
 - Elektrosztatikus feltöltődések és szikrakisülések – ESD (Electrostatic Discharge)
- 4.3 Rádiófrekvenciás zavarok – RFI

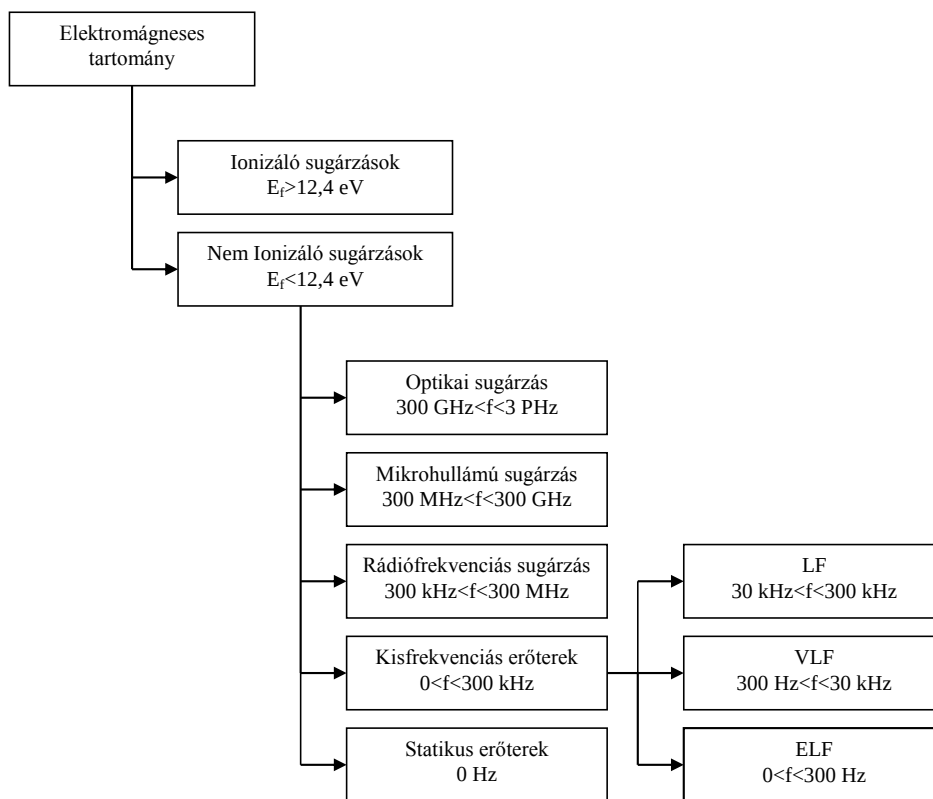
Az egyes zavarjelenségek frekvencia szerinti osztályozása

Az elektromágneses zavarok frekvencia szerinti osztályozása a TBJ II. [2.4.4-1. ábra](#) szerint valósulhat meg.

Prognózisok az EMC területén

Az EMC területén tapasztalt múltbeli és jelenleg folyamatok arra engednek következtetni, hogy az elektromágneses kompatibilitás a jövőben egyre jobban kiteljesedik. Az eddigi tapasztalatok és gyakorlat alapján várható, hogy az egyes EMC-re vonatkozó ajánlások szabványok, és rendeletek olyan irányba fognak változni, hogy az újonnan megjelenő rendszerek, eszközök működőképesek legyenek a már meglévő környezetben. Az egyes berendezések immunitására vonatkozó elvárások hosszú távon várhatóan szigorodni fognak. A jövőben kifejlesztett és megjelenő eszközök működésének, működtetésének alapfeltétele

kell, hogy legyen, hogy a már meglévő rendszerekkel, eszközökkel kompatibilisen működjenek.



2.4.4-1. ábra: Elektromágneses zavarok frekvencia szerinti osztályozása

Általánosságban kijelenthető, hogy az elektromágneses spektrum jelentős része emberi tevékenység által használatban van. Mivel a gyakorlatban a spektrum jelentős részében ma is létezik zavaró jellegű kibocsátás, más frekvencián sugárzó, illetőleg zavaró berendezések eszközök megjelenése nem lehet kritikus hatással az EMC kritériumainak megfelelő eszközökre. A tervezett atomerőmű megépítése után, illetve a jövőben az erőmű közelében újonnan telepítésre kerülő, veszélyeztető tényezők közé sorolható eszközök, berendezések EMC hatásait egyedileg kell vizsgálni, előzetesen elemezni és felmérni. [2-3]

Burkolóelv

Az emberi tevékenység által okozott veszélyek, köztük a villamos, mágneses és elektromágneses terek által okozott interferencia hatásainak vizsgálatánál alkalmazni lehet az úgynevezett burkoló elvet. A 30 km-es körzetben lévő veszélyforrások elemzésénél legtöbb esetben elegendő a legnagyobb valószínűséggel zavart okozó veszélyforrás hatását megvizsgálni, a többi ugyanolyan jellegű, ugyanolyan kategóriába eső veszélyforrás hatását mérnöki megfontolásból el lehet hanyagolni.

Méréssel és szimulációval igazolni lehet, hogy a telephelyhez legközelebb lévő 400 kV-os távvezeték hatása nagyságrendekkel a határértékek alatt van, így nem szükséges a 30 km-es körzetben lévő összes kis-, közép- és nagyfeszültségű távvezeték mérése. Hasonlóan, a PAE 1-4 blokkhoz tartozó alállomás villamos és mágneses terének mérésével, ki lehet zárni az összes 30 km-en belüli alállomás zavaró hatását. Ugyanilyen megfontolásokat tehető a kábelek, mikrohullámú, rádiófrekvenciás illetve az egyéb források esetében is, bár a sugárzó

forrásoknál kizárólag a távolság elvén nem lehet kizárni az egyes eszközök vizsgálatát, valószínűségi alapon történő további vizsgálatra van szükség. [2-3]

Alapadatok

A telephely és környezete felmérésének magába foglalja a különböző műtárgyak, berendezések, eszközök elhelyezkedését, létesítésük célját, működési adataikat, az EMC szempontjából lényeges paramétereiket. A telephely és annak közelében EMC szempontjából vizsgálandó eszközök közül a legfontosabbak [2-3]:

- környező távvezetékek,
- környező alállomások,
- környező ipari létesítmények,
- környező katonai létesítmények,
- környező lakossági létesítmények,
- RF sugárzók,
- radarállomások,
- közművek,
- egyéb környező épületek,
- egyéb.

Az egyes létesítmények, műtárgyak felderítésén, felmérésén túl szükséges megvizsgálni az adott terület domborzati, időjárási és talajviszonyait is.

2.4.4.1. Távvezetékek erőterének vizsgálata

Az elektromágneses terek okozta hatásokat befolyásolni fogják a telephelyen létesített berendezések, így a jelen helyzetben, ezek hatását nem lehet kizárni. Az elektromos, elektromágneses terek, illetve a nem-ionizáló sugárzás értékeinek ismerete az elektromágneses interferenciák elkerülése, valamint az egészségügyi határértékek betartása céljából szükséges, és a tervezés alap input adata. A nem-ionizáló háttérsugárzás nagyságát mérésekkel kell meghatározni, majd a 63/2004. (VII. 26) ESzCsM rendelet előírásainak megfelelően értékelni kell. [2-3]

A villamos berendezések környezetében kialakuló mágneses tér és villamos térerősség vizsgálata első lépésként mezőszimulációs módszerek alkalmazásával történt. Telephely-specifikus mérések történtek a 400 kV-os távvezeték vonatkozásában.

A 400 kV-os távvezeték körül kialakuló mágneses tér indukciója elméletileg a távvezeték alatti földfelszín közeli magasságban elérheti a 40 μT értéket, bár a gyakorlatban csak ritkán haladja meg a 10 μT -t. A szimulációk és számítások alapján, a felhasznált input adatok figyelembe vételével kijelenthető, hogy a távvezetékek által létrehozott villamos tér és mágneses indukció a telephelyen nem okozhatnak zavart.

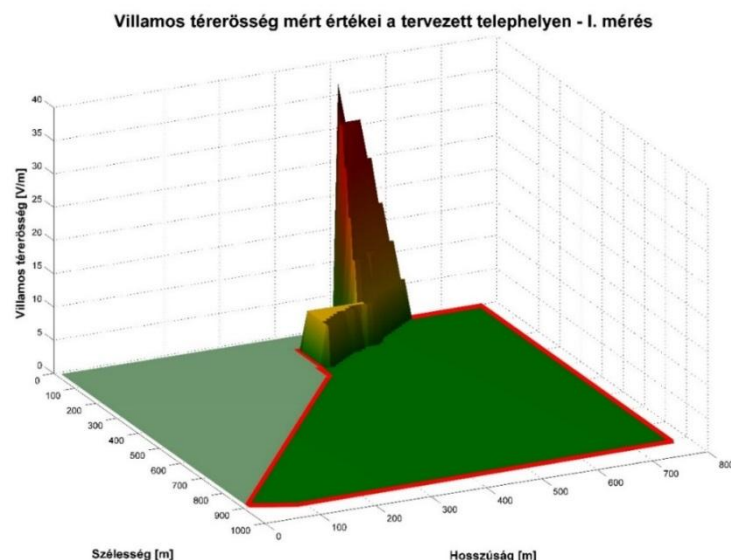
Az 50 Hz-es ipari frekvenciás mágneses erőter vizsgálatára szimulációk, számítások és helyszíni méréseken alapultak. A mágneses indukciót a földfelszín felett 1 m távolságban kell mérni. [2-3]

A villamos és mágneses erőterek vizsgálati eszközei

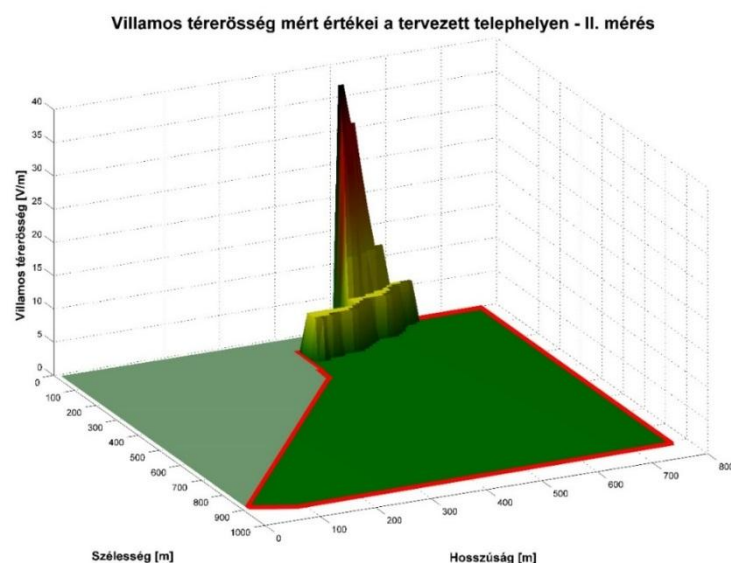
A villamos és mágneses erőterek mérése, elektromágneses környezetének felmérése, valamint a szükséges talajvizsgálatok elvégzése megtörtént. A mérések a Nagyfeszültségű Laboratórium akkreditált műszereivel történt. A felhasznált műszerek az EMDEX II, illetve a Spectran spektrumanalizátor voltak. [2-3]

A mért eredmények alapján (TBJ II. [2.4.4-2.](#) - [2.4.4-5. ábrák](#)) kijelenthető, hogy az elektromágneses kompatibilitás szempontjából távvezetékek csak abban az esetben jelenthetnek veszélyt az egyes létesítményekre, ha a létesítmény közvetlenül a távvezeték nyomvonalán, a legnagyobb belógással rendelkező pontokon helyezkednek el. A gyakorlatban a megfelelő távvezeteki tervezés kiküszöböli az ilyen lehetőségek fennállását. A távvezetékek a kijelölt terület vizsgálata szempontjából kizárhatók, mint potenciális EMC veszélyforrás.

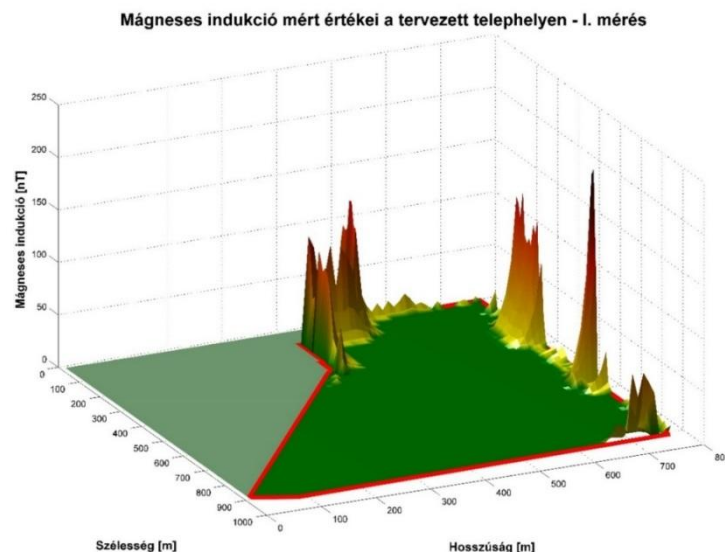
Mivel a gyakorlatban nem csak a 400 kV-os távvezeték körüli erőterek jelenthetnek veszélyt az egyes elektronikus eszközökre és berendezésekre, további számítások és szimulációk készültek kisebb feszültség szintek esetén is, 120 kV-os és 20 kV-os feszültség szinteken egyaránt, de az EMC veszélyforrás ezeken a területeken is kizárható. [\[2-3\]](#)



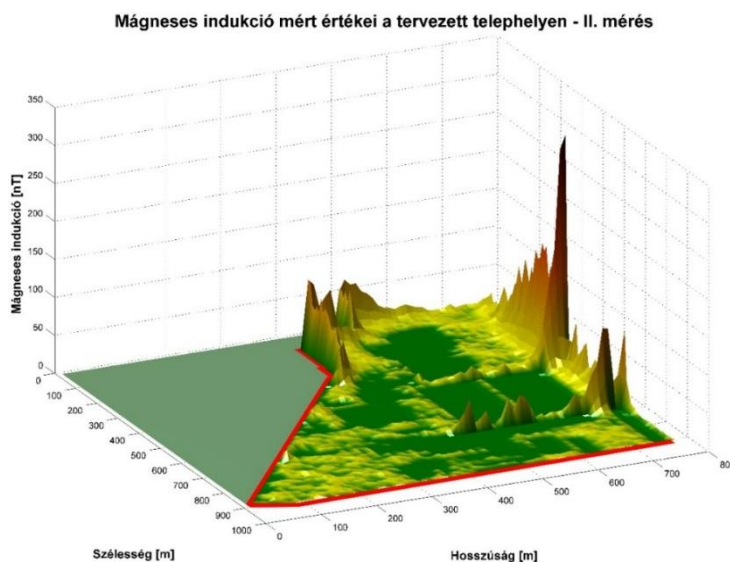
2.4.4-2. ábra: A villamos térerősség mért értékeinek területi eloszlása az első mérés alkalmával



2.4.4-3. ábra: A villamos térerősség mért értékeinek területi eloszlása a második mérés alkalmával



2.4.4-4. ábra: A mágneses indukció mért értékeinek területi eloszlása az első mérés alkalmával



2.4.4-5. ábra: A mágneses indukció mért értékeinek területi eloszlása a második mérés alkalmával

2.4.4.2. Kábelek erőtereinek vizsgálata

A kábelekre vonatkozó modellezési és a megfelelő villamos és mágneses térre vonatkozó összefüggések felhasználásával a földben futó kábelek által létrehozott erőterek értékelése is megtörtént. Az erősáramú kábelek által létrehozott erőterek tulajdonságait olyan tényezők

befolyásolják, mint a kábelek egymástól mért távolsága, a fázissorrend, a fektetés mélysége, az áramterhelés nagysága, illetve a felszíni tereptárgyak és azok elhelyezkedése. A kábelek vezetőkeiben folyó váltakozó áram által létrehozott mágneses tér a közeli vezető részekben örvényáramokat indukál.

A kábelek árnyékolása a mágneses teret csak korlátozott mértékében képes csillapítani. A mágneses tér gyengítése leginkább a kábelek megfelelő elrendezése és a kialakított fázissorrend kialakításával érhető el. Bizonyos távolságokon kívül a mágneses tér hatása elhanyagolható, azonban az ezen távolságnál kisebb távolságok esetén a kábel közelében lévő vezető részekre gyakorolt hatást figyelembe kell venni és meg kell vizsgálni. Mivel a telephelyen jelenleg nincs erősáramú kábeles rendszer, így a veszélyeztető tényező kizárható. [2-3]

2.4.4.3. Alállomások

Alállomások esetén a távvezetéseknél is használt módszerek alkalmasak lehetnek az alállomási berendezések által létrehozott villamos és mágneses terek vizsgálatához. Szimulációs módszerekkel vizsgálható az alállomás területén kialakuló villamos télerősség és mágneses indukció eloszlás. Mivel tervezett telephely jelenlegi állapotában nem ad helyet alállomásnak, illetve azon nem található egyéb nagy- és középfeszültségű berendezés, ezért komplett alállomás villamos és mágneses erőtereinek mérése nem indokolt. A legközelebb található 400 kV-os alállomás a PAE 1-4 blokkhoz tartozik és a telephelyhez képest délkeleti irányban fekszik.

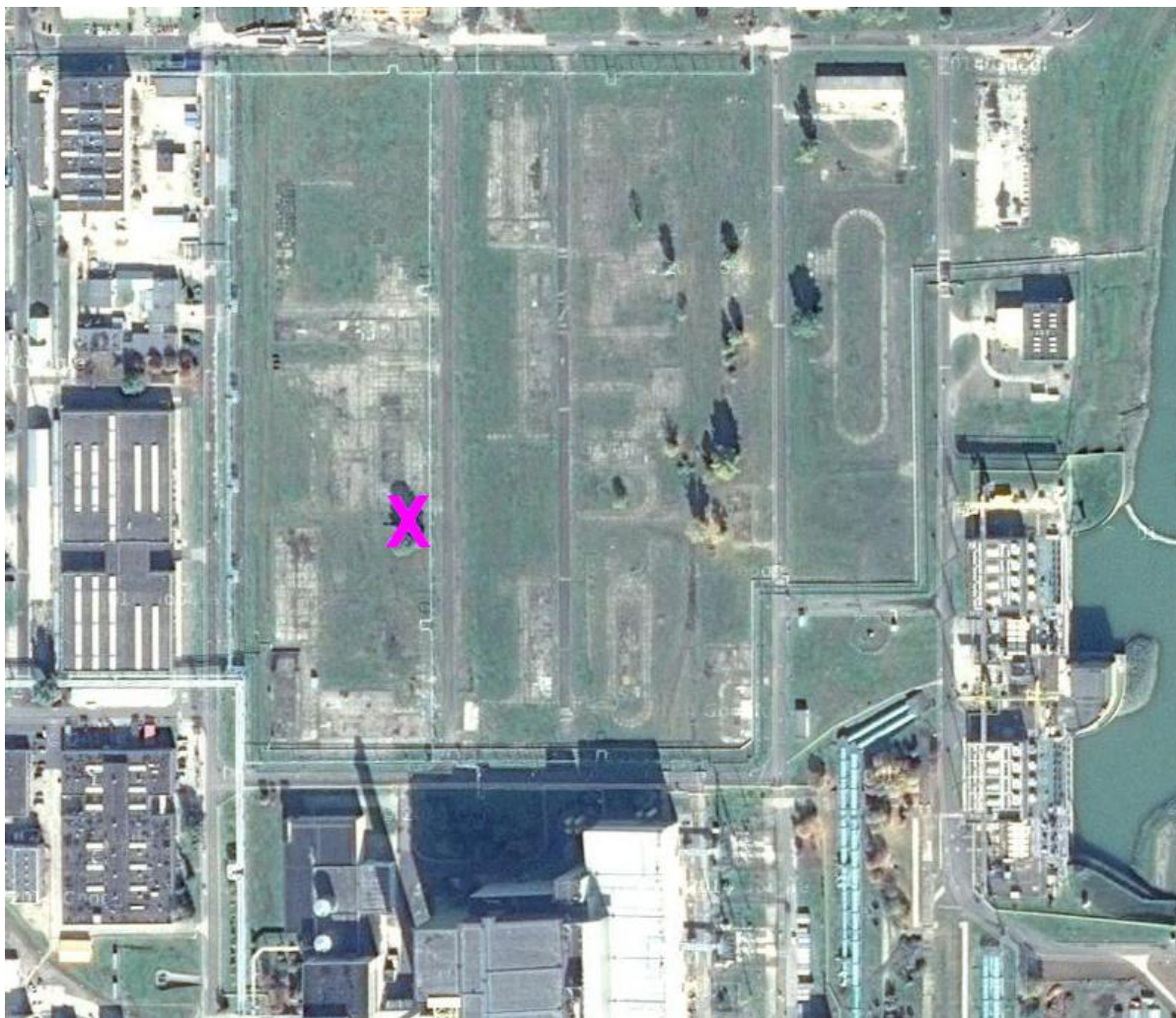
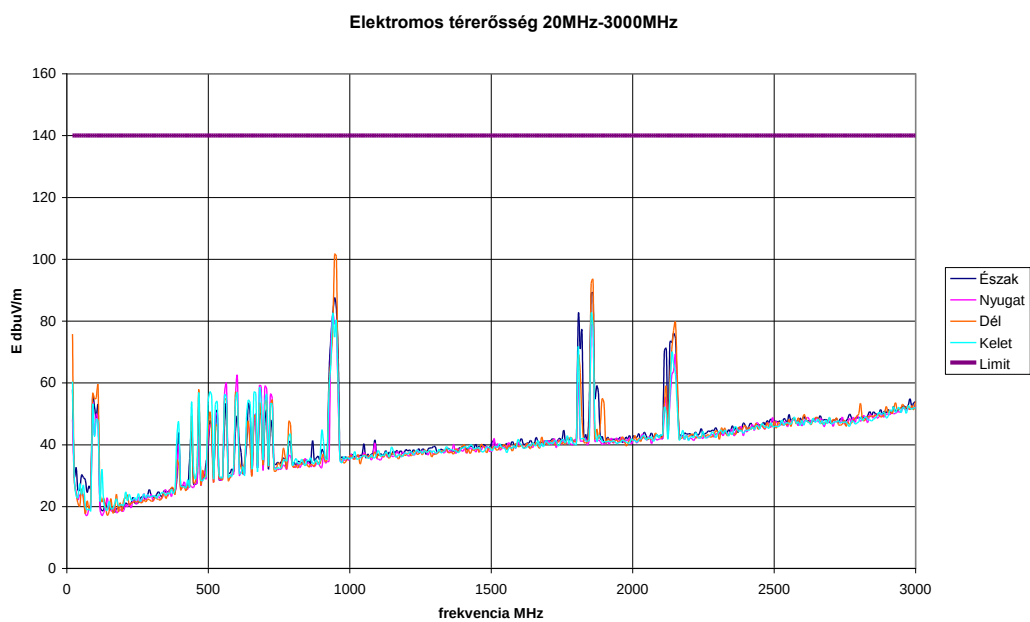
A helyszínen végzett mérések alapján kijelenthető, hogy a tervezett telephelyhez közeli alállomás azonban az elvégzett mérések és a korábban bemutatott szimulációk alapján nem jelenthet veszélyt a tervezett új blokkokra, a kijelölt terület ilyen szempontból új blokkok létesítésére alkalmas. Mivel a helyszíni mérések világosan megmutatják, hogy a PAE 1-4 blokkhoz tartozó, a kijelölt területhez legközelebb található alállomás hatása az kérdéses távolságokban már elenyésző, jóval a megengedett határértékek alatt van, szimulációval történő vizsgálata sem indokolt. [2-3]

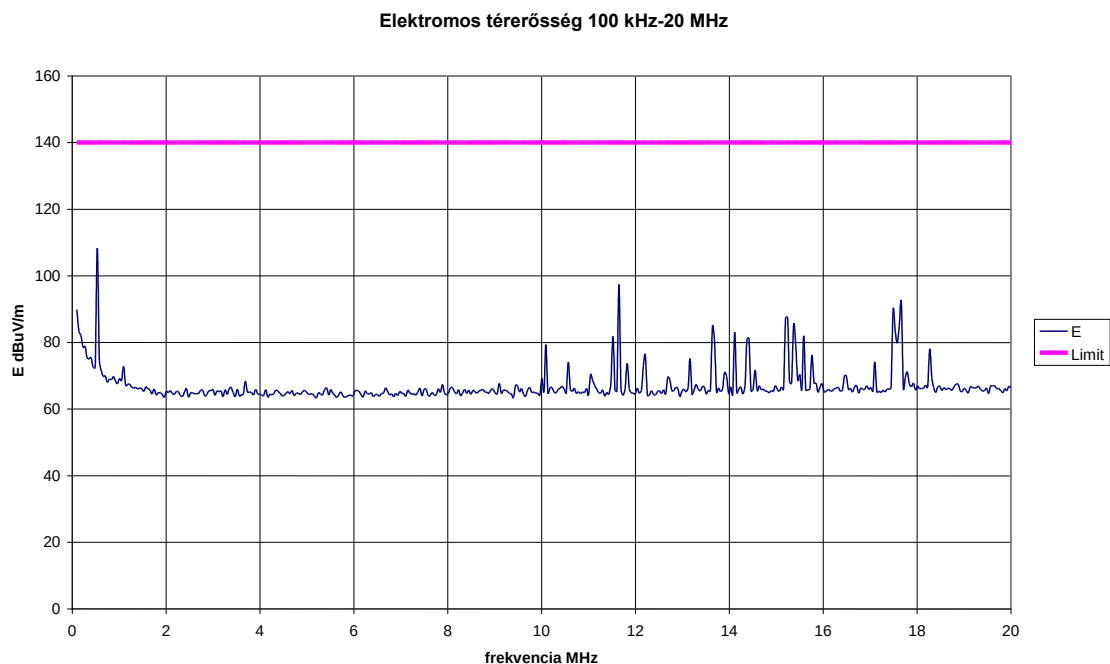
2.4.4.4. Elektromágneses terek vizsgálata

A nem ipari frekvenciás elektromágneses terek vizsgálatának egyik legkézenfekvőbb eszköze a helyszínen történő mérések elvégzése. Mivel az 50 Hz-es erőtereknél nagyobb frekvenciájú elektromágneses terek a kérdéses terület viszonylag nagy kiterjedésű környezetéből származhatnak, a különböző források egyenkénti szimulációja és modellezése nem kivitelezhető. A modellezés és számítás helyett a kijelölt területen történő konkrét mérések alapján célszerű volt a telephelyre vonatkozó megállapításokat megtenni. [2-3]

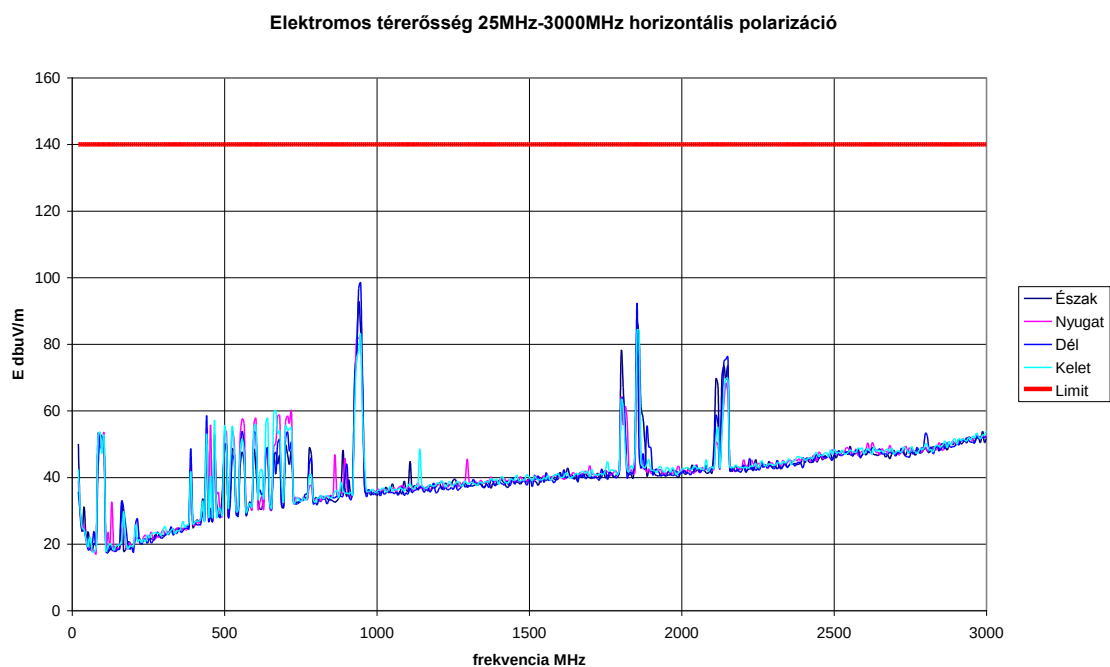
A kijelölt mérési pont a TBJ II. [2.4.4-6. ábrán](#) látható. A kijelölt területen végzett mérések eredményeit a TBJ II. [2.4.4-7.](#) - [2.4.4-11. ábrák](#) szemléltetik.

A fenti ábrákról megállapítható, hogy ha a beépített eszközök megfelelnek a vonatkozó EMC szabványoknak, akkor szabadtéri elhelyezés esetén sem várható a polgári rádiós szolgáltatások által okozott zavartatás.

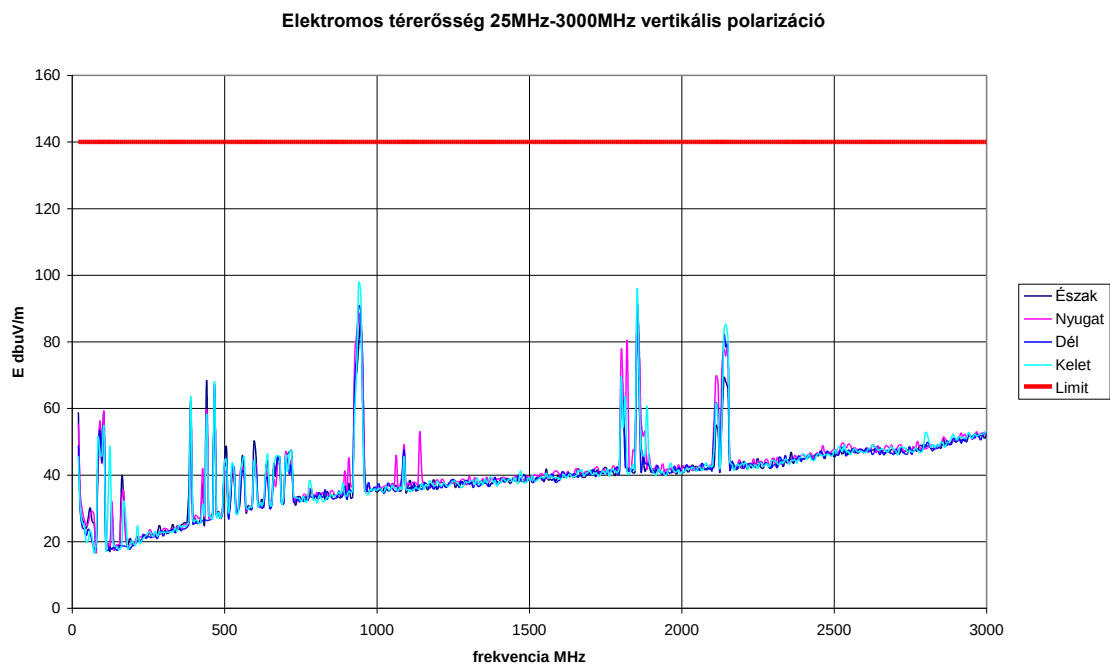
**2.4.4-6. ábra: Elektromágneses terek mérési helye****2.4.4-7. ábra: Villamos térerősség a frekvencia függvényében a jelölt mérési pontban, első mérés**



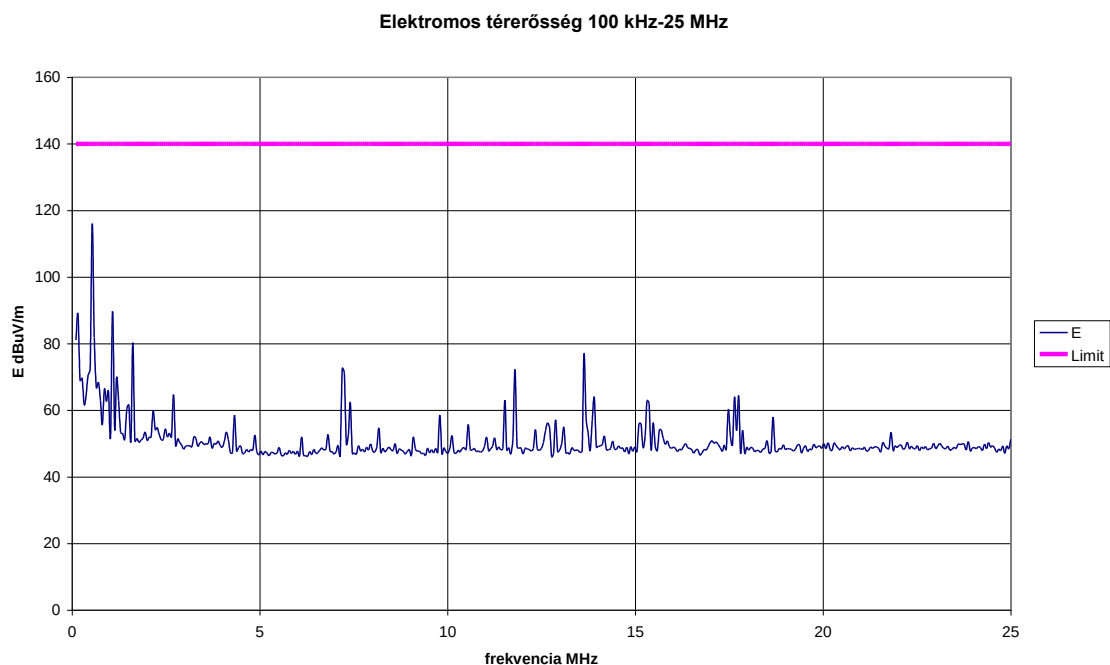
2.4.4-8. ábra: Villamos térerősség a frekvencia függvényében a jelölt mérési pontban, második mérés



2.4.4-9. ábra: Villamos térerősség a frekvencia függvényében a jelölt mérési pontban, első mérés, második mérés



2.4.4-10. ábra: Villamos térerősség a frekvencia függvényében a jelölt mérési pontban, első mérés, második mérés



2.4.4-11. ábra: Villamos térerősség a frekvencia függvényében a jelölt mérési pontban, második mérés

2.4.4.5. Rádiófrekvenciás interferenciák

A vizsgálatok során feltételezhető, hogy a tervezés és a kivitelezés során a fenti követelményeknek megfelelő, vagy azoknál szigorúbb előírások lesznek alkalmazva a beépítésre kerülő eszközökre.

A jelenleg fennálló, illetve a későbbiekben telepítésre kerülő zavarforrások tekintetében három fajta vizsgálati módszer alkalmazható [2-3]:

- a fellelhető adatbázisok alapján összegyűjthető a zavarforrásként azonosítható rendszerek, és meghatározható az adóteljesítményük alapján elvárható minimális védőtávolság,
- becslés adható a jövőben telepítendő RF rendszerek számára szükséges minimális védőtávolságról,
- mérésekkel felderíthető a leendő a jelenleg fennálló RF elektromágneses környezetet.

Megállapítható, hogy a telephelyen egy épületen belül nem okozhat interferenciát a hajózási radar. Az épületen kívüli, a nukleáris biztonság szempontjából kritikus rendszerek esetén a készülékek fémházas kivitele, nagyfrekvenciásan árnyékolt kábelek, vagy optikai átvitel alkalmazása esetén a védelmi szint elvárt értéke biztosítható.

A telephelyen egy épületen belül a rádióamatőr sávokon forgalmazó, a közelbe települt operátor interferenciát nem okozhat. Az épületen kívüli, a nukleáris biztonság szempontjából kritikus rendszerek esetén a készülékek fémházas kivitele, nagyfrekvenciásan árnyékolt kábelek, vagy optikai átvitel alkalmazása esetén a védelmi szint elvárt értéke biztosítható.

A jelenleg üzemelő, illetve a jelenleg tervezett rádió rendszerek bázisállomásai nem okozhatnak veszélyes interferenciát a telephely EMC megfelelőségű rendszereiben.[2-3]

2.4.4.6. Talajáramok mérése

A talajáramok mérése EUROTTEST 61557 műszerrel történt, ami közvetlenül a fajlagos ellenállás értékét jelzi ki. A mérési eredmények összhangban vannak a korábbi földtani vizsgálatokkal foglalkozó részből a talajmintára vonatkozó értékeivel. Az összevetés során a vezetőképesség értékek reciprokát kellett venni.

A mérési adatok figyelembevételével tervezett földelőháló, aktív katódos korrózióvédelem kialakításával a földáramok hatása kompenzálható, a telephely talaja a talajáramok szempontjából veszélyeztető hatással nem bír.

Az összevetés alapján a helyszíni mérések eredményei összhangban vannak a laboratóriumi eredményekkel

A telephely közelében nem található olyan egyenáramú vasútvonal, melynek árama a talajon keresztül záródna. Valamint olyan DC távvezeték, nagyfogyasztó vagy DC rendszer sem található, amely miatt kóboráramos veszélyeztetéssel kellene számolni a telephelyen. A helyszíni mérések alapján megállapítható, hogy a fajlagos ellenállásértékei alapján a telephely talaja a kevésbé agresszív/nem agresszív kategóriába sorolható. [2-3]

2.4.4.7. EMC, mint veszélyeztető tényező összefoglalása

A mérések és szimulációk elvégzése után nem azonosítható:

- olyan 400 kV-os távvezeték, mely villamos és mágneses térerőssége révén
- olyan villamos, mágneses és elektromágneses sugárzás, mely
- olyan a határértékeket meghaladó 50 Hz-es villamos és mágneses erőter, mely
- olyan hajózási radar valamint a rádióamatőr sávokon forgalmazó, a telephely közelébe települt operátor, mely

- olyan jelenleg tervezett és üzemelő rádió rendszerek bázisállomásai, mely
- olyan katódos védelem, olyan DC távvezeték, nagyfogyasztó vagy DC rendszer, amely kóboráram létrehozás révén

veszélyeztető tényezőt jelentene a telephelyre.

A nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerek esetén a kis hatótávolságú, úgynevezett SRD berendezések működtetése nem javasolt, illetve alkalmazásuk esetén a rendszer elvárt EMC megfelelőségét bizonyítani kell. [2-3]

2.5. A telephelyen lehetséges külső események együttes fennállásának értékelése

A telephelyi külső események együttes fennállásának, illetve ok-okozati bekövetkezési lehetőségének és hatásának értékelés során azt vizsgálták, hogy mely emberi és természeti eredetű külső veszélyek együttes fellépése feltételezhető és ezek együttes fellépése veszélyeztetheti-e a paksi 5-6. blokk biztonságát. A paksi 5-6. blokk biztonságának megalapozása magába foglalja a blokkok udvartéri és üzemi épületen belüli, az üzemeltető személyzet általi kiszolgálhatóságát is, azaz nem csak a rendszerek, rendszerelemek, szerkezeti elemek és komponensek tervezett funkciójának teljesíthetősége az értékelés célja.

Az eseménykombinációk vizsgálatához a telephely környezetére a különböző szakterületi önálló elemzések által azonosított és az adott telephelyjellemzőket tárgyaló fejezetekben ismertetett emberi és természeti külső események szolgáltatják az alapinformációt. Az eseménykombinációk elemzését önálló vizsgálati dokumentum foglalja össze. [2-16]

2.5.1. Elemzési módszer és kritériumok

Az atomerőművek tervezési alapjában a rendkívül ritka természeti eseményeket és külső hatásokat, körülményeket, és emberi tevékenységből eredő veszélyeket, sőt a különböző veszélyek egymással korrelált vagy egymástól független egyidejű bekövetkezésének lehetőségét is figyelembe kell venni.

Az egyidejű bekövetkezés lehetősége elemzésének - hasonlóan a biztonsági elemzésekre általánosan is jellemzőnek tekinthető megközelítéshez - két meghatározó módszerbeli eleme azonosítható:

- az egyidejűleg bekövetkező eseménykombinációk azonosításának módszere, kritériuma(i),
- a kombinációk szűrésére vonatkozó kritérium(ok).

A vizsgált eseménykombinációk értékelése során is alkalmazták a távolsági és a gyakorisági szűrést.

Az egyidejűség elemzésének előfeltételeként az elérhető különböző nemzeti gyakorlatok, továbbá nemzetközi szakmai szervezetek által a témában kiadott szakmai dokumentumok áttekintése, figyelembevétele is megtörtént. Ez egyben azt is jelenti, hogy az egyidejűséggel kapcsolatban tett megállapítások, az alkalmazott megközelítések és megfontolások megfelelnek az elemzési terület jelenlegi „legjobb gyakorlat”-ának.

Az áttekintés az alábbi dokumentumokra terjedt ki:

- A NAÜ „Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants” című, SSG-3 jelű útmutatója,
- A NAÜ „External Events Excluding Earthquakes in the Design of Nuclear Power Plants” című, NS G-1.5 jelű útmutatója,

- A NAÜ „Meteorological and Hydrological Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations” című, SSG-18 jelű útmutatója,
- Az ERPI „Identification of External Hazards for Analysis in Probabilistic Risk Assessment” című tanulmánya,
- A NAÜ „Treatment of External Hazards in Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants” című dokumentuma,
- Az SKI (svéd Nukleáris Biztonsági Hatóság) „Guidance for External Events Analysis” című jelentése,
- Az „Addenda to ASME/ANS RA-S-2008, Standard for Level 1/Large Early Release Frequency Probabilistic Risk Assessment for Nuclear Power Plant Applications” című, ASME/ANS RA-Sa-2009 szabványa,
- Az ASAMPSA_E keretprogramban készült „Methodology for Selecting Initiating Events and Hazards for Consideration in an Extended PSA” című jelentése.

Az áttekintett források mind a veszélyazonosítás, mind a kombinációk azonosítása folyamatában meghatározó lépésként fogalmazzák meg annak megvizsgálását, hogy az adott esemény mely rendszereket, rendszerelemeket, szerkezeteket és komponenseket érinthet, továbbá annak elemzését, hogy ezeknek mely funkciói tervezettek az adott esemény következményének elhárítására.

A telephely vizsgálat fázisában az ún. „plant response” (rendszer válaszok) még nem ismert, hiszen a létesítményre vonatkozó tervek nem állnak még rendelkezésre. Ebből adódóan a PSA (valószínűségi biztonsági elemzések) modellig nem lehet elvinni a szűrést, ezért a PSA-ra utalások inkább csak a kapcsolódási pontok jelölését szolgálják.

Az elemzés során a távolsági elvre alapuló szűrés kritériuma a figyelembe vett telephelyhatár volt, amely jelentős konzervativizmus lehet a távolsági elv teljesülését tekintve.

Az egyidejű események kiszűréséhez – bizonyos esetekben – ismerni kell, hogy súlyosbodik-e a telephelyet érintő hatás (hosszabb kitettségi idő, a hatás minősítésére használt fizikai, kémiai paraméter értékének megnövekedése) vagy valamilyen minőségileg más következménnyel kell-e számolni. Ennek megválaszolásához az együttesen bekövetkező események szintén egyidejűleg fellépő következményeinek, hatásainak újraértékelését el kellett végezni abból a célból, hogy a telephely veszélyeztetettsége megállapítható legyen. Ezen folyamat során kiszűrt veszélyek, veszélykombinációk a további részletes elemzésben már nem jelennek meg.

Az elérhető nemzetközi ajánlások és nemzeti gyakorlatok nagymértékben egybehangzóak abban a kérdésben, hogy a külső veszélyeztető tényezők egyidejűségét elemezni szükséges. A tényleges kombinációk azonosításához az elérhető források nem ajánlanak konkrét módszert, de a szűrési kritériumokat illetően több forrás is tartalmaz alkalmazható konkrétumokat. Az elemzési módszer meghatározása során ezek iránymutatóként szolgáltak.

2.5.2. A külső veszélyeztető tényezők listájának felülvizsgálata

2.5.2.1. Első szűrési lépés

Első lépésében a telephelyet érhető emberi és természeti veszélyeztető tényezők listájának összeállítása történt meg a különböző vizsgálati területeken elvégzett önálló elemzések eredményei alapján.

Az ASAMPSA_E dokumentum 101 lehetséges veszélyeztető tényezőt foglal listába, amely az elemzések során két új veszélyeztető tényezővel egészült ki. Ez a két veszélyeztető tényező az extrém meteorológia események körébe tartozó szélsőbesség és a környező ipari

létesítmények radiológiai hatása. Az előbbi a következmények egyidejűségének újraelemzése során a toxikus anyagok terjedésszámításaihoz szolgáltatott input adatot, az utóbbi telephely-specifikus veszélyforrás, amelyre önálló elemzés is készült. Összesen 103 db emberi és természeti eredetű veszélyeztető tényező képezte az egyidejűség vizsgálat kiindulópontját.

2.5.2.2. Második szűrési lépés

Második lépésben megtörtént azon külső veszélyeztető tényezők kiszűrése a listából, amelyek a telephelyi adottságok miatt definíciószerűen nem értelmezhetők, vagy logikai úton értelemszerűen kizárhatók. Ilyen külső veszélyeztető tényező pl. a cunami, a torlóár, a magas tengerszint, felszíni szállítási baleset közvetlen hatása stb.

2.5.2.3. Harmadik szűrési lépés

Harmadik lépésben a fennmaradt emberi és természeti külső veszélyeztető tényezők értékelése történt meg az elvégzett vizsgálatok eredményeinek felhasználásával. Kiszűrhető volt számos veszélyeztető tényező a tervezési alapból és belátható, hogy az együttes bekövetkezés vizsgálatába visszaemelésük sem indokolt, mert valójában nem testesítenek meg fizikai következményt (pl.: katonai tevékenység vizsgálata megállapította, hogy nincs katonai tevékenység a vizsgált terület környezetében) vagy addicionálisan nem kombinálhatóak semmilyen más következménnyel (pl.: forgó berendezésekből származó repeszek). Ezen szűrési lépésben történt azon események minősítése is, melyek feltételezése a vizsgált terület alkalmatlanságát jelentené (pl.: felszínig felnyíló vetődés). Az összefoglaló táblázat (2.5-1. táblázat) tartalmazza a lehetséges egyidejűség szempontjából vizsgált, összesen 34 db külső emberi és természeti veszélyeztető tényezőt tartalmazó listát.

A magyar megnevezések nem tükörfordítások, hanem sok esetben hasonulnak a telephely-specifikus szakterületi vizsgálati dokumentumokban használt megnevezésekkel. A fentiekben leírt 3 lépéses előszűrés eredményét az 2.5-1. táblázat mutatja be.

2.5-1. táblázat: A veszélyeztető tényezők szűrt listája

ASAMPSA_E lista		Magyar megnevezés
Seismotectonic hazards		Szeizmotektonikai veszélyek
1.	Vibratory ground motion (including aftershock effects) Long period ground motion	Földrengés keltette talajmozgás
Flooding and hydrological hazards		Árvízzel kapcsolatos és egyéb hidrológiai veszélyek
2.	Flash flood: flooding due to local extreme rainfall (note links to other meteorological phenomena)	Villám árvíz
3.	Flooding due to off-site precipitation with waters routed to the site (including river floods)	Elárasztás (árvíz)
4.	High ground water	Magas talajvízszint
5.	Flood due to obstruction of a river channel (downstream or upstream) by landslides, ice, jams caused by logs or debris, or volcanic activity)	Hidegvíz-csatorna elzáródása
6.	Flood and waves caused by failure of water control structures and watercourse containment failure (dam failure, dike failure) due to hydrological or seismic effects	Fel- és alvízi létesítmények hidrológiai vagy szeizmikus hatásokból eredő károsodásai
7.	Instability of the coastal area due to erosion or sedimentation (sea and river)	Folyómeder változás parterózió vagy hordaléklerakás következtében
8.	Underwater debris	Víz által szállított szilárd szennyeződés
Meteorological events: Extreme values of meteorological phenomena		Extrém meteorológiai események
9.	Precipitation (rain or snow), snow pack	Csapadék, hó
10.	Extremes of air temperature (high)	Extrém magas hőmérséklet

ASAMPSA_E lista		Magyar megnevezés
11.	Extremes of air temperature (low)	Extrém alacsony hőmérséklet
12.	Icing (including for power lines)	Ónos eső
13.	White frost, rime	Dér, zúzmara
14.		Extrém szélsébség
Meteorological events: Rare meteorological phenomena		Ritka meteorológiai események
15.	Lightning (including electromagnetic interference)	Villámlás
16.	Tornado	Tornádó
17.	Surface ice on river, lake or sea	Vízfelszíni jég
18.	Ice barriers	Jég akadályok, torlaszok
19.	Mist, fog, freezing fog	Pára, köd, jégköd
Biological / Infestation events		Biológiai / fertőzőes események
20.	Biological flotsam (wood, foliage, grass etc.)	Víz felszínén úszó biológiai szennyeződés miatti eltömődés
Forest fire hazards		Erdőtűz veszélyei
21.	Forest fire, wildfire, burning turf or peat	Erdőtűz
External man-made hazards		Külső emberi tevékenység okozta veszélyek
22.	Industry: explosion	Ipari tevékenység: robbanás
23.	Industry: chemical release	Ipari tevékenység: kémiai anyag kibocsátás
24.	–	Ipari tevékenység: radiológia kibocsátás
25.	Collisions with water intake/ UHS	Hajó ütközése vízkivételi művel/végső hőelnyelő műtárggyal
26.	Ship: solid or fluid releases	Folyami szállítás: szilárd vagy folyékony anyag folyóba kerülése
27.	Transportation: explosion	Szállítás: robbanás
28.	Transportation: chemical release	Szállítás: kémiai anyag kibocsátás
29.	Pipeline: explosion, fire	E.ON földgázvezeték: robbanás
30.	Aircraft crash: airtraffic	Repülőgép becsapódás: átrepülések
31.	Stability of power grid	Elektromos hálózat stabilitása
32.	Electromagnetic interference	Elektromágneses interferencia
33.	High-voltage eddy current	Nagyfeszültségű örvényáram
34.	Fire: human/ technological activity	Parkolótűz

2.5.3. Terheléskombinációk

A külső eseményekből eredő terhelések kombinációit azok az események határozzák meg, amelyek az NBSz szerint a 10^{-5} /év gyakoriságú természeti eredetű események és a 10^{-7} /év gyakoriságú emberi tevékenységből eredő események.

A tervezési alaphoz adott adatszolgáltatás tartalmazza mindazon, ún. külső, a telephely környezetében bekövetkező eseményeket, amelyek az atomerőmű biztonságára hatással lehetnek, azaz amelyek által meghatározott körülmények, feltételek között az atomerőmű rendszereinek és rendszerelemeinek meghatározott funkciót kell teljesíteniük.

A külső események egyidejű bekövetkezése elemzésének eredményei (azaz a véletlen egyidejű és ok-okozati kapcsolatban álló események kombinációi) a tervező által kiegészítőleg vehetők figyelembe a terhelési kombinációk azonosításában.

Egyrészt, az elemzés által azonosított kombinációkat egyenként értékelve megállapítható, hogy jelentenek-e további terhelési összetevőt vagy további figyelembe veendő kombinációt.

Másrészt a tervezés során a terheléskombinációk meghatározásának ki kell terjednie mindazon kombinációk meghatározására és vizsgálatára is, amelyekben a kombináció elemei 10^{-7} /év értéknél nagyobb gyakorisági értékkel jellemezhetők. Ez azt jelenti, hogy a jelen

vizsgálatban azonosított kombinációk elemeinek a 10^{-7} /év értéknél nagyobb gyakorisági értékkel jellemezhető paramétereit is értékelni kell a releváns terheléskombinációk meghatározása során.

Jelen elemzés terjedelmében általános érvénnyel annyi megállapítható, hogy az elemzés által azonosított kombinációknak csak egy része jelent közvetlenül terhelésben, azaz erőhatásban megnyilvánuló következményt (pl. a természeti események). Több olyan kombináció van, amely üzemelési feltételként veendő figyelembe (pl. hűtővíz szennyezettség, hidegvíz-csatorna vízszint, légnemű mérgező anyag). Az emberi tevékenységből eredő veszélyek távolsági elv alapján kiszűrésre kerültek, tehát erőhatásban megnyilvánuló, kárt okozó mértékű nyomáshullám vagy repeszhatás (pl. ipari létesítmény üzemzavarából, szállítási balesetből eredően) nem jelent figyelembe veendő terhelést.

2.5.4. Az egyidejű események azonosítása

A külső események listájának elemeit a további elemzés számára célszerű volt az eddig elvégzett vizsgálatokban, elemzésekben kapott eredményeknek megfelelően minél pontosabb elnevezésekkel, jelölni. Az elemzésekben, vizsgálatokban ugyanis konkrét események konkrét következményei szerepelnek és az egyidejűség elemzésben a következmények kölcsönhatására teendő megállapítások szempontjából célszerű volt ezen konkrét fizikai, kémiai következményekben gondolkodni.

Minden veszélyeztető tényező az összes többi veszélyeztető tényezővel egyenként párba állítva került elemzésre, azaz kettős eseménykombinációkra terjedt ki az elemzés. A magasabb elemszámú eseménykombinációkat már nem vizsgálták. Ennek indoklása alapvetően az, hogy a kombinációk jelentős hányada véletlen egyidejűség, amelyekkel kapcsolatban az általános elemzői gyakorlat az a közelítő becslés, hogy frekvencia elven kiszűrhetők. Hármaskombinációk esetében ezen közelítő becslés megbízhatósága még nagyobb. Az ok-okozati viszonyon alapuló együttes bekövetkezés kombinációival kapcsolatban a fentebb megjelölt források közül néhány utal rá, hogy a jelenlegi elemzői gyakorlatnak azért is nem része ezen kombinációk elemzése, mert az egyes veszélyeztető tényezők önálló elemzési eredményei sem vetik fel a kettőnél több elemű kombinációk elemzésének esetleges szükségességét. Konszenzus mutatkozik abban is, hogy ráfordítás-eredmény szempontból vizsgálva sem található erős érv a hármaskombinációk vizsgálata mellett.

Az elemzés teljeskörűségét biztosító algoritmus tekintetében, és a megjelenítésre tekintettel is a legmegfelelőbb formának a mátrixos elrendezés mutatkozott. Az 34×34 méretű mátrix (2.5-1. ábra) elemei a sorok és oszlopok tagjai közötti kettős eseménykombinációkat jelentik, melyeket az elemzés során öt osztályba rendeztek a következőkben részletezett tulajdonságok szerint. Az egyes osztályokat színekkel is megjelölték.

A veszélyeztető tényezők az összes többi veszélyeztető tényezővel párba rendezve páronként kerültek elemzésre. A párok az alábbi öt osztály valamelyikébe kerültek besorolásra:

-  • Tapasztalati, gyakorlati alapon vagy logikailag a véletlen egyidejű bekövetkezés kizárható.
-  • A két külső veszélyeztető tényező egymástól független, azonban véletlen egyidejű bekövetkezésük logikailag nem zárható ki. Az eltérő következménykategóriák (pl. toxikus hatás – vízfelszíni jég) miatt a következmények egyidejűségéből eredő esetleges kölcsönhatások további vizsgálata nem indokolt, vagy a szakterületi vizsgálati dokumentum az egyidejűség esetén a következmény súlyosbodását nem feltételezte.

-  • A két veszélyeztető tényező egymástól független, de figyelembevételük az azonos következménykategóriák (pl. mindkettő toxikus hatás) miatt indokolt. Ebben a szakaszban még nem kiszűrhető.
-  • A két veszélyeztető tényező ok-okozati viszonyból történő együttes bekövetkezése nem zárható ki. A szakterületi vizsgálati dokumentum az egyidejűség esetén a következmény súlyosbodását nem feltételezte. A súlyosbodás csak a hatás tekintetében volt megítélhető, mivel a szakterületi vizsgálat részeként a gyakoriság meghatározása nem történt meg.
-  • Egyik veszélyeztető tényező okozhatja, kiválthatja a másik veszélyeztető tényező bekövetkezését vagy jelentősen befolyásolhatja a bekövetkezés körülményeit, előfeltételeit.
-  • Osztályokon belül, külön jelölést kapott az olyan, az egyidejűség szempontjából nem kizárható meteorológiai körülmény, mely közvetlenül a következményt vagy a következmény hatását módosíthatja. Pl. extrém magas hőmérséklet befolyásolja a toxikus anyagok terjedését, de az extrém magas hőmérséklet nem kiváltó oka pl. a szállítási eseménynek.

A kombinációk osztályba rendezése több munkafázisban történt. Az egyes fázisok egymást követően, esetenként iteratív módon kerültek végrehajtásra.

1. A mátrix elemi kettős kombinációkat jelenít meg. Első lépésben a vizsgálati dokumentumok előzetes áttekintése és az elemzők tapasztalata, ismerete alapján „egyszerű döntés”-t lehetett hozni arról, hogy az adott elem „világoskék” vagy „fehér”, továbbá már ebben a fázisban megítélhető volt a „sötétkék” indokoltsága. Ebben a fázisban – hasonlóan a véletlen egyidejűséghez – az ok-okozati relációt is meg lehetett ítélni „egyszerű döntés” alapján. A biztonságra törekedve ok-okozati relációként jelöltek meg olyan kombinációkat is ebben a fázisban, amelyekkel kapcsolatban bizonytalanság volt az „egyszerű döntés”-ben.
2. Az 1. fázisban elvégzett osztályba rendezés eredményeként keletkezett két nagy csoport (véletlen egyidejűség és ok-okozati kapcsolat) elemeinek egyenkénti elemzése a vizsgálati dokumentumok részletes értékelésével történt. Ebben a fázisban a részletes értékelés alapján esetenként korrigálni kellett a mátrix elemeiről az 1. fázisban hozott döntést. Az 1. és 2. fázis között több iteráció történt, amely mindkét irányban eredményezett korrekciókat. A 2. fázis végén lehetett rögzíteni a „színezést”, azaz a világoskék, sötétkék, világoszöld, sötétzöld színt kapott kombinációkat.

Vannak olyan kombinációk, amelyeket alkotó események között az ok-okozati kapcsolat csak az egyik irányban áll fenn, fordított reláció nem feltételezhető, viszont a véletlen egyidejűség igen. Ezen esetekben az ok-okozati viszony azonosítása „erősebb” követelmény, mivel nagyobb valószínűséggel következik be, mint a véletlen egyidejűség. Ez a magyarázata annak, hogy bizonyos sötétkék elemekre nézve a mátrix nem szimmetrikus, a szimmetrikus pozíció sötétzöld.

3. A mátrixban azonosított ok-okozati és véletlen egyidejűségek eseteinek további részletes elemzése és értékelése a szűrési kritériumok alkalmazását jelentette. Ennek során az alábbi szűrési kritériumokat alkalmazták:
 - A kombináció következménye nem haladja meg az egyik elem következményét és erre nézve a telephely védeltsége a távolsági elv alapján biztosított.
 - A kombináció definíciós értelemben eleme az egyik elemnek.
 - A kombináció gyakorisága az NBSz szűrési kritériuma alatt van.

Tekintettel arra, hogy a természeti (10^{-5} 1/év) és az emberi eredetű (10^{-7} 1/év) veszélyek által keltett események tervezési alaptól való kiszűrhetőségére eltérő szűrési kritériumok vonatkoznak, rögzítették, hogy az olyan kombinált hatások esetén, amikor természeti és emberi veszélyek együttes bekövetkezése vezet kezdeti eseményhez, a szűrési határ konzervatíván 10^{-7} 1/év.

A mátrixban sötétkék és sötétzöld színt kapott kombinációk – a korábban már említetteknek megfelelően – egyenként kerültek értékelésre. Az értékelés során kiszűrt kombinációk nem kerültek átszínezésre a mátrixban (mintegy iteratív lépésként), így módon követhető a szűrési folyamat. Fontos tehát szem előtt tartani, hogy a mátrixban színnel jelölt elem adott esetben kiszűrt elem is lehet.

2.5-1. ábra: A vizsgált eseménykombinációkat bemutató mátrix

2.5.5. A terjedésszámítások során alkalmazott megfontolások

A terjedésszámítások a TBJ II. [2.1.1. fejezet](#)ében ismertetett módszer és alkalmazott feltételei alapján készültek. Azon eseménykombinációk esetében, amelyek egyik eleme extrém meteorológiai esemény, a másik levegőben terjedő anyag, a terjedésszámítást indokolt volt ismételt elvégezni az extrém körülmények figyelembevétele miatt. A terjedésszámítás módosított modelljének input paramétereinek meghatározásához az alábbi megfontolásokat tették:

- Szakértői értékelés alapján megállapítható, hogy a terjedési modellben nem reális a meteorológiai paraméterek mindegyikét az extrém értékével felvenni, azaz reálisan nem feltételezhető, hogy egyidejűleg minden paraméter extrém értékkel következik be.
- Reálisan feltételezhető kombináció lehet két paraméter extrém értékének egyidejűsége. Ez azonban nem csak a bekövetkezés egyidejűségének gyakoriságát, hanem az ezen kombinációban felvett extrém értékeket is jelenti. Nem biztos ugyanis, hogy egy ilyen kombinációban a két paraméter azt az értéket veszi fel, amely az egyedüli előfordulását jellemző extrém érték. A meteorológiai események egymással egyidejű bekövetkezése (bizonyos feltételek között) nem zárható ki. Nem ismert, hogy a feltételezhető kombinációkban mely extrém értékeket veszik fel a paraméterek és ezen kombinációk milyen gyakorisági értékkel jellemezhetők.
- A vizsgálat peremfeltétele, hogy kettőnél több esemény egyidejűségét nem feltételezik. Ez azt jelenti, hogy két meteorológiai extrémum és veszélyes anyag levegőbe kerülésének egyidejűsége nem feltételezett. A kettős kombináció azt jelenti tehát, hogy a veszélyes anyag levegőben történő terjedésének elemzésére ismételt elvégzett terjedésszámítási modellekben mindig csak egy meteorológiai extrémum feltételezett. A terjedési modell inputja szempontjából viszont fontossá válik, hogy egy meteorológiai extrémummal a többi meteorológiai paraméternek milyen (nem extrém) értéke jár együtt.
- A vizsgálatban a terjedésszámításokhoz azt a közelítő és kényszerítő feltételezést alkalmazták, hogy paraméteres modelleket készítettek a következők szerint. A telephelyet jellemző átlagos értékek (TBJ II. [2.5-2. táblázat](#)) felhasználásával paraméter készleteket definiáltak oly módon, hogy minden készletben csak egy paraméter extrém, a többi nem. A felszíni hőmérsékletnek az extrém hőmérséklettel [\[2-14\]](#) egyidejűen előforduló értékének meghatározásához közelítésként feltételezték, hogy az „átlagos hőmérséklet/felszíni hőmérséklet átlagos értéke” arány megegyezik az „extrém hőmérséklet/felszíni hőmérséklet extrém hőmérséklet esetén” aránnyal. (Pl. nyári esetben $17,5/19,75 = 47,7/x$, amiből $x=53,83^{\circ}\text{C}$. Ezeket a paraméter készleteket foglalja össze a TBJ II. [2.5-3. táblázat](#).

2.5-2. táblázat: A terjedési modellszámítások során alkalmazott átlagos meteorológiai jellemzők

Meteorológiai jellemző	Nyár	Tél
Átlaghőmérséklet [$^{\circ}\text{C}$]	17,5	3,9
Relatív páratartalom [%]	69	76
Felszíni hőmérséklet [$^{\circ}\text{C}$]	19,75	3,75
Szélesség [m/s]	min. 1, max. 9	min. 1, max. 10
Pasquill-stabilitás	A, D	B/C

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 38. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 39. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 40. oldala)

telephelyi hatást, illetve annak mennyiségi jellemzőit a tervezés során figyelembe kell venni.

- Rádióamatőr rendszerek: A telephely létesítményei megtervezhetők úgy, hogy az kipróbált műszaki megoldásokkal védett legyen a veszélyeztető tényező hatásaitól, azaz a telephelyi hatást, illetve annak mennyiségi jellemzőit a tervezés során figyelembe kell venni.
- Helyi rádiós rendszerek: A telephely létesítményei megtervezhetők úgy, hogy az kipróbált műszaki megoldásokkal védett legyen a veszélyeztető tényező hatásaitól, azaz a telephelyi hatást, illetve annak mennyiségi jellemzőit a tervezés során figyelembe kell venni.
- Kis hatótávolságú és jövőben tervezett radarok: A telephely létesítményei megtervezhetők úgy, hogy az kipróbált műszaki megoldásokkal védett legyen a veszélyeztető tényező hatásaitól, azaz a telephelyi hatást, illetve annak mennyiségi jellemzőit a tervezés során figyelembe kell venni.

A felsorolt veszélyeztető tényezők kapcsán kijelenthető, hogy ezekkel kapcsolatban is meghatározhatók olyan védelmi intézkedések, amelyek nem térnek el a kipróbált, a legjobb gyakorlatot képviselő műszaki megoldásoktól.

2.7. A jellemzők változékonysága, javaslat a monitorozásra

Az emberi tevékenységből eredő külső veszélyjellemzők monitorozása nem „riasztás”-ként értendő, hanem abban az értelemben, hogy a tervezési alap meghatározása céljából elvégzett vizsgálat, elemzés eredménye megváltozik-e, kell-e, lehet-e folyamatosan követni az adott veszélyeztető tényező változását.

A TBJ II. [2.4.1.](#) (Telephelyet érintő fel- és alvízi létesítmények) és TBJ II. [2.4.3.](#) (Telephelyet érintő erdőtüz) fejezetekben elemzett veszélyeztető tényezők lényeges változása rövid távon nem valószínű. A veszélyeztető tényezők hosszú távú stabilitását és változásait a nagy bizonytalanságra való tekintettel nem lehet megadni. Az elemzésekben használt megfontolások az esetlegesen bekövetkező változásokra nézve elégséges biztonsági tartalékkal bírnak ahhoz, hogy az eredmények érvényességét legalább 5 éves időtávon biztosítsák.

A többi veszélyeztető tényezőre nézve a jogszabályban előírt ciklusok szerint történik a változások kezelése. Annál sűrűbb monitoringot a háttér anyagok nem azonosítottak.

2.8. A tervezés során és a biztonsági elemzésekben figyelembe veendő, ember okozta külső veszélyek jellemzőinek összefoglalása

Az alábbiakban azok a telephely-jellemzők találhatók, amelyek az új blokkok biztonsága szempontjából fontosnak minősíthetők, a jellemző paraméterek és megállapítások alapján történt az összefoglalásuk.

- Szomszédos ipari tevékenység a telephely közelében:
 - A PAE 1-4 blokk többszörös súlyos balesetének radiológiai hatása: erős földrengés következményeként fellépő, korai konténmenttöréssel járó súlyos baleset a 4. blokki reaktor teljes teljesítményű üzeme során, és ezzel együtt a pihentető medence 436 kazettával, 800 kW hőteljesítménnyel és normál pihentetési szinttel jellemzett üzemállapotában földrengés okozta hűtési kiesés miatt fellépő súlyos balesetből származó kibocsátás a környezetbe. Talajszinten, azaz 0,00 m magasságban az inhalációs, a felhősugárzásból és a talajszennyezettségből adódó összetevők együttes figyelembevételével számított, egy órára vonatkoztatott összegzett dózis legnagyobb értéke a telephely üzemelő blokkokhoz legközelebb eső pontjától 200 m-re adódnak. A

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 41. oldala)

- Fel- és alvízi létesítmények:
 - Felvízoldali Dunacsúnyi felvízszint-szabályozó műtárgy sérüléséből, nem üzemszerű működéséből eredő vízvisszatartás kisvízkor a tartós hűtés biztosítását (az elsődleges végső hőelnyelő elvesztését vagy kimaradását) veszélyezteti. Feltételezett legnagyobb visszatartásnál (100 000 évente visszatérő kisvíz), konzervatívan $294 \text{ m}^3/\text{s}$ esetén 5 nap időtartamig maximum 38 cm vízszintsüllyedés várható.
- A Duna által hatást gyakorló, közvetített veszélyek (szállítási-balesetek, ipari létesítmények havária eseményei)
 - Az alábbi anyagok bekerülése a Dunába, illetve a hidegvíz-csatornába és a vízkivételi műbe (zárójelben a hidegvíz-csatornába kialakuló maximális koncentráció): Felúszó kőolajszennyezés – dízel (214 g/m^2); Lebegő kőolajszennyezés (607 g/m^3); Toxikus anyag – konzervatív (58 g/m^3); Toxikus anyag - könnyen bomló (42 g/m^3); Savak, lúgok (42 g/m^3); Szemestakarmány (2846 g/m^3).

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 42. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 43. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 44. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 45. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 46. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 47. oldala)

**AZ OLDAL EREDETI TARTALMÁT AZ OAH NEMZETI „TITKOS!”-SÁ
MINŐSÍTETTE!**

(A minősített dokumentum 48. oldala)

Hivatkozott dokumentumok:

- [2-1] A környezeti hatástanulmány összeállítását megalapozó szakterületi vizsgálati és értékelési programok kidolgozása és végrehajtása, Zárójelentés, ERBE dokumentum azonosító: S 11 122 0 009 v0 25, MVM ERBE Zrt., 2013.
- [2-2] Paks II - Környezetvédelmi és telephely engedélyeztetését megalapozó kiegészítő szakterületi vizsgálatok, Zárójelentés, Azonosító: 13A380122000 25 14 002 v1, MVM ERBE Zrt., 2014. május
- [2-3] Elektromos, mágneses és elektromágneses terek, elektromágneses interferenciák és talajbeli örvényáramok hatásainak elemzése és értékelése, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamos Energetika Tanszék, Nagyfeszültségű Technika és Berendezések Csoport, Nagyfeszültségű Laboratórium, Budapest, 2014.
- [2-4] Új atomerőművi blokkok létesítése, A telephely környezetében lévő ipari és katonai létesítmények nem nukleáris baleseteiből származó külső veszélyek vizsgálata, Azonosító kód: 6FX205272/0001/B, PÖYRY ERŐTERV ZRt., 2015. május 14.
- [2-5] Új atomerőművi blokkok létesítése, Szállítási tevékenység okozta külső veszélyek felmérése, hatásainak értékelése, Azonosító kód: 6FX205271/0001/B, PÖYRY ERŐTERV ZRt., 2015. május 14.
- [2-6] Az új atomerőművi blokkok környezetében lévő nukleáris létesítmények üzeméből adódó, radiológiai követelményekkel járó veszélyek vizsgálata és értékelése, Biztonsági elemzési jelentés, 3. revízió, 222-405-00/1, NUBIKI Nukleáris Biztonsági Kutatóintézet, 2015. március
- [2-7] Az új atomerőművi blokkok környezetében lévő nukleáris létesítmények üzeméből adódó, radiológiai követelményekkel járó veszélyek vizsgálata és értékelése című elemzés felülvizsgálata és módosítása OAH állásfoglalás következtében, Biztonsági elemzési jelentés, 1. revízió, 222-534-00/1, NUBIKI Nukleáris Biztonsági Kutatóintézet, 2015. október
- [2-8] Kapcsolódó külső távvezeték-hálózatok vizsgálata és értékelése, Összefoglaló értékelő dokumentáció, Dokumentumazonosító: 13A380042035-22-14-001, MVM ERBE ENERGETIKA Mérnökiroda Zrt., 2015. április
- [2-9] Repülőgép becsapódás valószínűségének és hatásának vizsgálata és értékelése, Összefoglaló értékelő dokumentáció, Dokumentumazonosító: 13A380042059-22-15-001 R1, MVM ERBE ENERGETIKA Mérnökiroda Zrt., 2016. február
- [2-10] Fel- és alvízi létesítmények sérülés veszélyének vizsgálata és értékelése, Összefoglaló értékelő dokumentáció, Dokumentumazonosító: 13A380042060-22-15-001, MVM ERBE ENERGETIKA Mérnökiroda Zrt., 2015. szeptember
- [2-11] Természeti veszélyeztető tényezők hatásának elemzése és számszerűsítése, Biztonsági elemzési jelentés, 222-422-00, NUBIKI Nukleáris Biztonsági Kutatóintézet, 2014. október
- [2-12] Nem földtani jellegű természeti eredetű veszélyeztető tényezők meghatározása, Hidrológia, Dokumentumazonosító: 13A380042038v3, MVM ERBE ENERGETIKA Mérnökiroda Zrt., 2016.09.26.

- [2-13] Erdőtűz és parkolótűz, Biztonsági elemzés, Összefoglaló értékelő dokumentáció, Dokumentumazonosító: 13A380042033-22-14-001 Rev.2, MVM ERBE ENERGETIKA Mérnökiroda Zrt., 2015. május
- [2-14] Nem földtani jellegű természeti eredetű veszélyeztető tényezők meghatározása, Meteorológia a 4000131783, 13A380042038 B01 számú szerződés 1. számú mellékletében meghatározott feladatok alapján, Országos Meteorológiai Szolgálat, 2015. november 5.
- [2-15] Összefoglaló értékelő dokumentáció, Extrém egyenes szél által az új atomerőművi blokkok tervezett területére mozgatható tárgyak és azok hatásainak meghatározása, Dokumentumazonosító: 13A380042058-22-15-001Rev1.; MVM ERBE ENERGETIKA Mérnökiroda Zrt., 2016. február.
- [2-16] Összefoglaló értékelő dokumentáció, A telephelyen lehetséges külső események együttes fennállásának értékelése a Földtani Kutatási Program és további kiegészítő elemzések eredményei figyelembe vételével, 13A380042047-38 22 16 002; MVM ERBE Zrt., 2016.10.05.
- [2-17] N. L. Johnson, S. Kotz: Discrete distributions, New York, John Wiley and Sons, 1969
- [2-18] Összefoglaló értékelő dokumentáció, Duna vizébe kerülő szennyeződések következményeinek vizsgálata és értékelése; 13A380042047-35 16 22 002 R1; MVM ERBE Zrt., 2016.10.04.
- [2-19] Összefoglaló értékelő dokumentáció, Az E.On gázvezeték a kapcsolódó külső távvezeték hálózatra gyakorolt potenciális hatásának értékelése; 13A380042047-33 16 22 003; MVM ERBE Zrt., 2016.07.25.
- [2-20] Összefoglaló értékelő dokumentáció, A közúti szállítás okozta külső veszélyek felülvizsgálata, 13A380042047-35 22 16 003 R1; MVM ERBE Zrt., 2016.10.04.
- [2-21] Összefoglaló értékelő dokumentum, A vasúti szállítás okozta külső veszélyek felülvizsgálata, 13A380042047-35 22 16 005 R1; MVM ERBE Zrt., 2016.10.04.
- [2-22] Összefoglaló értékelő dokumentáció, A telephellyel szomszédos nukleáris létesítmények okozta külső veszélyek felülvizsgálata, 13A380042047-35 22 16 004 R1; MVM ERBE Zrt., 2016.10.04.
- [2-23] Földtani Kutatási Program Zárójelentése, MÁ/PA2-16-FT-14 V2, Mecsekérc Zrt. - ÁKMI Kft; 2016.10.07.