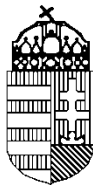


**Országos Atomenergia Hivatal**



**7.1. sz. útmutató**

**Nukleáris létesítmények telephely-  
vizsgálatának és -értékelésének módszertana**

Verzió száma:

**1.**

**2014. április**

Kiadta: Fichtinger Gyula, az OAH főigazgatója  
Budapest, 2014

A kiadvány beszerezhető:  
Országos Atomenergia Hivatal  
Budapest

## ELŐSZÓ

Az atomenergia békés célú, biztonságos alkalmazására vonatkozó legmagasabb szintű szabályozást az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény (Atv.) tartalmazza.

A nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről szóló rendelkezéseket a 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet és mellékletei, a Nukleáris Biztonsági Szabályzatok határozzák meg.

A nukleáris biztonsági követelmények és rendelkezések betartása mindazok számára kötelező, akik az Atv. 9.§ (2) bekezdése szerinti folyamatos hatósági felügyelet alatt állnak, valamint e rendeletben előírt hatósági engedélyhez kötött tevékenységet folytatnak, ilyen tevékenységben közreműködnek, vagy ilyen tevékenység folytatásához engedély iránti kérelmet nyújtanak be. A nukleáris biztonsági követelmények és rendelkezések mellett a követelmények közé tartoznak az egyedi hatósági előírások, feltételek és kötelezettségek, amelyeket a nukleáris biztonsági hatóság a nukleáris létesítmény nukleáris biztonsága érdekében határozatban állapíthat meg.

A Nukleáris Biztonsági Szabályzatokban foglalt követelmények teljesítésére a hatóság ajánlásokat fogalmazhat meg, amelyeket útmutatók formájában ad ki. Az útmutatókat az Országos Atomenergia Hivatal a honlapján közzéteszi.

A 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet 3.§ (4) bekezdése alapján, ha a kötelezettség teljesítése az útmutatókban foglaltak szerint történik, akkor a hatóság a választott módszert a nukleáris biztonság követelményei teljesítésének igazolására alkalmasnak tekinti, és az alkalmazott módszer megfelelőségét nem vizsgálja.

Az útmutatókban foglaltaktól eltérő módszerek alkalmazása esetén a hatóság az alkalmazott módszer helyességét, megfelelőségét és teljes körűségét részleteiben vizsgálja, ami hosszabb ügyintézési idővel, külső szakértő igénybevételével és további költségekkel járhat.

Az útmutatók felülvizsgálata a nukleáris biztonsági hatóság által meghatározott időszakonként, vagy az engedélyesek javaslatára soron kívül történik.

A fenti szabályozásokat kiegészítik az engedélyesek, illetve más, a nukleáris energia alkalmazásában közreműködő szervezetek (tervezők, gyártók stb.) belső szabályozási dokumentumai, amelyeket az irányítási rendszerükkel összhangban készítenek és tartanak karban.

Az útmutatók alkalmazása előtt mindig győződjön meg arról, hogy a legújabb, érvényes kiadást használja-e! Az érvényes útmutatókat az OAH honlapjáról ([www.oah.hu](http://www.oah.hu)) töltheti le.

## TARTALOMJEGYZÉK

<b>1. BEVEZETÉS</b>	<b>8</b>
<b>1.1 Az útmutató tárgya és célja</b>	<b>8</b>
<b>1.2 Az útmutató szerkezete</b>	<b>10</b>
<b>1.3 Vonatkozó jogszabályok és előírások</b>	<b>10</b>
<b>2. MEGHATÁROZÁSOK</b>	<b>11</b>
<b>3. A TELEHELYVIZSGÁLAT ÉS -ÉRTÉKELÉS PROGRAMJA</b>	<b>12</b>
<b>3.1 A program kidolgozása</b>	<b>12</b>
3.1.1 A program kidolgozásának alapja	12
3.1.2 A program szerkezete	12
3.1.2.1 A program fő fejezetei	12
3.1.2.2 A vizsgálat terjedelme, tartalma	12
3.1.2.3 A módszertan	12
3.1.2.4 A meglévő adatok és forrásaik	14
3.1.2.5 Dokumentálás	14
3.1.2.6 A munkavégzőkkel szembeni elvárások	15
3.1.2.7 Független felülvizsgálat	15
3.1.2.8 Minőségbiztosítási sajátosságok	15
<b>3.2 Az értékelés és annak időállósága</b>	<b>16</b>
<b>3.3 Az alkalmasság megítélése és a tervezés kapcsolata</b>	<b>16</b>
<b>3.4 A földtani kutatási program szakhatósági ajánlásai</b>	<b>17</b>
<b>3.5 Összefoglaló jelentés a telephelyvizsgálatról</b>	<b>18</b>
<b>4. A TELEPHELY FÖLDRAJZI VIZSGÁLATA ÉS ÉRTÉKELÉSE</b>	<b>20</b>
<b>4.1 A vizsgálat és értékelés célja, terjedelme</b>	<b>20</b>
<b>4.2 A vizsgálat és értékelés programja</b>	<b>20</b>
4.2.1 A program kidolgozásának alapja	20
4.2.2 A vizsgálati program	21
4.2.2.1 A földrajzi vizsgálati program elemei	21
4.2.2.2 Az adatigény részletezése	22
<b>4.3 Az ember okozta környezeti veszélyek értékelése</b>	<b>23</b>
4.3.1 Általános módszertan	23
4.3.1.1 Az emberi tevékenységgel kapcsolatos veszélyeztető tényezők felmérése	23
4.3.1.2 Determinisztikus elemzés, távolság alapján történő szűrés	24
4.3.1.3 Valószínűségi alapon történő szűrés	25
4.3.1.4 A veszélyeztető tényező létesítményre gyakorolt hatásának biztonsági értékelése	25
4.3.2 A repülőgép-rázuhanás elemzése	26
<b>5. A TELEPHELY FÖLDTANI VIZSGÁLATA ÉS ÉRTÉKELÉSE</b>	<b>28</b>
<b>5.1 A vizsgálat és értékelés célja, terjedelme</b>	<b>28</b>

---

<b>5.2</b>	<b>A vizsgálat és értékelés programja</b>	<b>28</b>
<b>5.3</b>	<b>A vizsgálati program és dokumentálása</b>	<b>29</b>
5.3.1	A vizsgálati program struktúrája	29
5.3.2	A telephely-vizsgálati szempontrendszer	32
5.3.3	A földtani vizsgálati program elemei	33
5.3.4	A szakterületi programok elemei	34
<b>5.4</b>	<b>A földrengésveszély és a tervezés során figyelembe veendő földrengés meghatározása</b>	<b>35</b>
5.4.1	Determinisztikus módszer	35
5.4.1.1	A mértékadó földrengés és megrázottság meghatározása	35
5.4.1.2	A válaszspektrum meghatározása	36
5.4.2	A valószínűségi módszer	38
5.4.2.1	A veszélyeztetettség meghatározása	38
5.4.2.2	A tervezési input előállítása	39
5.4.3	Megfontolások az üzemeltetési földrengés meghatározásához	41
<b>5.5</b>	<b>A felszínre kifutó permanens elmozdulás lehetőségének értékelése</b>	<b>42</b>
<b>5.6</b>	<b>A földrengések által kiváltott jelenségek vizsgálata és értékelése</b>	<b>44</b>
<b>6.</b>	<b>A TELEPHELY GEOTECHNIKAI, HIDROGEOLOGIAI VIZSGÁLATA ÉS ÉRTÉKELÉSE</b>	<b>45</b>
<b>6.1</b>	<b>A vizsgálat és értékelés célja, terjedelme</b>	<b>45</b>
<b>6.2</b>	<b>A vizsgálat és értékelés programja, dokumentálása</b>	<b>47</b>
6.2.1	A program kidolgozásának alapja	47
6.2.2	A vizsgálati program	48
6.2.2.1	A vizsgálati program elemei	48
6.2.2.2	Geotechnikai és hidrogeológia vizsgálatok	48
6.2.2.3	A geotechnikai és földtani programok kapcsolata	49
6.2.2.4	A vizsgálati szempontrendszer	50
6.2.2.5	Az értékelés	51
6.2.2.6	A vizsgálati eredmények dokumentálása	52
<b>6.3</b>	<b>A geotechnikai veszélyek értékelése</b>	<b>52</b>
6.3.1	A lejtő instabilitás, erózió-, csuszamlás- és kúszásveszély	52
6.3.2	A felszín beomlása	53
6.3.3	A talaj roskadása	53
6.3.4	Süllyedés	54
6.3.5	Talajfolyósodás	54
<b>6.4</b>	<b>A tervezés során figyelembe veendő adatok meghatározása</b>	<b>55</b>
<b>7.</b>	<b>A TELEPHELY METEOROLÓGIAI VIZSGÁLATA ÉS ÉRTÉKELÉSE</b>	<b>57</b>
<b>7.1</b>	<b>A vizsgálat és értékelés célja, terjedelme</b>	<b>57</b>
<b>7.2</b>	<b>A vizsgálat és értékelés programja</b>	<b>58</b>
7.2.1	A program kidolgozásának alapja	58
7.2.2	A vizsgálati program	58

7.2.2.1	A vizsgálati program elemei	58
7.2.2.2	A telephelyi meteorológiai vizsgálatok programja	59
7.2.2.3	Az értékelés	60
<b>7.3</b>	<b>A tervezés során figyelembe veendő adatok meghatározása</b>	<b>61</b>
7.3.1	A módszertan alapjai	61
7.3.2	A mértékadó szél	62
7.3.3	A mértékadó csapadék	62
7.3.4	A mértékadó hőteher	63
7.3.5	Hőmérsékleti extrémumok	63
7.3.6	Villámveszély	63
7.3.7	A meteorológia szélsőségek egyidejűsége	63
<b>7.4</b>	<b>A terjedésszámításokhoz szükséges adatok meghatározása</b>	<b>63</b>
<b>7.5</b>	<b>A meteorológiai viszonyok hatása a végső hőelnyelőre</b>	<b>65</b>
<b>8.</b>	<b>A TELEPHELY HIDROLÓGIAI VIZSGÁLATA ÉS ÉRTÉKELÉSE</b>	<b>66</b>
<b>8.1</b>	<b>A vizsgálat és értékelés célja, terjedelme</b>	<b>66</b>
<b>8.2</b>	<b>A vizsgálat és értékelés programja</b>	<b>66</b>
8.2.1	A program kidolgozásának alapja	66
8.2.2	A vizsgálati program	67
<b>8.3</b>	<b>Az árvíz- és elárasztásveszély értékelése, a tervezés során figyelembe veendő adatok meghatározása</b>	<b>68</b>
8.3.1	Árvizek	68
8.3.2	Vízi műtárgyak által okozott áradások	68
8.3.3	Alacsony vízállás	69
<b>8.4</b>	<b>A hidrológiai viszonyok hatása a végső hőelnyelőre</b>	<b>69</b>
<b>9.</b>	<b>A BIOLÓGIAI HATÁSOK VIZSGÁLATA ÉS ÉRTÉKELÉSE</b>	<b>70</b>
<b>9.1</b>	<b>A vizsgálat és értékelés célja, terjedelme</b>	<b>70</b>
<b>9.2</b>	<b>A vizsgálat és értékelés programja</b>	<b>70</b>
<b>9.3</b>	<b>A tervezés során figyelembe veendő adatok meghatározása</b>	<b>71</b>
<b>10.</b>	<b>ADATOK A TERJEDÉSSZÁMÍTÁSHOZ, VESZÉLYHELYZETI TERVEKHEZ</b>	<b>72</b>
<b>10.1</b>	<b>Általános ajánlások</b>	<b>72</b>
<b>10.2</b>	<b>A környezeti radioaktivitás mérése</b>	<b>72</b>
<b>10.3</b>	<b>A telephely alkalmassága a terjedést befolyásoló tényezők szempontjából</b>	<b>73</b>
<b>10.4</b>	<b>A veszélyhelyzeti intézkedések megvalósíthatósága</b>	<b>73</b>
<b>11.</b>	<b>ÚTMUTATÓ A LÉTESÍTMÉNY SZERINTI DIFFERENCIÁLÁSHOZ</b>	<b>74</b>
<b>11.1</b>	<b>A differenciálás alapja</b>	<b>74</b>
<b>11.2</b>	<b>Atomerőművek</b>	<b>75</b>
11.2.1	Általános szabályok	75
11.2.2	A telephely földrajzi vizsgálata és értékelése	75
11.2.3	A telephely földtani vizsgálata és értékelése	75
11.2.4	A telephely geotechnikai és hidrogeológiai vizsgálata és értékelése	76
11.2.5	A telephely hidrológiai vizsgálata és értékelése	76

11.2.6 A telephely meteorológiai vizsgálata és értékelése	76
11.2.7 A végső hőelnyelő biztosítása	77
11.2.8 A radioaktív kibocsátások elemzéséhez és a veszélyhelyzeti tervekhez szükséges adatok	77
11.2.9 A külső veszélyek jellemzése a biztonsági elemzésekhez	77
<b>11.3 Kiegészített üzemanyag átmeneti tárolói</b>	<b>78</b>
11.3.1 Általános szabályok	78
11.3.2 Létesítményspecifikus követelmények	78
<b>11.4 Oktató- és kutatóreaktorok telephelyvizsgálata és -értékelése</b>	<b>79</b>
11.4.1 Általános szabályok	79
11.4.2 Speciális követelmények	80

## **1. BEVEZETÉS**

Az 1996. évi CXVI. törvény, az atomtörvény (Atv.) 17. § (2) bekezdés a) pontja az atomenergia felügyeleti szerv hatáskörébe sorolja a nukleáris létesítmények telephelyének vizsgálatához és értékeléséhez, a telephely alkalmasságának és jellemzőinek megállapításához szükséges nukleáris biztonsági engedélyezést.

Az Atv. végrehajtási rendeleteként kiadott 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet (Kr.) 17. § (1) bekezdése szerint a nukleáris biztonsági hatóság engedélye szükséges a nukleáris létesítmény:

- a) telephelye vizsgálatához és értékeléséhez (telephely-vizsgálati és -értékelési engedély),
- b) a telephely alkalmasságának és jellemzőinek megállapításához (telephelyengedély).

A Kr. 1. számú melléklete, – a Korm. rendelettel összhangban – két önálló eljárásra bontja a telephely-engedélyezés folyamatát.

A telephely vizsgálatára és értékelésére vonatkozó, valamint a telephelyengedély megalapozásával szemben támasztott követelményeket a Kr. 7. melléklete adja meg.

A Kr. 7. melléklete – az adott nukleáris létesítmény típusára vonatkozó, Kr. mellékletben meghatározott tervezési követelményeknek megfelelően – tartalmazza a létesítmény tervezéséhez és biztonságának igazolásához szükséges vagy azzal összefüggő telephely vonatkozású követelményeket.

### **1.1 Az útmutató tárgya és célja**

Az útmutató a nukleáris létesítmények telephelyének vizsgálatára és értékelésére vonatkozó Kr. 7. mellékletben előírt követelmények teljesítéséhez fogalmaz meg módszertani ajánlásokat az alábbi terjedelemben:

- a) a telephely értékeléséhez, amely biztosítja a telephelyre jellemző jelenségek és jellemzők megfelelő figyelembevételét és ezzel az esetleges kizáró tényezők azonosítását;
- b) a létesítmény biztonsága szempontjából fontos, a tervezése során figyelembe veendő telephelyi veszélyek, mértékadó paraméterek és adatok, illetve a nukleáris létesítmény biztonsági jelentéséhez, a nukleáris létesítmény valószínűségi biztonsági elemzéséhez szükséges telephelyjellemzők meghatározásához;
- c) a demográfiai, települési és népességeloszlási jellemzők, illetve azon adottságok elemzésére, ideértve a létesítményből kibocsátott radioaktív anyagok terjedését befolyásoló jellemzőket is, amelyek a radioaktív kibocsátások hatásait, valamint a baleset-elhárítási intézkedések végrehajtását befolyásolhatják a létesítmény teljes életciklusa során.

Az útmutató a telephelyvizsgálat egyes területein a műszaki gyakorlatban bevált, a szaktudományos felfogás szerint korszerű módszertant javasol, illetve e szakterületeken alkalmazandó szabványokra hivatkozik.

A telephely vizsgálata és értékelése tárgyában általánosan alkalmazható, minden részletre kiterjedő normatív módszertan nem áll rendelkezésre. A telephelyvizsgálat tervszerű és a követelményeknek megfelelő végrehajtásához ezért vizsgálati terveket,



illetve programokat kell kidolgozni.

Az útmutató csak a telephely-engedélyezés terjedelmébe tartozó eljárásokhoz kapcsolódó, a telephely vizsgálatának és értékelésének szisztematikus, tervszerű végrehajtását szolgáló tervek, programok kidolgozásához és végrehajtásához ad ajánlásokat.

A telephely vizsgálata és értékelése során tervszerű, a nukleáris biztonsági követelményeknek megfelelő előkészítést és szakszerű végrehajtást kell szem előtt tartani. Ehhez a követelményhez igazodva az útmutató a telephelyvizsgálat megtervezését, programjának kidolgozását, végrehajtását, értékelését, dokumentálását és független felülvizsgálatát segíti, azonban nem tartalmazza a módszertanok, technikák részletes szaktudományos leírását.

Az útmutató szerint elvégzett vizsgálatok és értékelés célja a telephely alkalmasságának értékelése és a tervezéshez, illetve a biztonsági elemzésekhez, terjedés-számításokhoz szükséges alapvető telephelyjellemzők meghatározása.

A radioaktív anyagok kibocsátáshoz kapcsolódó terjedésszámítás szakmailag elkülönül a telephelyvizsgálat egyéb területeitől. A szorosan vett telephelyvizsgálat során a terjedésszámításhoz alapvetően csak inputadatokat nyerünk. Ezekhez az input-adatokhoz közvetlenül nem köthetők jogszabályban rögzített telephely-alkalmassági kritériumok, csak olyan komplex és áttételes módon, amelyek teljesülését a létesítési engedély fázisában lehet ellenőrizni. Maga a terjedésszámítás és a kibocsátások következményeinek komplex elemzése különálló diszciplína, amelyre a nemzetközi gyakorlatban önálló szabályok, előírások vonatkoznak. A terjedésszámításra az útmutató ezért nem ad részletes ajánlásokat, csak referenciahivatkozásokat.

A telephely vizsgálatának és értékelésének programja elegendő információt tartalmaz a létesítmény veszélyhelyzeti terveinek kidolgozásához. A telephely vizsgálata és értékelése csak arra terjed ki, hogy megállapítsa, ezen intézkedések megvalósításának nincsenek a telephelyen és környezetében elháríthatatlan akadályai. Fontos azonban hangsúlyozni azt, hogy a veszélyhelyzeti tervek összeállítására majd a létesítési engedélyezési eljárásban kerül sor, amikor már rendelkezésre állnak a pontos műszaki jellemzők.

Az útmutatónak nem tárgya:

- a) a nukleáris létesítmény telephelye kiválasztási és vizsgálati folyamatának első fázisa, a potenciális telephelyek feltárása, egy vagy több várományos telephely kiválasztása, amely során a nukleáris biztonsági megfontolások mellett más, például gazdasági, befektetői szempontok is szerepet játszanak;
- b) a telephelyi vizsgálat és értékelés szakmai területei módszertanának meghatározása;
- c) az előkészítő fázishoz kapcsolódó egyéb engedélyekhez (mint például környezetvédelmi engedély) szükséges megalapozás.

Az útmutató célja, hogy

- a) a Kr. 7. mellékletben a telephely vizsgálatával és értékelésével összefüggésben megfogalmazott követelmények teljesítésének módjára ajánlásokat fogalmazzon meg;

- b) az engedélyezési eljárás során elősegítse a nukleáris biztonsági kritériumok teljesülésének felülvizsgálatát.

A telephely vizsgálatával és értékelésével, illetve a telephely-engedélyezéssel összefüggő eljárási szabályok teljesítésre vonatkozó ajánlásokat az 1.1 útmutató tartalmazza.

## **1.2 Az útmutató szerkezete**

Az útmutató a fentiekben megfogalmazott céloknak megfelelően a Kr. 7. melléklet telephely-engedélyezéssel összefüggő követelményeinek teljesítésére ad ajánlásokat.

A követelmények teljesítésére vonatkozó ajánlások három területet fednek le:

- a) a telephelyvizsgálat és -értékelés programjára vonatkozó általános ajánlások,
- b) a vizsgálat egyes szakterületeire vonatkozó ajánlások,
- c) a nukleáris létesítmény típusok szerinti differenciálásra vonatkozó ajánlások.

## **1.3 Vonatkozó jogszabályok és előírások**

- a) Az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény (Atv.),
- b) A nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről szóló 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet (Kr.),
- c) A Kr. 7. melléklete: Nukleáris Biztonsági Szabályzatok 7. kötet - Nukleáris létesítmények telephelyének vizsgálata és értékelése.
- d) A földtani szakértői tevékenység folytatásának részletes szabályairól szóló 40/2010. (V. 12.) KHEM rendelet.

## 2. MEGHATÁROZÁSOK

A jelen fejezet az Atv. és a Kr. 10. számú mellékletében ismertetett meghatározásokat nem tartalmazza.

### ***Földrengés-intenzitás:***

Az adott helyre vonatkozó, empirikus skálán definiált szám, amely a földrengés okozta szubjektív érzet, épületkárok és a környezetben észlelhető változások szerint minősíti a földrengéseket. Hazánkban jelenleg az EMS, európai makroszeizmikus skálát használják a legelterjedtebben. A 12 fokozatú skála korábbi változatai közül a legfontosabbak a következők: M-S-K - Medvedev-Sponhauer-Kárnik; MM - Módosított Mercalli; M-C-S - Mercalli-Cancani-Sieberg skála.

A telephelyvizsgálat és -értékelés tevékenységének jelen útmutatóban is követett szakterületi felosztása, amely a terminológiát is meghatározza, eltér bizonyos mértékig a szaktudományok szokásos besorolásától és megnevezésétől.

A jelen útmutató szerint a földtani vizsgálatok körébe csak a telephely alkalmasságát meghatározó geológiai, tektonikai viszonyok és a földrengésveszély, illetve a földrengések által kiváltott veszélyek (például talajfolyósodás) vizsgálata tartozna, amelyek terjedelme egyfelől kisebb, mint a földtan egésze, ugyanakkor itt szerepelnek az adott vizsgálati célok eléréséhez szükséges geofizikai, szeizmológiai kutatások is, amelyek nem a földtan részei, hanem ahhoz hasonlóan önálló tudományágak a földtudományok alatt. A hidrogeológia, hidrológia, geotechnika (különösen ez utóbbi kettő a műszaki vonatkozásaik miatt) és a meteorológia önálló vizsgálati területként való megnevezése (hasonlóan a földrajzhoz) a speciális vizsgálati terjedelem és a felhasználás célja miatt különül el önálló területként.

### 3. A TELEHELYVIZSGÁLAT ÉS -ÉRTÉKELÉS PROGRAMJA

A Kr. 7. melléklet 7.2.1.2100. pontja szerint a telephelyvizsgálat tervszerű és a követelményeknek megfelelő végrehajtásához vizsgálati és értékelési programot kell kidolgozni. A telephelyvizsgálat és -értékelés tárgyában általánosan alkalmazható, minden részletre kiterjedő normatív módszertan nem létezik. A telephelyvizsgálat tervszerű és a követelményeknek megfelelő végrehajtásához ezért vizsgálati tervek vagy programok kidolgozására van szükség.

#### 3.1 A program kidolgozása

##### 3.1.1 A program kidolgozásának alapja

A telephelyvizsgálat keretprogramja, illetve az egyes vizsgálati területek programjai kidolgozásának alapját, s egyben a munka első fázisát az alábbiak képezik:

- a telephelyvizsgálatra, illetve az adott vizsgálati szakterületre vonatkozó előírások, követelmények számbavétele;
- a telephelyről rendelkezésre álló, az adott vizsgálati terület szempontjából releváns szakirodalmi források, térképek, adatbázisok áttekintése, az adathiányok feltárása a jogszabályi követelményekhez képest, amelyekből a vizsgálati igény és a prioritások meghatározhatóak;
- a szabványok és a nemzetközi jó gyakorlat áttekintése.

##### 3.1.2 A program szerkezete

###### 3.1.2.1 A program fő fejezetei

A telephely-vizsgálati és -értékelési keretprogram és a szakterületi programok fő fejezeteire vonatkozó ajánlásokat a 4-9. fejezetek ismertetik.

A program szintjének, illetve a szakterület sajátosságainak mérlegelésével kizárhatóak egyes olyan programelemek, amelyek a konkrét program esetében nem alkalmazhatóak, illetve szükség szerint ki lehet egészíteni azokat.

###### 3.1.2.2 A vizsgálat terjedelme, tartalma

A program terjedelmét és tartalmát a vizsgálat céljának és az azzal összefüggő előírások ismertetésére vonatkozó programrészek adják meg. A terjedelem és a tartalom a telephelyvizsgálat és -értékelés szabályzati követelményeinek értelmezéséből származtatható.

Ebben a fejezetben nemcsak a telephelyvizsgálatra és -értékelésre, hanem az adott létesítmény tervezésére és biztonsági elemzésére vonatkozó valamint a telephelyi jellemzőkkel összefüggésben lévő szabályozást és előírásokat is figyelembe kell venni. Ezek szabják meg a vizsgálat részletességét és az értékelés sajátos szempontjait, a visszatérési időket, meghaladási gyakoriságokat.

###### 3.1.2.3 A módszertan

A vizsgálatok és értékelés módszertanának kiválasztásakor, hacsak arra jogszabályi

előírások nem vonatkoznak, a nemzetközileg elismert szabványok, eljárások és a nemzetközi jó gyakorlat a követendő.

Célszerű elkerülni az olyan módszerek alkalmazását, amelyek akut tudományos vita tárgyát képezik, vagy nincs referenciájuk más nukleáris létesítmény vagy nagy kockázatú, fontos ipari létesítmény telephelyvizsgálatánál, hacsak ezt a telephely sajátossága vagy valamilyen másképp nem kielégíthető adatigény nem teszi indokolttá.

A telephelyvizsgálat során bevált, ellenőrzött módszereket és technikákat kell alkalmazni, a szakmai társadalom által elfogadott nézetekre, eredményekre, elméletekre kell támaszkodni, az akceptálható szakmai álláspontok szintézisére kell törekedni, s ennek megfelelő technikákat kell alkalmazni. A telephelyi veszélyeztetettség és a tervezés során figyelembe veendő adatok természetüknél fogva véletlenszerűek, illetve az ismeretek hiányossága miatt bizonytalansággal terhelték is lehetnek. Ezért ezeket valószínűségi jellemzőkkel lehet leírni, amelyek az alábbiak:

- a) az adott esemény vagy körülmény éves előfordulási gyakorisága, vagy valószínűsége;
- b) annak éves vagy élettartamra vonatkoztatott valószínűsége, hogy a veszélyt jellemző, a tervezés során figyelembe veendő adat, paraméter értékénél nagyobb érték fordul elő, azaz a meghaladási valószínűség;
- c) a visszatérési, ismétlődési idő, amely két egymást követő esemény közötti átlagos időtartam;
- d) az eseményt, körülményt jellemző veszélyeztetettségi görbe - amely a veszély valamely meghatározható jellemzője - függvényében határozza meg az adott jellemző éves meghaladási valószínűségét.

A telephelyvizsgálat és -értékelés módszertanának fontos eleme a szűrés. A szűrés bizonyos kritériumok alapján valamilyen veszélyeztető tényező kizárása a további vizsgálatból, következésképp a tervezés során figyelembe veendő jellemzők közül. A szűrésnek két elve, technikája lehet:

- A távolsági elven végzett szűrés, amikor a telephelytől, illetve a létesítménytől meghatározott távolságban lévő veszélyeztető tényezőt, azaz külső eseményt vizsgálják, s kiszámítják a forrás és a telephely közötti távolságon bekövetkezett csökkenés figyelembevételével a létesítményt érő hatást, terhet. Ha ez a hatás, teher műszaki megfontolás, tapasztalat, valamilyen normatív határérték vagy a létesítmény sérülékenységének elemzése alapján semleges vagy elviselhető a létesítmény és a személyzet számára, akkor a veszélyeztető tényező a továbbiakban elhanyagolható.
- A valószínűségi kritérium szerinti szűrés során azt vizsgálják, hogy az adott esemény bekövetkezésének éves gyakorisága (vagy a jelenség valamilyen mennyiségi jellemzőjére vonatkoztatott éves meghaladási valószínűség) kisebb-e egy előírt értéknél. Ha igen, akkor a továbbiakban ez a veszélyeztető tényező figyelmen kívül hagyható.

A valószínűségi elven való szűrés értelmezhető úgy is, hogy nem a kezdeti eseményt vizsgálják, hanem azt, hogy egy veszélyeztető tényező milyen valószínűséggel okozhat szignifikáns hatást a létesítményre.

A valószínűségi elven való szűrés esetén a Kr. 3., 5. és 6. mellékleteinek előírásait is figyelembe kell venni.

A telephely alkalmasságának mérlegelésénél és minősítésénél az alábbi esetek lehetségesek:

- A veszély hatása a telephelyen olyan mértékű, hogy műszaki megfontolások és mérlegelés vagy konzervatív értékelés alapján belátható, hogy az eleve nem jelent veszélyt a létesítményre.
- A veszély bekövetkezése valószínűtlen (elhanyagolhatóan kis valószínűségű).
- A létesítmény megtervezhető 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 veszély olyan jellegű vagy mértékű, hogy nem lehetséges a létesítmény védelme kipróbált műszaki megoldásokkal.

#### 3.1.2.4 A meglévő adatok és forrásaik

A telephely vizsgálata és értékelése során felhasználhatók a terület korábbi vizsgálatából származó adatok, a szakterületenként szervezett formában gyűjtött adatok, országos adatbázisok. Minden esetben meg kell győződni az adatok megfelelőségéről és alkalmazhatóságáról, és ezt igazolni kell. A telephely alkalmasságának megítéléséhez és a tervezés során figyelembe veendő adatok meghatározásához szükséges további adatokat a telephelyre, illetve a telephely és környezetére kiterjedő konkrét vizsgálatokkal, kutatásokkal, monitorozással kell előállítani.

#### 3.1.2.5 Dokumentálás

A telephely vizsgálatához szükséges létező információ nagytömegű térképi vagy térbeli szelvények formájában, papír adathordozón lévő vizsgálati jegyzőkönyvekben, részben térinformatikai adatbázisokban, illetve adat-idősorokat tartalmazó adatbázisokban jeleníthetők meg. A telephelyvizsgálat során keletkező információ tárolása hasonló formában történik, célszerűen kihasználva a digitális adattárolás technikai eszközeit.

Fentiekből kiindulva – a szükséges kritikai felülvizsgálat után – a meglévő információt, valamint a telephelyvizsgálat és –értékelés során keletkezett információt célszerű térinformatikai adatbázisban, adatbázisokban kezelni, tárolni a Kr. 9. mellékletében, a konfigurációkezelésre vonatkozó követelmények figyelembevételével.

Az adatfeldolgozás fontos lépése a bizonytalanságok elemzése, amely eredményét az adatbázisok szükségszerűen tartalmazzák. A vizsgálatok primer dokumentumaiban (például a terepi mérési jegyzőkönyvekben) ezért célszerű szerepeltetni azt az információt, amely a még bizonytalannak látszó részletekre, a hibásnak tűnő adatokra vonatkozik.

Az adatok egy része szakértői megfontolások alapján vehető fel. Ilyen esetben a dokumentáció tartalmazza, milyen forrásból származik az adat, milyen megfontolások támasztják azt alá.

Az adatok, idősorok értékelése általában statisztikai módszerekkel történik, ehhez illeszkedik az adattárolás módja és formája.

Az útmutató további részeiben, a konkrét vizsgálati programoknál a dokumentálásra vonatkozó kiegészítő ajánlások akkor jelennek meg, ha valamilyen sajátosságra célszerű a figyelmet felhívni.

#### 3.1.2.6 A munkavégzőkkel szembeni elvárások

A telephelyvizsgálat minden szakterületen speciális, magas fokú szakmai, sőt sok esetben tudományos kvalifikációt igénylő tevékenység.

A telephelyvizsgálat a szakterület általános ismeretén túl a magyarországi (geológiai, meteorológiai, geotechnika, demográfiai stb.) viszonyok ismeretét követeli meg. Ebből kifolyólag – eltekintve egyes mérésektől és elemzésektől – a magyarországi viszonyokra vonatkozó ismeretek, az itt szerzett tapasztalat és referenciák előnyt jelentenek.

A telephely-vizsgálati és -értékelési program részeként a földtani vizsgálatokra, illetve a vizsgálatok eredményeit összefoglaló jelentés készítésére irányuló feladatok tekintetében elvárás, hogy azokat általános földtani és geofizikai szakirányú, földtani szakértői engedéllyel rendelkező személy vagy személyek hagyják jóvá.

Egyes vizsgálatok elvégzéséhez, vagy az adatfelhasználáshoz jogszabály által előírt jogosultság szükséges. Ezeket a jogosultságokat, a jogosult megnevezését ellenőrizni és a telephelyvizsgálat adott programjaiban és az azokról szóló jelentésekben dokumentálni kell.

#### 3.1.2.7 Független felülvizsgálat

A telephelyvizsgálat és -értékelés műszaki és szakmai elemzéseket és megfontolásokat igényel, amelyhez jelentős tapasztalat és tudás szükséges. Számos esetben a paraméterek és az elemzések nem ellenőrizhetőek közvetlenül olyan felülvizsgálattal, kísérletekkel vagy más technikákkal, amelyek pontosan meghatározhatók és kontrolálhatók. A kis valószínűségű események meghatározása, hatásainak leírása elvi nehézségekbe ütközik, s igen bonyolult eldönteni, hogy az adott, kis valószínűségű veszély releváns-e a nukleáris létesítmény biztonsága szempontjából.

A fentiek miatt a vizsgálat és az értékelés megfelelőségét a követelmények szerint független felülvizsgálattal kell biztosítani.

A független felülvizsgálat, illetve értékelés akkor lehet célravezető és eredményes, ha az az eredeti értékeléssel azonos adatbázison történik. Ugyanakkor a független felülvizsgálat tárgyát képezi a telephelyvizsgálat során előállított adathalmaz teljességének és megfelelőségének kritikai felülvizsgálata is.

#### 3.1.2.8 Minőségbiztosítási sajátosságok

A telephely vizsgálatára és értékelésére – mint sajátos műszaki-tudományos tevékenységre – érvényesek a minőségbiztosítás általános szabályai.

Amennyiben a vizsgálat és értékelés során olyan technikai eszközök és eljárások, módszerek alkalmazása válik szükségessé, amelyekre hazai vagy ennek hiányában nemzetközi szabványok nem léteznek, akkor a kutatási programhoz az alkalmazni tervezett eszközöknek és eljárásoknak, módszereknek olyan leírását dolgozzák ki, amely alapján a vizsgálat és az értékelés adekvát volta megítélhető és a vizsgálat, illetve az értékelés reprodukálható.

Függetlenül a telephelyvizsgálatot és -értékelést végző(k) felkészültségétől, szakmai kvalitásaitól, a telephelyvizsgálat megrendelőinek ellenőrzése is fontos lépés annak érdekében, hogy a vizsgálat és értékelés, illetve ezek eredménye kielégítse a nukleáris biztonsággal és az engedélyes felelősségével kapcsolatos követelményeket.

### **3.2 Az értékelés és annak időállósága**

A telephely értékelésének alapja, hogy a telephelyet és annak az adott értékelés szempontjából figyelembe veendő környezetét a tudomány és a technika adott szintjén jól megismerhetőnek és modellezhetőnek tekintjük.

A telephelyvizsgálat és -értékelés alapvetően a múltban keletkezett adatokra és a telephelyvizsgálat során céltudatosan mért adatokra, feltárásokra építve állapítja meg a veszélyeztető tényezőket és a tervezés során figyelembe veendő adatokat. Azonban a jövőben a folyamatok jellege változhat, új hatások jelenhetnek meg, a véletlen folyamatok a jövőben elveszíthetik stacionárius jellegüket.

Egyes természeti jellemzők, például a klímaváltozáshoz köthető meteorológiai, hidrológia jellemzők, s különösen az emberi tevékenységgel összefüggő telephelyi sajátosságok hosszabb időtávlaton jelentősen megváltozhatnak.

A telephelyértékelés eredményének időállósága alapvető kérdés, hiszen a telephelyértékelés részét képező, a létesítmény teljes életciklusára vonatkozó prognózis bizonytalansága akár igen nagy is lehet.

Egyes veszélyeztető tényezők esetén a bizonytalanságok a múltbeli adatok elemzése révén csökkenthetők, de alapvetően a bizonytalanságot a prognózisok konzervatívizmussal lehet ellensúlyozni. Olyan esetekben, ahol a változások iránya sem tekinthető biztosnak, mindig a létesítmény szempontjából negatív irányú változást kell feltételezni. A feltételezések helyességét rendszeres időközönként ellenőrizni kell. A feltételezések jellegétől függően ez lehet folyamatos vagy időszakos monitorozás, időszakos értékelés és új tudományos ismeretek rendszeres feldolgozása, amely például az időszakos biztonsági felülvizsgálatok rendszerében valósul meg. A veszélyeztető tényező változásának jellegétől függően olyan módszert kell választani, amely a létesítmény biztonságát mindenkor szavatolja, anélkül, hogy már a telephelyvizsgálat és -értékelés során indokolatlan nagy mérnöki tartalékkal fednénk le a bizonytalanságokat.

### **3.3 Az alkalmasság megítélése és a tervezés kapcsolata**

A telephelyvizsgálatot és -értékelést, valamint a telephely alkalmasságának megítélését el lehet végezni a jogszabályokban rögzített kritériumok alapján, a létesítmény tervének ismerete nélkül, ha az adott technika adott színvonalán nyilvánvaló vagy belátható, hogy kipróbált műszaki megoldások léteznek a telephelyi hatásokkal és veszélyekkel szemben.

A létesítmény tervezése során a tervező a telephelyi hatásokat, körülményeket és veszélyeket veszi figyelembe a követelményeknek és szabványoknak megfelelően és adekvát műszaki megoldásokat alkalmaz a létesítmény biztonsága érdekében. A telephelyi körülményeket jellemző paraméterek és a telephelyi veszélyek, illetve ezek hatásainak jellemzői összességükben képezik a nukleáris létesítmény telephellyel összefüggő, a tervezés során figyelembe veendő adatait. Ezeket az adatokat a tervezésre



vonatkozó követelmények szerint határozzák meg. Ez vonatkozik a tervezési alap kiterjesztéseként kezelendő veszélyek, illetve hatások jellemzésére, valamint a biztonsági elemzésekben alkalmazott veszélyjellemzésre is, amelyek eltérhetnek a tervezési alapra megadottaktól.

A műszaki megoldásokat nemcsak a létesítményen alkalmazzák, hanem lehetnek olyanok, amelyek megváltoztathatják a telephely valamely adottságát (lásd például a talajstabilizáció, telephely feltöltése az árvízszint fölé). A telephelyi hatások, feltételek és veszélyek okán foganatosított műszaki intézkedések megfelelő voltát a terv elbírálása, a létesítés engedélyezése keretében ellenőrzik.

### **3.4 A földtani kutatási program szakhatósági ajánlásai**

A kutatási program szakhatósági értékelésének elősegítése céljából a jelen útmutató kapcsolódó szakterületeire vonatkozó ajánlások figyelembevételével mellett a földtani kutatási programnak legalább az alábbiakat ajánlott bemutatnia:

- a) a kutatással érintett terület közigazgatási megjelölését és sarokpontjainak az EOV-rendszer szerinti koordinátáit, (a kutatási terület sarokpontja helyett annak a területnek a sarokponti koordinátáit, amelyre, az információt vonatkoztatni akarják – telephely, illetve telephely és várható biztonsági övezete – továbbá az ezen kívül eső létesítmények koordinátáit és a geofizikai mérések helyének lehatárolását, valamint a kutatás tervezett mélységét);
- b) a rendelkezésre álló korábbi földtani ismeretek összefoglalását;
- c) a tervezett kutatási feladatokat, megnevezve a kutatni tervezett geológiai képződményt és szerkezetet, a kutatási feladatok teljesítéséhez szükséges technológia leírását;
- d) a tervezett kutatólétesítmény(ek) felsorolását, tervezett helyének leírását;
- e) az egyes kutatási tevékenységek mennyiségét, ütemezését, azok tervezett időtartamát, módjában, mélységének, technológiájának leírását;
- f) kutatási tervtérképet.

A földtani kutatási módszerek kiválasztásakor, a kutatólétesítmények számának és elhelyezésének, valamint a műszaki létesítmények és elemek tervezésekor és létesítésekor törekedni kell arra, hogy a földtani környezet károsodása a vizsgálati célnak megfelelően a lehető legkisebb legyen.

Kerülni kell, hogy a kutatási program koncessziós pályázatra kijelölt területet érintsen. Kőolaj, földgáz – ideértve a szén-dioxid gázt is – kitermelésére vagy a földalatti gáztárolásra megállapított bányatelek és geotermikus védőidom területén vagy kőolaj, földgáz – ideértve a szén-dioxid gázt is – kutatási területen történő kutatás engedélyezéséhez szükséges a bányászati jog jogosultjának a hozzájárulása.

Ha a kutatási program olyan, részben vagy egészben fedő vagy magában foglaló földtani szerkezetre vonatkozik, amelyre bányavállalkozó bányászati jogát már megállapították, a kutatási program jogosítottjának tevékenységét össze kell hangolni a

már bányászati joggal rendelkező bányavállalkozóval. Az erre vonatkozó megállapodást közokiratba vagy ügyvéd által ellenjegyzett okiratba kell foglalni. A megállapodás létrejöttéhez a bányafelügyelet jóváhagyását is be kell szerezni. A felek a megállapodástól a bányafelügyelet hozzájárulásával állhatnak el, azt a bányafelügyelet hozzájárulásával bonthatják fel, szüntethetik meg, mondhatják fel vagy módosíthatják.

A megállapodás a következőket tartalmazza:

- a) a bányászati tevékenységek végzésének feltételeit, meghatározva a műszaki, biztonsági és környezetvédelmi feladatok sorrendjét és a végrehajtás módját, illetve az együttműködésre kötelezett felek költségviselését;
- b) a felszíni ingatlanok igénybevételeinek összehangolását;
- c) az egymás tevékenységének kölcsönös biztosítására vonatkozó kifejezett rendelkezést.

A kutatási program jóváhagyására irányuló engedély iránti kérelemhez célszerű mellékelni a megállapodást, mivel annak hiányában az együttműködés szükségességéről és tartalmáról a bányafelügyelet a kutatási program jóváhagyására irányuló eljárás során kell, hogy döntsön.

Az engedélykérelem részeként be kell mutatni, hogy a kutatási tevékenységből eredő kötelezettségek (okozott károk megtérítésének) teljesítéséhez szükséges pénzügyi fedezet rendelkezésre állását hogyan biztosítják.

A kutatási programot jóváhagyó engedélyben lehatárolt térrészre az engedély hatálya alatt újabb földtani kutatás csak új eljárás részeként kezdeményezhető.

Ha a kutatási tevékenység lezárását követően a zárójelentést 6 hónapnál hosszabb idő elteltével állítják össze, igazolni szükséges az adatok aktualitását.

A fentiekben meghatározott ajánlásokat az atomerőműtől eltérő létesítménytípusok esetében differenciáltan, az adott létesítmény (tároló, oktatóreaktor) esetében elvárt kutatási mélységhez igazítva, egyszerűsítve kell alkalmazni.

### **3.5 Összefoglaló jelentés a telephelyvizsgálatról**

A telephelyvizsgálatról és eredményeiről zárójelentés készül, amely az egyes szakterületeken végzett kutatások, vizsgálatok zárójelentéseinek összefoglalását és értékelését tartalmazza.

A hatályos követelmények szerint a telephely engedélyeztetésére benyújtott dokumentációban – a rendelkezésre álló adatok, információk felhasználásával, amelyeket a telephelyengedély birtokában, a tervezési követelmények szerint pontosítani lehet – az engedélyes igazolja, hogy a telephelyi adottságok mellett a nukleáris létesítmény a hatályos jogszabályoknak, valamint a vonatkozó szabályzati követelményeknek megfelel.

Vagy a jelentés részeként vagy ahhoz kapcsolódó dokumentációban kell bemutatni a telephely alkalmasságát vizsgáló biztonsági értékelés részére szolgáltatott adatokat, információt. Ennek részeként összefoglalóan azt is be kell mutatni, hogy az egyes kutatási módszerekkel és eredményekkel mely követelmény teljesítését kívánják igazolni.

A vizsgálatok eredményeit bemutató zárójelentések között – annak szakhatósági értékelése szempontjából – önálló területet alkot a földtani szakterület. A földtani zárójelentés részét képezik a kutatások alapadatai, a kutató létesítmények földtani és műszaki adatai, a geofizikai mérések alapidokumentációi, a hidrogeológiai vizsgálatok alapadatai, a kutatási terület topográfiai térképe a kutató létesítmények feltüntetésével, a kutatási terület földtani, tektonikai és hidrogeológiai térképei és szelvényei.

A földtani szakterületre vonatkozó zárójelentést az útmutató ajánlásai alapján az alábbi terjedelem figyelembevételével készítik el, megadva

- a) a kutatási program végrehajtására jogosult szervezet megnevezését és a kutatási engedélyt tartalmazó határozat számát;
- b) a kivitelezők megnevezését;
- c) a földtani kutatási terület földtani felépítésének leírását és annak a terület határain túlnyúló földtani és vízföldtani egységbe való beillesztését;
- d) az elvégzett felszíni és felszín alatti kutatásokat, azok módszereit és eredményét;
- e) a kutatási eredmények összefoglalását és értékelését, megkülönböztetve a korábbi és az új adatokat, ismereteket;
- f) nyilatkozatot a földtani alkalmasságról;
- g) javaslatot az esetleges további kutatásra, illetve a létesítmény tervezési paramétereinek meghatározására;
- h) a jelentéshez felhasznált szakirodalom listáját, megadva a szerzőjét, a címét, a kiadó nevét, a megjelenés helyét és a kiadásának évét.

A földtani szakterületre vonatkozó zárójelentéshez mellékelik:

- a) a kutatás alapadatait, különösen
  - a kutatólétesítmények és mintavételi helyek térben (x, y, z koordináták) és időben (készítésének kezdő és befejező dátumát) rögzített adatait,
  - a geofizikai mérések alapidokumentációit, a hidrogeológiai vizsgálatok adatait,
  - az anyagvizsgálati eredmények dokumentálását, egyértelműen megfeleltetve a kutatási létesítményeket és mintavételi helyeket, a mintavételezés módjával, időpontjával;
- b) a kiértékeléshez felhasznált összehasonlító adatokat, azok származási helyét;
- c) a kutatási terület topográfiai térképét a kutatólétesítmények feltüntetésével, a kutatási terület földtani, tektonikai és hidrogeológiai térképét, ami összhangban van a jelentés tartalmával;
- d) a földtani és vízföldtani értelmezést elősegítő földtani szelvényeket, táblázatokat, fotódokumentációt.

## 4. A TELEPHELY FÖLDRAJZI VIZSGÁLATA ÉS ÉRTÉKELÉSE

### 4.1 A vizsgálat és értékelés célja, terjedelme

A telephely földrajzi vizsgálatának és értékelésének célja:

- a) a telephely általános földrajzi leírása;
- b) népességeloszlás bemutatása;
- c) ipari, katonai tevékenységek, létesítmények áttekintése;
- d) földhasználat, vízhasználat bemutatása;
- e) szállítási, közlekedési útvonalak, légtérhasználat bemutatása;
- f) a jogszabály alapján konzervatívan feltételezett biztonsági övezet bemutatása;
- g) az emberi tevékenységből eredő veszélyek értékelése:
  - i. ipari tevékenység és szállítás által okozott veszélyek értékelése;
  - ii. repülőgép-rázuhanás veszélyének értékelése;

A vizsgálatok alapján készíthető el olyan leírás, amely

- általános képet ad a telephelyről,
- jellemzi az emberi tevékenység által okozott veszélyeket,
- alkalmas a tervezéshez szükséges adatok meghatározására,
- inputadatokat szolgáltat a létesítmény környezetre gyakorolt hatásainak értékeléséhez.

A telephely földrajzi vizsgálatának részletessége a fentiek szerinti célok eléréséhez szükséges és elégséges adatokra korlátozódik, s nem terjedhet ki a telephely környezetének minden demográfiai, gazdasági, szociológiai sajátosságainak vizsgálatára.

A telephely földrajzi jellemzésének módja és részletessége igazodik a létesítmény jellegéhez, a létesítmény potenciális kockázatahoz. Ez mindenekelőtt a vizsgálatba bevont terület nagyságában fejeződik ki.

A telephely általános földrajzi jellemzése – az aktuális állapot felmérésén túl – kötelezően magában foglalja a népesség, a gazdaság fejlődésének prognózisát a létesítmény teljes életciklusára.

### 4.2 A vizsgálat és értékelés programja

#### 4.2.1 A program kidolgozásának alapja

A vizsgálati program összeállításakor számításba veszik:

- a hatályos előírásokat és a kötelező normatív dokumentumokat;

- a vizsgálat tárgyára vonatkozó hivatalos statisztikákat, adattárakat (a népességnyilvántartást, a földhasználatra, az ipari tevékenységre, a közlekedésre és közlekedési balesetekre vonatkozó nyilvántartásokat, valamint a katonai tevékenységre vonatkozó hivatalos adatokat);
- a vizsgált területre vonatkozó, a korábban készített jelentéseket, térképeket.

#### 4.2.2 A vizsgálati program

##### 4.2.2.1 A földrajzi vizsgálati program elemei

A földrajzi vizsgálati program legalább az alábbi elemeket tárgyalja:

- a) a vizsgálat céljának, terjedelmének, a létesítmény biztonsága szempontjából releváns jellemzők meghatározása, a vizsgálati területek lehatárolása;
- b) a vonatkozó előírások, szabályozás bemutatása, az elfogadhatósági kritériumok, a módszertanra vonatkozó előírások és a nemzetközi jó gyakorlat áttekintése;
- c) a meglévő adatok kritikai feldolgozása, összefoglalása és értékelése;
- d) a célzott kutatások meghatározása;
- e) az értékelés módszerének bemutatása;
- f) a dokumentálási szabályok meghatározása;
- g) a független felülvizsgálatok terjedelmének meghatározása;
- h) az egyéb minőségbiztosítási elvárások bemutatása;
- i) az eredmények összefoglalása.

A földrajzi vizsgálat és értékelés programjának két fontos sajátossága van:

1. A vizsgálat tárgyát képező terület meghatározása, lehatárolása fontos, általánosan előre nem szabályozható kérdés, hiszen azt egyfelől a létesítmény környezeti hatásainak potenciális hatásterületére szükséges kiterjeszteni, másfelől pedig a környezeti veszélyek értékelhetősége érdekében a távolsági elven való szűrés határáig kell terjednie. Ezért a vizsgálat tárgyát képező terület a vizsgálat konkrét tárgyának megfelelően különböző lehet. A javasolt eljárás a következő:
  - i. A hatások értékeléséhez szükséges vizsgálat területének meghatározását a hatásterület konzervatív becslésével kell kijelölni.
  - ii. A veszélyek értékelésénél a vizsgált terület veszélyeztető tényezőnként változó lehet, de legalább akkora, hogy a terület határán lévő veszélyeztető tényezőkből eredő alábbi hatások a telephelyen a létesítmény, illetve a kezelőszemélyzet számára elviselhető vagy semleges legyen:
    - a robbanás okozta nyomáshullám nagysága;
    - a robbanás vagy nagy energiájú forgógép sérülése által generált repülő tárgy kinetikus energiája, röppályája;
    - a tüzek hőhatása és a füstkoncentráció;
    - a fojtó, toxikus vagy korrozív gázfelhő koncentrációja.

Ez azt jelentheti, hogy az első lehatárolás és vizsgálat után a vizsgált terület és a vizsgálatba bevont objektumok, illetve potenciális veszélyeztető tényezők körét adott esetben bővíteni szükséges, vagy éppen szűkíteni lehet.

2. A telephely földrajzi vizsgálati programja döntően adatgyűjtésből, adatrendezésből és dokumentálásból áll, ezért a meglévő adatforrások meghatározása és azok kritikai feldolgozása képezi a vizsgálat középpontját. Célzott vizsgálatokra általában akkor van szükség, ha a meglévő adatok feldolgozása során adathiánnyal vagy az adatok elavultságával szembesülnek. A program végrehajtásában az adatok kritikai feldolgozása egy mérőföldkő, amely után a program folytatásának részleteiről lehet dönteni.

Az emberi tevékenységből származó robbanások, tüzek és toxikus vagy korrozív gázfelhők veszélyének értékelésekor együtt is értékelhetők az azonos hatású emberi tevékenységből vagy természeti okból eredő veszélyek, s a mértékadó jellemzőket a burkolóelv alkalmazásával is meg lehet határozni. Például a telephelyen és környezetében keletkező tüzek minden lehetősége vizsgálandó, függetlenül attól, hogy a kiváltó ok emberi tevékenységre vezethető-e vissza vagy természeti (például villámcsapás) eredetű.

A demográfiai, gazdasági változások prognózisát a várható változásokra vonatkozó konzervatív becslés, a rendelkezésre álló adatok, a tapasztalható trendek alapján célszerű elvégezni.

#### 4.2.2.2 Az adatigény részletezése

A telephely környezetének földrajzi leírása tartalmazza a következőket:

- a települések szerkezete, kórházak, egyéb, a nukleáris létesítmény szempontjából meghatározó objektumok;
- a népesség eloszlása (állandó és rövid vagy hosszabb ideig a telephely környezetében tartózkodó, ideiglenes népesség, korösszetétel), a népesség változásának üteme;
- a foglalkoztatottság szerkezete, munkahelyi tartózkodás, szabadidős tevékenység;
- a mezőgazdaság, földhasználat, élelmiszertermelés adatai;
- hal - és vadgazdálkodás;
- vízgazdálkodás, ivóvízbázis;
- tápláléklánc, fogyasztási szokások;
- ipari területek;
- ismert ásványivagyon-lelőhelyek;
- védettséget, értéket képező területek, üdülőterületek;
- azok a jellemzők, amelyek a létesítmény miatt, annak közvetlen hatásaként megváltoznak, vagy megváltozhatnak, például a népesség száma, a vízgazdálkodás, a területhasználat;
- a fenti jellemzők várható változása a létesítmény élettartama alatt.

Az ember okozta veszélyek vizsgálatához szükséges adatok a következők:

- a) Ipari, mezőgazdasági és kereskedelmi objektumok elhelyezkedése, a tevékenység megnevezése, ezen belül a potenciálisan veszélyes tevékenység azonosítása és ennek mennyiségi, valamint veszélyességi jellemzése, úgymint a raktározott és a technológiában lévő veszélyes anyag mennyisége, a technológiára és a tárolásra vonatkozó eseménystatisztikák (baleset-gyakoriság, a hatás/kár jellemzése).
- b) Katonai objektumok elhelyezkedése és potenciális veszélyeik jellemzése.
- c) Szállítási és közlekedési útvonalak (közút, vasút, folyami) elhelyezkedése, forgalmi statisztikák, veszélyes szállítmányra vonatkozó statisztikák, baleseti statisztikák, különösen a nehéz és veszélyes szállítmánnyal közlekedő járművekre.
- d) Repülőterek elhelyezkedése, kifutópályák tájolása, forgalmi statisztikák, baleseti statisztikák, beleértve a katonai, polgári személy- és teherszállító, sport- és mezőgazdasági repülőgépeket, illetve légtérhasználatot egyaránt.
- e) Erdők és egyéb tűzforrások (például gabonatóblák) elhelyezkedése, jellemzése, eseménystatisztikák.
- f) Változó elektromágneses térerőt okozó tevékenységek.
- g) Nagy energiájú forgógépek (repülő tárgy keletkezése).

A gátak, víztározók sérülése miatt bekövetkezett áradásokkal a telephely hidrológiai vizsgálati programjában foglalkoznak, ugyanitt szükséges kezelni az úszó tárgyak által kiváltott hűtővíz blokkolás esetét.

### **4.3 Az ember okozta környezeti veszélyek értékelése**

Az emberi tevékenység által okozott veszély elemzése logikailag azonos minden veszélyeztető tényező esetében. Vannak bizonyos módszertani sajátosságok a repülőgép rázuhanásának elemzésénél, amelyek miatt ez utóbbit az útmutató külön taglalja.

#### *4.3.1 Általános módszertan*

##### **4.3.1.1 Az emberi tevékenységgel kapcsolatos veszélyeztető tényezők felmérése**

Az emberi tevékenységek, illetve az eközben történt balesetek, mint veszélyeztető tényezők lehetnek helyhez kötöttek, mint a gyárak, gázvezetékek, és mozgók, mint a közúti vagy folyami szállítmányok.

A telephely földrajzi vizsgálata során meg kell állapítani a potenciális források helyét (gyárak, ipartelepek, gázvezetékek, utak, folyók elhelyezkedése), a telephelyhez viszonyított távolságát és jellemzőit (például éghető, mérgező, robbanásveszélyes anyag mennyisége, a balesetek gyakorisága az ipari, szállítási tevékenység során). Ez képezi az elemzés alapját.

A potenciális források feltérképezésénél előszűrést célszerű végezni, kizárva egyfelől azokat az eseményeket, amelyek gyakorisága eleve kisebb, mint az előírt  $10^{-7}$ /év szűrés szint, másfelől a műszaki megfontolás alapján figyelmen kívül lehet hagyni a távoli, a telephely biztonságát nyilvánvalóan nem befolyásoló veszélyeztető tényezőket. Ez a megközelítés azt is eredményezheti, hogy a távolság alapján való szűrés elvégzése után

a vizsgálatba bevont objektumok, illetve potenciális veszélyeztető tényezők körét felülvizsgálják és kiterjesztik.

#### 4.3.1.2 Determinisztikus elemzés, távolság alapján történő szűrés

1. Minden hatás- vagy eseménytípusra kiválasztják a telephelyhez legközelebbi és legnagyobb potenciállal (ami lehet például a tárolt robbanóanyag, gázképző anyag, tűzveszélyes/éghető anyag mennyisége) rendelkező lehetséges forrást.
2. Meghatározzák a várható hatást és annak terjedését, csillapodását a távolsággal, illetve a hatás jellemzőit (nyomáshullám nagysága, robbanás-szél, koncentrációk, a repülő tárgy mozgási energiája stb.) a telephelyen.
3. Megállapítják, hogy a hatás a telephelyen a létesítmény és a kezelőszemélyzet szempontjából semleges vagy elviselhető. Erre a szakirodalomból ismert tapasztalati kritériumok (nyomáshullám), illetve a hatályos egészségügyi korlátok alkalmazhatóak (veszélyes gáz- és a füstkoncentráció).
4. Megállapítják, mely veszélyeztető tényezők esetében van szükség további, valószínűségi alapon történő vizsgálatra.

Alkalmazni lehet a burkolóelvet az emberi tevékenység által okozott veszélyek értékelésénél, azaz ki lehet jelölni egy olyan veszélyeztető tényezőt, amely hatásában és a telephelytől való távolságában egyaránt a legkedvezőtlenebb, és ezt részletes elemzés tárgyává tenni.

A robbanások esetében az értékelésnél elégséges a TNT egyenértékre vonatkoztatott empirikus összefüggéseket alkalmazni a robbanás keltette nyomáshullám jellemzői, illetve a távolsággal való csillapodás kiszámítására. A hatás semleges, ha az építményeket terhelő csúcs-nyomásnövekedés nem nagyobb, mint 0,7 kPa, ami közönséges épületeken az ablakok betörését okozhatja, illetve elviselhető, ha 3 kPa, ami enyhe, kozmetikai jellegű épületsérüléseket és a tört üveg okozta személyi sérüléseket eredményezheti.

A forgógépsérülés vagy robbanás keltette repülő tárgy esetén meghatározzák annak méretét, kiszámítják a kinetikus energiáját és a repülés távolságát, majd értékelik, hogy eléri-e a telephelyet. Ha igen, akkor megvizsgálják, hogy szignifikáns veszélyt jelent-e a létesítményre. Itt tapasztalati alapon vagy egyszerű számítással célszerű meghatározni a lehetséges hatásokat, mint a penetrációs mélység, átfürödésveszély, rezgés stb. és azok következményeit, feltételezve, hogy a becsapódás a lehetséges röppályák figyelembevételével a létesítmény leginkább érzékeny pontján történik.

A toxikus, fojtó és korrozív gázfelhők, illetve füst esetében, az adott hatás szempontjából konzervatív időjárás és légállapot melletti hígulást és terjedést kell feltételezni. Ugyanígy szükséges eljárni a tüzek hőhatásának értékelésénél.

A szállítási balesetekből eredő veszélyeknél kell feltételezni, hogy az esemény a telephelyhez legközelebbi pontban történik. Amennyiben a hatás a telephelyen nem semleges vagy nem elviselhető, akkor ki kell jelölni azt az effektív útvonalhosszt, azaz a legnagyobb távolságot a szállítási útvonalon a telephely magasságában, amelyen az esemény hatása a telephelyen számításba veendő. Ez a későbbi elemzési lépéseknél, a valószínűségi alapú szűrésnél játszik szerepet.



Az értékelés tárgyát képezheti még valamely helyhez kötött vagy mozgó forrásból veszélyes anyag kibocsátása, s felszíni vizekben történő bejutása és terjedése. A vizsgálat tárgya az, hogy ez az anyag a telephelyet, illetve a létesítményt elérve mennyiségét és koncentrációját tekintve veszélyes-e a létesítmény biztonsága szempontjából. A transzport- és hígulásszámítást egyszerűsített konzervatív eljárással célszerű elvégezni.

Az elektromágneses zavart és a talajban okozott örvényáramokat a távolság elvén célszerű szűrni. Ha ez nem vezet eredményre, akkor az értékelés 4. lépését kell elvégezni.

#### 4.3.1.3 Valószínűségi alapon történő szűrés

A távolsági elven végzett szűrés után fennmaradt veszélyeztető tényezőkre vizsgálni kell azok bekövetkezésének valószínűségét vagy éves gyakoriságát. A döntő azonban nem az emberi tevékenység közben történt baleset éves gyakorisága, hanem az, hogy a telephelyen ennek hatása milyen valószínűséggel jelenik meg, illetve haladja meg a semleges vagy tűrhető szintet. (Az olyan események, amelyek gyakorisága eleve kisebb, mint az előírt  $10^{-7}$ /év szűrési szint az adatok első áttekintésekor kiestek.)

A valószínűségi alapon történő szűrésre az alábbi körülmények adnak lehetőséget:

- A helyhez kötött veszélyeztető tényezők közül a toxikus, fojtó, korrozív gázfelhő és füst terjedését és hígulását, illetve a hőhatást értékelhetjük a különféle időjárási és légállapot scenáriókra, figyelembe véve, hogy a létesítmény biztonsága szempontjából kedvezőtlen terjedési irány és hígulás valószínűsége (vagy éves gyakorisága) egynél kisebb. Amennyiben az így kapott eredő valószínűsége vagy éves gyakorisága a szűrési szint alatt marad, akkor a veszélyeztető tényező a további vizsgálatból kiszűrhető.
- A mozgó veszélyeztető tényezők esetén az előzőekben kiszámított effektív útvonalhosszra meghatározzák az eseménygyakoriságot, figyelembe véve a balesetek egységnyi útszakaszra és időre vonatkoztatott empirikus gyakoriságát. Ez önmagában elégséges lehet az esemény valószínűségi alapon történő kiszűréséhez. Ha nem, akkor a mozgó veszélyeztető tényező által okozott robbanásnál a hatás értékelését, illetve a létesítmény védelmét szükséges megoldani. A gázfelhő terjedési és hígulási számítását, illetve a hőhatás elemzését pedig el kell végezni a különböző időjárási viszonyokra és légállapotokra, figyelembe véve azok valószínűségét. Amennyiben az így kapott eredő valószínűség vagy éves gyakoriság a szűrési szint alatt marad, akkor a veszélyeztető tényező a további vizsgálatból kiszűrhető.
- A forgógépsérülés vagy robbanás keltette repülő tárgy röppályája, találati pontja és a becsapódás energiája/impulzusa általános esetben véletlenszerű. Az ütközés hatását célszerű egyszerűsített sérülési görbével jellemezni és kiszámítani a funkcióvesztés valószínűségét.

#### 4.3.1.4 A veszélyeztető tényező létesítményre gyakorolt hatásának biztonsági értékelése

Ha a veszélyeztető tényező a fentiek során nem volt kiszűrhető, akkor meg kell vizsgálni, hogy léteznek-e a telephely védelmét szolgáló olyan bevált műszaki intézkedések, amelyekkel a hatás a létesítmény szempontjából semlegesessé tehető. Ha

igen, akkor a telephelyre kiszámított hatás a védőintézkedés tervezési alapját képezi. A hatás ellen adminisztratív védelmi intézkedéseket is meg lehet határozni, azonban a műszaki intézkedéseket előnyben kell részesíteni az adminisztratív intézkedésekkel szemben.

A hatások és tényleges következményeik biztonsági értékelése a létesítmény tervének ismeretében lehetséges, az eredmények hatósági ellenőrzése pedig a létesítési engedélyezés fázisában történik.

Fentieket követve a vizsgálatok a maximális hatást produkáló veszélyeztető tényezőkre irányulnak, így különösen a maximális robbanást, a maximális hőhatást, a legveszélyesebb gázfelhőt okozó forrásokra. Az emberi tevékenység során történt események általában összetett hatásúak, így például a robbanás tüzet, rezgést, repülő tárgyakat generálhat, toxikus gáz, füst keletkezésével járhat. A teljesség érdekében, a létesítmény tervének ismeretében, a legveszélyesebbnek ítélt események összetett hatását is értékelni kell, mivel az összetett hatás következményei súlyosabbak lehetnek az egyes hatásokénál (például, ha a robbanás hatására az ablakok betörtek, nem lehet elzárkózással védekezni a gáz- vagy füstfelhő ellen). A létesítmény megfelelőségét a komplex hatásokkal szemben a létesítés engedélyezése során lehet ellenőrizni.

#### 4.3.2 *A repülőgép-rázuhanás elemzése*

A Kr. 3. melléklet alapján polgári és katonai repülőgép rázuhanására méretezni kell a létesítményt. A repülőgép-rázuhanás itt részletezett vizsgálatára ettől függetlenül szükség van a létesítmény biztonsági elemzéséhez.

A repülőgép-rázuhanás veszélyének három forrása van:

- 1) az általános légi forgalomból származó veszély;
- 2) a telephely közelében lévő repülőtereken végzett műveletekből származó veszély;
- 3) a kijelölt légifolyosók<sup>1</sup> és katonai gyakorlólégtér által okozott veszély.

A telephelyvizsgálat során az alábbi adatokat kell előállítani beleértve a katonai, polgári személy- és teherszállító, sport- és mezőgazdasági repülőgépeket, illetve légtérhasználatot egyaránt:

- repülőterek elhelyezkedése,
- kifutópályák tájolása,
- a repülőtereken a fel- és leszállási adatok,
- forgalmi statisztikák: fel- és leszálló, átrepülő forgalom,
- baleseti statisztikák.

A fenti adatok jövőbeli változását is szükséges prognosztizálni.

A légibaleseteket a hazai légügyi szervezetektől beszerezhető hivatalos adatok alapján

---

<sup>1</sup> A vizsgálat keretében a gyakorlatban preferált útvonalakat is légifolyosóknak kell tekinteni.

az alábbiakkal jellemzik:

- a baleset bekövetkezésének időpontja,
- az esemény földrajzi helye,
- a légibalesetben résztvevő légi jármű(vek) száma,
- a balesetet szenvedett légi járművek típusa,
- a légibaleset egyéb fontos sajátosságai (okok, halottak-sérültek száma, sérülések súlyossága, környezeti károk jellege és kiterjedése stb.).

## **5. A TELEPHELY FÖLDTANI VIZSGÁLATA ÉS ÉRTÉKELÉSE**

### **5.1 A vizsgálat és értékelés célja, terjedelme**

A telephely földtani vizsgálatának és értékelésének célja a telephely földtani adottságainak, azaz a földtani környezet ásvány-közzettani, geokémiai, geomechanikai, geofizikai, tektonikai, rétegtani, hidrogeológiai, fejlődéstörténeti, valamint szeizmológiai jellemzése abban a terjedelemben és mértékig, amely célirányosan szükséges az alábbiakhoz:

- 1) a mértékadó földrengések jellemzőinek meghatározásához,
- 2) a biztonsági elemzésekben a földrengés veszélyeztetettség meghatározásához,
- 3) a felszínre kifutó vető által okozott elvetődések lehetőségének kizárására,
- 4) a földrengés által kiváltott egyéb veszélyek (talajfolyósodás) meghatározásához,
- 5) a telephely földtani alkalmasságának értékeléséhez, azaz a létesítmény biztonsági követelményei szempontjából meghatározó földtani adottságok kedvező minősítéséhez.

A vizsgálatok alapján elkészíthető egy olyan leírás, földtani-szerkezeti modell, amely:

- összhangban van a terület geológiai történetével,
- megfelelően értelmezi a vizsgálati eredményeket,
- jellemzi, illetve kizárja a veszélyeket,
- alkalmas a tervezés során figyelembe veendő adatok meghatározására.

A telephely földtani vizsgálatának terjedelme a fenti 1-5. pontokat és a kor tudományos színvonalán való teljesítéséhez szükséges és elégséges vizsgálatokat foglalja magába, s nem terjed ki minden, a telephely és környezete adottságaival összefüggésben megfogalmazható szaktudományos kérdésre.

A telephely földtani jellemzése (módja és részletessége) alkalmazkodik a megismert adottságokhoz és a létesítmény típusához.

### **5.2 A vizsgálat és értékelés programja**

Vizsgálati program összeállításánál számításba veszik:

- a hatályos előírásokat és kötelező normatív dokumentumokat,
- a vizsgálat tárgyára vonatkozó szakirodalmat,
- a vizsgált területre vonatkozó, korábban készített jelentéseket,
- a vizsgált területre vonatkozó adat- és tudásbázisokat,
- földtani térképeket,
- a helyszínen és környezetében végzett korábbi vizsgálatokat,
- a területre vonatkozó korábbi tapasztalatokat.

## 5.3 A vizsgálati program és dokumentálása

### 5.3.1 A vizsgálati program struktúrája

A földtani vizsgálati program tagolható szakmai szempontok szerint, illetve térben.

A vizsgálati program több szakmai részprogramot foglal magában, mint például:

- felszíni földtani vizsgálatok,
- fúrásos feltárások és földtani vizsgálatok,
- geofizikai programok,
- szeizmológiai vizsgálatok, amelyek közül jogszabály teszi kötelezővé a mikroszeizmikus monitorozást.

A részterületre készített programok célja, terjedelme, módszere és az eredmények feldolgozása a földtani kutatás célkitűzéseiből vezethető le. Így biztosítható, hogy a részprogramok a földtani kutatási szabályzatban előírt célt szolgálják.

A földtani vizsgálati program célját, összhangban a földtani értékelés adatigényével, célszerű térben tagolva és a fokozatosság elvét alkalmazva megfogalmazni. Ez azt jelenti, hogy meghatározzák az alábbi jellemzők – eltérő célú és részletességű – vizsgálatát:

- a regionális,
- a telephely tágabb környezete,
- a telephely környezete,
- a telephely.

A regionális vizsgálat a régió fejlődésének megértését, s az általános geodinamikai kép felvázolását szolgálja. A vizsgált terület kiterjed a telephely legalább 150 km sugarú környezetére, amely környezet a régió geológiájának komplexitásától függően szükség szerint nagyobb is lehet. A regionális vizsgálat a létező kutatási, szakirodalmi információ összegyűjtését és szintézisét jelenti. A vizsgálat eredményét 1:500.000 léptékű térképezéssel lehet célszerűen dokumentálni.

A telephely tágabb környezete vizsgálatának célja a szeizmotektonikai részletes jellemzése, a recens mozgások, a földrengésveszélyt meghatározó szerkezetek meghatározása, a mozgási sebességek és az aktivitás jellemzése. A vizsgált terület a telephely minimum 25 km sugarú környezetét foglalja magában.

A vizsgálat a létező földtani, geofizikai, tektonikai információ összegyűjtésével és szintézisével indul. Az adatok feldolgozása kiterjed a felszíni, morfológiai, fúrásos, geofizikai (szeizmikus, mágneses, gravitációs és elektromos, hő stb.) adatok, űrfelvételek (lineamensek), űrgeodéziai adatok, alakváltozási sebességek feldolgozására, a szerkezetek térbeli kiterjedésének feltérképezésére, a földrengésveszély szempontjából meghatározó szerkezetek és a neotektonikai aktivitás jellemzésére.

A telephely tágabb környezetében elvégzendő vizsgálatok jellegét, terjedelmét attól függően kell meghatározni és szakmai részprogramban megtervezni, hogy a meglévő

adatok a vizsgálati célt, azaz a terület sztratifráfiáját, a szerkezeti, geológiai és tektonikus fejlődését tekintve mennyiben teljeseek, illetve milyen kiegészítő információra van szükség. Különösen fontos a jelen tektonikai rezsím megértése és jellemzése, a pliocén - negyedidőszaki fejlődés leírása.

A vizsgálat eredményét 1:50.000 léptékű térképezéssel célszerű dokumentálni.

Ha a telephely tágabb környezetének geológiai komplexitása azt indokoltá teszi, a regionális vizsgálat és a telephely tágabb környezetének vizsgálata között meghatározható egy közbenső régió, amelynek kiterjedését szerkezeti megfontolások alapján lehet meghatározni és korlátozni (például 80 km sugarú körzetében a telephelynek). E közbenső terület vizsgálatának célja lehet például a telephely tágabb környezetének kapcsolódása a régió geodinamikai modelljéhez.

A telephely tágabb környezetének vízföldtani modellezése szükségessé válhat a létesítmény környezetre gyakorolt hatásainak, illetve a kibocsátások hatásainak elemzéséhez. A vízföldtani leírás ebben az esetben a terület komplexitásától és az elemzéshez alkalmazott számítási eszközök adatigényétől függ, illetve célszerűen ahhoz illeszkedik.

A telephely közvetlen környezete vizsgálatának célja a terület részletes neotektonikai jellemzése, a törések, a felszínre kifutó elmozdulások lehetőségének és a geológiai instabilitás lehetőségének feltárása.

A vizsgálat eredményei a következők:

- részletes morfológiai leírás,
- részletes földtani és vízföldtani leírás,
- az elmozdulások típusának, korának és mértékének, aktivitásának meghatározása,
- a potenciális veszélyek feltárása (karszt, üregek, süllyedés- és csúszásveszély).

Fontos hatása lehet a területen lévő gátaknak, víztározóknak, az intenzív vízkivételnek vagy visszainjektálásnak, amelyek szeizmikus és geotechnikai veszélyek potenciális forrásai lehetnek.

A vizsgált terület sugara a földtani, tektonikai komplexitás függvényében ne legyen kisebb, mint 5 km, célszerű egy 10 km-es sugarú környezetet mértékadónak tekinteni.

A telephely közvetlen környezetében elvégzendő vizsgálatok jellege, terjedelme a vizsgálati céllal összhangban határozható meg úgy, hogy az 1:5.000 léptékű térképezést lehetővé tegyen.

A vizsgálati eszközök és módszerek azonosak az előzőekben ismertetett telephelyvizsgálat módszereivel és eszközeivel, figyelembe véve a feltárás részletességének igényét.

A telephely, amely alatt hozzávetőlegesen egy négyzetkilométernyi területet értünk, vizsgálatának célja a permanens talajelmozdulások lehetőségének részletes vizsgálata és az alapozás alatti közeg átviteli tulajdonságainak, stabilitásának feltárása.

A vizsgálat megadja a terület részletes morfológiai, földtani, hidrogeológiai, geotechnikai leírását.

A geotechnikai feltárás eredménye:

- a talajrétegek részletes jellemzése addig a mélységig, ahol a nyíróhullám sebessége már nagyobb, mint 1100 m/s (igen mély üledék esetén ez a határérték 700 m/s lehet);
- a talajrétegek teherviselő képességének meghatározása;
- a P és S hullámok terjedési sebességének, a rétegek sűrűségének, alakváltozás-függő nyírási rugalmassági modulusának és csillapításának, valamint Poisson-tényezőjének meghatározása.

A geotechnikai vizsgálatok igénye itt átfedésben van a geotechnikai veszélyek vizsgálati programjával. Ezt a két részprogramot egymással összhangban vagy egy programban, a geotechnikai vizsgálatok programjában egyesítve lehet elvégezni.

A hidrogeológiai feltárás eredménye az alábbiak, illetve azok az adatok, amelyek a kiválasztott eszközökkel az áramlási szimulációt teszik lehetővé:

- víztartó, vízzáró rétegek, felületek meghatározása, jellemzése,
- a talajvízszint szezonális változásának meghatározása,
- a szivárgási tényezők,
- a szabad hézagterefogat.

Ez a geotechnikai és hidrogeológiai program részét képezi.

A hidrogeológiai vizsgálat itt mindenekelőtt az alapozás stabilitásának értékeléséhez szükséges. A talajstabilitás vizsgálatához szükség van a talajvízszint és annak szezonális változására.

A telephelyvizsgálat során a hidrogeológiai viszonyok meghatározása céljából telepített megfigyelő kúthálózat folyamatos üzemeltetéséről célszerű gondoskodni, mivel az szükséges a felszín alatti vizek későbbi megfigyelése céljából.

A telephelyen elvégzendő vizsgálatok jellegét, terjedelmét a vizsgálati céllal összhangban úgy kell meghatározni, hogy azok az 1:500 léptékű térképezést és az ezzel összhangban lévő szelvényezést lehetővé tegyék.

A szeizmológiai vizsgálatok programja lefedi a fentiekben felsorolt, területileg lehatárolt vizsgálati zónákat. A szeizmológiai vizsgálati program célja, hogy biztosítsa a telephely földrengés-veszélyeztetettségének meghatározásához szükséges adatokat.

Az adatoknak két fő forrása van:

- Az alapvető adatforrás a történelmi és műszeresen regisztrált földrengések katalógusa, amelyet paleoszeizmikus vizsgálatok eredményeivel célszerű kiegészíteni.

Magyarországon létezik a nemzetközi normáknak megfelelő földrengés-katalógus, és folyik annak rendszeres aktualizálása, karbantartása. A katalógus és a rendelkezésre álló háttériródalom tartalmazza az adatok bizonytalanságának elemzését, értelmezését. A katalógus és az adatgyűjtés megfelelően kapcsolódik e tárgyi nemzetközi tevékenységhez. Erre támaszkodni lehet a telephelyvizsgálat tervezésénél és

végrehajtásánál.

- A mikroszeizmikus monitorozás adja a vizsgált telephely környezetének aktivitására vonatkozó közvetlen információt. Háromévnnyi mikroszeizmikus monitorozás szükséges az előírások értelmében a telephely vizsgálatához. A mikroszeizmikus hálózat a telephely földrengés-veszélyeztetettségét feltételezhetően meghatározó szerkezetek monitorozására terjed ki.

### 5.3.2 A telephely-vizsgálati szempontrendszer

A telephelyvizsgálat földtani szempontrendszerét az alábbi táblázat mutatja be.

1. táblázat: A telephelyvizsgálat földtani szempontrendszere

Szakterület	Földtani szempontok	A telephely alkalmasságát kizáró vagy intézkedést igénylő körülmény
Geomorfológia	a létesítmény befogadására elégséges kiterjedésű, pozitív domborzati forma	meredek ( $>15^\circ$ szilárd alkotó kőzet és $>5^\circ$ laza alkotó kőzet esetén), vagy erősen tagolt felszínű, vagy erózió-, csuszamlás-, kúszásveszélyes területen
	meredek dőlésű vagy erősen tagolt felszín	
	erózióveszélyes felszín	
	aktív földcsuszamlásos és csuszamlás-veszélyes terület	
	aktív vagy potenciális üledéklerakódás területe	
	felszín alatti természetes üregek	felszín alatti természetes eredetű üregek, barlangok, azok geomechanikai hatásterületén belül
	természetes gázok előfordulásai	
Geodinamika	aktív vagy negyedidőszaki vulkáni működés	
	vetők, redők, rátolódások	
	földrengések aktív és potenciális fészekövei	kizáró, ha a telephelytől való távolsága nem nagyobb, mint az 5.5. fejezetben megadott, és olyan méretű földrengés forrása lehet, amely felszínre kifutó permanens elmozdulást eredményez
	potenciálisan aktív törések/vetők	
	természetes repedezettség	
Hidrogeológia	szivárgási tényező	a potenciális szennyeződés gyors terjedése a felszín alatti vizekben a bioszféráig (a tervezésnek kell biztosítania, hogy a tervezési alapba és kiterjesztésébe tartozó események következtében a hidrogeológiai közegbe történő kibocsátás, a többi kibocsátási útvonallal és felvételi lehetőséggel együtt se okozhasson a megengedettnél nagyobb dózist)



Szakterület	Földtani szempontok	A telephely alkalmasságát kizáró vagy intézkedést igénylő körülmény
	lefelé mutató hidraulikus gradiens	
	karsztosodásra hajlamos képződmények a felszínen vagy a felszín alatt	100 méternél kisebb mélységben lévő, karsztképződésre hajlamos képződmények felett, attól 1,0 km távolságon belül;
	talajvízszint	
	a létesítmény miatt vagy természetes okokból bekövetkező potenciális változás az áramlási viszonyokban	
	a felszín alatti vizek minősége	
	agresszív, korrozív víz-geokémiai jellemzők	
Természeti erőforrások	potenciális vagy meglévő felszín alatti ivóvízbázis és utánpótlódási területe	a felszín süllyedésének lehetősége a felszín alatti vizek, szénhidrogének termelése vagy egyéb hatások eredményeként
	ásvány-, gyógy- és termásvizek meglévő és potenciális termelőhelyei	
	nyilvántartott és potenciális ásványi nyersanyag-lelőhelyek	
	védett vagy védendő földtani értékek	

### 5.3.3 A földtani vizsgálati program elemei

A földtani vizsgálati program keretprogram, amelynek elemei legalább az alábbiak:

- a vizsgálat céljának, terjedelmének, a létesítmény biztonsága szempontjából releváns jellemzők meghatározása, a vizsgálati területek lehatárolása;
- vonatkozó előírások, szabályozások bemutatása, elfogadhatósági kritériumok, a módszertanra vonatkozó előírások és a nemzetközi jó gyakorlat áttekintése;
- meglévő adatok kritikai feldolgozása, összefoglalása és értékelése;
- célzott kutatások meghatározása, beleértve a kutatási fázisok bemutatását;
- értékelés;
- dokumentálás;
- független felülvizsgálat;
- minőségbiztosítás (lehet önálló dokumentum);
- az eredmények összefoglalása.

A keretprogramjellegből kifolyólag az a) és b) pontok a vizsgálat egészére vonatkoznak és áttekintő jellegűek.

A program kidolgozásának további lépései előtt célszerű a meglévő információkat összegyűjteni, és első közelítésben elvégezni annak kritikai elemzését, mivel ettől függ a célzott vizsgálatok jellegének és terjedelmének meghatározása.

A c) pont alatti munka áttekintő jellegű, a részletek a szakterületi programokba kerülnek.

A d) pont a keretprogramban alapvetően a kutatások, feltárások, mérések azonosítását, megnevezését és indoklását tartalmazza; a részleteket a szakterületi vizsgálati tervekben, részprogramokban célszerű definiálni.

#### 5.3.4 A szakterületi programok elemei

A szakterületi vizsgálati programok elemei legalább az alábbiak:

- a) a vizsgálat céljának, terjedelmének meghatározása, a biztonság szempontjából releváns jellemzők, a vizsgálati területek lehatárolása;
- b) meglévő adatok kritikai feldolgozása, összefoglalása és értékelése;
- c) a célzott kutatások terjedelmének meghatározása;
- d) a módszertan kiválasztása, a módszertan alkalmasságának indoklása;
- e) a kiválasztott vizsgálati módszertan leírása, szabványok, normatívák;
  - i. mérési, vizsgálati terv (szabványok, normatívák),
  - ii. feldolgozás (szabványok, normatívák),
  - iii. elemzési módszerek és követelmények;
- f) értékelés;
- g) dokumentálás;
- h) független felülvizsgálat;
- i) minőségbiztosítás (lehet önálló dokumentum);
- j) az eredmények összefoglalása.

Az a) pont a földtani vizsgálati programra való releváns hivatkozásokat tartalmazza.

A b) pont a meglévő adatok részletes elemzését tartalmazza. Az adatigény és a meglévő adatok összevetéséből származtatható a kutatások terjedelme.

A h) pont alatti független felülvizsgálattól a szabványokkal, normatív dokumentumokkal meghatározott szakterületi programok esetében célszerűen el lehet tekinteni.

A fő vizsgálati területek, amelyekre célszerű programot készíteni az alábbiak:

- Földtani vizsgálatok: Célja a földtani felépítés, az alaphegység, a neogén képződmények és a negyedidőszaki képződmények feltárása, a képződmények kor- és fácies viszonyai, horizontális és vertikális kapcsolatainak megismerése. Módszerei lehetnek felszíni földtani felvételek, árkolások, folyamatos magvétellel végzett fúrások. A felszínközeli rétegekben a kőzetrések eredetének (tektonikus, súvadás, száradás) tisztázása, lineamentek vizsgálata.

- Geomorfológiai vizsgálatok: Célja a terület földtani fejlődése során kialakuló aktuális kép meghatározása.
- Geofizikai kutatások: Célja lényegében azonos a földtani kutatások céljával. Módszerei: Elektromos, gravitációs és mágneses térképezés, szeizmikus szelvényezés, különös tekintettel a sekélyszeizmikus vizsgálatokra.

Más programok részét képezhetik az alábbiak:

- A geotechnikai és hidrológiai vizsgálatok önálló programot képeznek. A hidrogeológiai (vízföldtani) vizsgálatok célja a felszín alatti víztestek elhelyezkedésének, a vizek jellemzőinek, a rétegek hidrogeológiai tulajdonságainak meghatározása.
- Laboratóriumi vizsgálatok egyes földtani paraméterek meghatározására a földtani, illetve a geotechnikai, vízföldtani vizsgálati programok részeként.

Önálló programot célszerű készíteni a telephely környezetében a mikroszeizmikus aktivitás monitorozására. A mikroszeizmikus monitorozásra vonatkozó követelmény teljesítéséhez olyan mérőrendszer telepítésére van szükség, amelynek érzékenysége és a lokalizációs pontossága a civilizációs zajszint felett maximális. A telepítésnél és a rendszer műszaki paraméterei megválasztásánál a tartós, a létesítmény teljes üzemidejére kiterjedő üzemeltetés szempontjait is célszerű érvényesíteni.

A vizsgálati program tartalmazza, hogy a terepi és a laboratóriumi munka értékelése során milyen követelményeket kell érvényesíteni az adatok megbízhatóságával kapcsolatban, illetve milyen statisztikát kell alkalmazni.

A programok közötti terjedelmi és módszertani összhangot a földtani kutatási programban - mint keretprogramban - lehet megteremteni.

## **5.4 A földrengésveszély és a tervezés során figyelembe veendő földrengés meghatározása**

A valószínűségi biztonsági elemzésekhez a földrengésveszélyt a  $1 \times 10^{-7}$ /év meghaladási gyakoriságokig szükséges vizsgálni.

A mértékadó földrengések jellemzői a meghaladási valószínűség (vagy éves gyakoriság, a visszatérési idő), a maximális vízszintes és függőleges gyorsulás, a szabadfelszíni talajmozgás gyorsulás-idő függvénye, az erős rengés időtartama és a válaszspektrum.

### *5.4.1 Determinisztikus módszer*

#### **5.4.1.1 A mértékadó földrengés és megrázottság meghatározása**

A determinisztikus módszer fő lépései az alábbiak:

- a telephely és környezete szeizmicitására vonatkozó adatok összegyűjtése, értékelése;
- földrengés-forrászónák, illetve szerkezetek azonosítása a szeizmológiai és tektonikai összefüggések alapján;
- az adott forrásra jellemző legnagyobb földrengés meghatározása;

- a telephely megrázottságának kiszámítása a csillapítási függvény ismeretében feltételezve, hogy a rengés a zóna telephelyhez legközelebbi pontján pattan ki.

Az elemzés fő lépése a forrásként meghatározott tektonikai szerkezet legsúlyosabb földrengésének meghatározása (magnitúdó, epicentrum, hipocentrum, mechanizmus, intenzitás, amennyiben felszínre kifutó vető által okozott elvetődés volt, akkor ennek jellemzése) a történelmi feljegyzések és más releváns források alapján. A geológiai megfontolások általában nagyobb rengésekre utalnak, mint a történelmiek.

Azok a vetők, amelyek egészben vagy részben a telephely körüli 250 km sugarú körön belül vannak, szignifikánsak lehetnek a biztonsági földrengés és a felszínre kifutó elmozdulás vizsgálata szempontjából. A számításba veendő minimális vetőméretet a távolság függvényében az alábbi, 2. táblázat szolgáltatja.

2. táblázat Minimális hossz a távolság függvényében

távolság a telephelytől (km):	minimális hossz (km)
0 – 10	2
10 – 80	8
80 – 150	15
150 – 250	30
250 felett	60

Vizsgálni kell a vető méretét, kapcsolatát a regionális tektonikai szerkezetekkel, a vetőmenti elmozdulás természetét, mértékét, geológiai történetét, beleértve a negyedidőszak alatti elmozdulásokat, amelyek a vető mentén kipattant rengések során történtek.

Ebben az eljárásban meghatározó a földrengések katalógusa, a telephely környezetében azonosított szerkezetek aktivitásának leírása (vetőméret és maximum magnitúdó összefüggés, földrengés-gyakoriság függvény) és a csillapítási függvény.

A számítás során a telephely és a forrás közötti legrövidebb távolság figyelembevételével és a csillapítási függvény segítségével a telephely megrázottsága határozható meg.

#### Megjegyzés:

Korábban egyes országok gyakorlatában a legnagyobb történelmi rengésintenzitáshoz egy intenzitásfokot hozzáadva kapták meg a tervezés alapját képező földrengés intenzitását, majd értékelték a telephelyi viszonyok hatását a megrázottságra (mikrozonáció). A számolt intenzitásokhoz tapasztalati úton rendeltek gyorsulásértékeket.

#### 5.4.1.2 A válaszspektrum meghatározása

A mértékadó válaszspektrumot meghatározhatjuk a mért gyorsulásrekordokból képzett

válaszspektrumok statisztikai feldolgozásával, azok burkolójaként. Itt értékelni kell a mért gyorsulásrekordokból képzett válaszspektrumok bizonytalanságát.

A tervezéshez lehet használni a szabványosított válaszspektrumokat (lásd a US NRC Regulatory Guide 1.60 NRC útmutatót), amely az egészen laza talajjal borított telephely kivételével általánosan alkalmazható.

A Regulatory Guide 1.60 a 0,25, 2,5, 9,0 és 33,0 Hz frekvencia értékeknél adja meg a vízszintes gyorsulás szabványos válaszspektrum amplitúdóját, meghatározva ezzel a válaszspektrum-függvény alakját.

Az úgynevezett near-field rengések, azaz, ha az epicentrum a telephelyhez közel van, válaszspektruma a szabványostól lényegesen eltérhet, s ha ez az eset a telephely megrázottságát tekintve jellemző, a válaszspektrum megállapítása külön vizsgálatot igényel.

A maximális gyorsulás függőleges komponensét a vízszintes kétharmadára vagy legfeljebb háromnegyedére lehet felvenni. A Regulatory Guide 1.60 a függőleges komponens szabványos válaszspektrumát is megadja.

A szabályozás megengedi, hogy az üzemeltetési földrengés maximális vízszintes gyorsulását a biztonsági földrengés maximális vízszintes gyorsulásának felére vegyünk, a válaszspektrumot a biztonsági földrengés válaszspektruma szerint lehet megállapítani.

Ebben az eljárásban is értékelni kell a bizonytalanságokat (amelyek forrása például a forrászónára jellemző maximális rengés jellemzőinek meghatározása, a csillapítási függvény, a telephelyi adatok szórása, az adott földrengéshez rendelhető gyorsulásértékek szórása stb.), és a 84% konfidenciaszintű eredményt (maximális vízszintes gyorsulást) kell mértékadónak tekinteni.

A válaszspektrum - mivel az a definíció szerint az egytömegű lengőrendszer válaszának maximuma - függ a lengőrendszer csillapításától is. A válaszspektrumot parametrikusan a csillapítás függvényében lehet megadni. A mértékadó válaszspektrumot az 5% csillapításra kell megadni.

A telephelyet borító rétegeket, függetlenül a rétegek egyéb tulajdonságaitól, a nyíróhullám sebessége ( $v_s$ ) alapján kategorizálhatjuk a telephelyi szabadfelszíni megrázottság meghatározásánál az alábbiak szerint:

Kőzet	$v_s > 1100$ m/s
Üledék	$1100$ m/s $> v_s > 300$ m/s
Laza talaj	$300$ m/s $> v_s$

Itt a sebességet a perturbálatlan viszonyokra értjük.

Üledék esetében célszerű, laza talaj esetében pedig szükséges a felszínt borító üledék szabadfelszíni választ módosító hatásának figyelembevétele.

A szabadfelszíni választ a kőzetkibúvársra számított földrengés válaszspektrum alapján számíthatjuk ki az üledék felszínére. Ez a számítás szükséges még a dinamikus épületsüllyedés és a talajfolyósodás értékeléséhez is.

A számításhoz szükséges a rétegrendek és rétegenként az alábbiak ismerete:

- az S és P hullámok sebessége,
- a sűrűség,
- alakváltozás-függő nyírási rugalmassági modulus és a csillapítás értékek.

Az alábbi feltételezések alkalmazhatóak a számításnál:

- viszkoelasztikus rétegek töltik ki a végtelen féltért,
- a rétegek vízszintesek,
- a belső csillapítás energia-disszipációt eredményez,
- függőlegesen terjedő testhullámokkal számolunk.

Közelítő iteratív lineáris módszer alkalmazható az üledék esetében, de a laza talajok esetében a nemlineáris számításra van szükség.

A moderált kockázatú létesítmények esetében a felszint borító talaj tulajdonságaitól függően a választható szabványokban megadott tényezőkkel módosítható a szabványos válaszspektrum.

#### 5.4.2 A valószínűségi módszer

##### 5.4.2.1 A veszélyeztetettség meghatározása

A valószínűségi módszer (Probabilistic Seismic Hazard Assessment- PSHA) előnye, hogy jól alkalmazható az olyan mérsékelt, diffúz szeizmicitású területekre, mint Magyarország, illetve a Pannon-medence, és a földrengésveszély értékelésében a bizonytalanságokat is kezeli. A módszer alkalmas továbbá arra, hogy a biztonsági elemzésekhez a veszélyeztetettségi görbe előállítható legyen, ezért célszerű a valószínűségi módszert előnyben részesíteni a determinisztikussal szemben.

A valószínűségi módszer a geológiai, szeizmológiai és tektonikai vizsgálatokra épül, lépései a következők:

- a földrengés-forrásterületek kijelölése és jellemzése, azaz a földrengés-gyakoriság és a maximális magnitúdó megadása;
- a talajmozgás a földrengés kipattanási helyétől a telephelyig történő csillapításának meghatározása;
- a veszélyeztetettségi görbe kiszámítása, logikai fa alkalmazása;
- a válaszspektrum meghatározása az alapkőzetre és az alapkőzetet borító talaj nemlineáris átvitelének kiszámítása, a szabadfelszíni válaszspektrum meghatározása.

A lépések lényegében azonosak a determinisztikus módszer lépéseivel, de a valószínűségi elemzés során számba vesszük, hogy az eljárás minden lépése bizonytalansággal terhelt, amely részben a jelenség véletlenszerű természetéből, másrészt az ismeretek elégtelen voltából adódik.

A számításhoz különféle szakmai megfontolások, nézetek alapján több forrászóna-modell is megalkotható.

A forrásterület jellemzése a földrengés-gyakoriság eloszlással és a maximális lehetséges magnitúdó értékével történik. A földrengések kipattanását ergodikus Poisson - folyamatnak tekintjük, azaz a véletlen folyamat jellemzőit időátlagokkal közelítjük. A méret-gyakoriság eloszlást a történelmi és műszeres feljegyzések néhány százévi időtartama, illetve a neotektonika és paleoszeizmológiai adatok feldolgozása alapján lehet meghatározni.

A csillapítási görbe meghatározásához egy adott pont és a telephely között elegendően sok, az adott forrászónában kipattant eseményt kellene ismerni és regisztrálni, továbbá annak hatását a távolság függvényében, illetve a telephelyen. Ez általában is lehetetlen, a magyarországi viszonyokat tekintve pedig különösen az. A konkrét átviteli útvonalakra képzett csillapítási függvények helyett szakirodalomból vett, analóg körülményekre kapott csillapítási függvényeket alkalmaznak. A csillapítási görbék, amelyeket egy-egy elemzésben alkalmaznak, igen széles sávban szórnak, amelyet megfelelően figyelembe kell venni.

A tektonikai modellek és a forrászónák jellemzésének episztemikus bizonytalanságát a PSHA-ban a logikai fa alkalmazásával kezelik. Az átlag, medián, 16% és 84%-os konfidenciájú veszélyeztetettségi görbéket célszerű meghatározni a bizonytalanságok jellemzésére. Az elemzésben felhasznált paraméterek véletlenszerűsége modellezhető a logikai fával, vagy más módszerekkel kell kezelni, mint például a Monte-Carlo-szimuláció.

A forrászónák egy adott konfigurációja, annak földrengés gyakorisági függvénye, a maximális magnitúdó érték és egy kiválasztott csillapítási függvény képez egy modellt.

A logikai fa elágazásokból és ágakból áll, amelyek mindegyike a modell egy adott elemének konkrét értékével azonosítható. A fa minden ága egy paraméter lehetséges opciójával azonosítható, és minden egyes diszkrét értékhez hozzá kell rendelni egy relatív valószínűséget, amely az adott paraméterérték megfelelőségét fejezi ki. A földrengésveszély valószínűségi elemzésében a logikai fa igen bonyolult lehet.

A PSHA végeredménye a veszélyeztetettségi görbe, amely azt mutatja meg, hogy az adott maximális vízszintes gyorsulásértékkel egyenlő vagy annál nagyobb érték előfordulásának mi az éves gyakorisága.

A tervezésre, illetve a biztonsági elemzésekre vonatkozó követelmények és elfogadott módszerek szempontjából a mértékadó veszélyeztetettségi görbe lehet veszélyeztetettségi görbék súlyozott átlaga, a medián földrengés vagy valamely kvantilise. Ezeket figyelembe véve szükséges a veszélyeztetettségi görbét meghatározni.

Célszerű elvégezni a földrengés veszélyeztetettség deaggregációját, azaz a veszélyt meghatározó zónák hozzájárulását a telephelyi megrázottsághoz. Ezt legalább a talajmozgás két jellemző frekvenciájára célszerű elvégezni, a válaszspektrum kis- és nagyfrekvenciás viselkedésének, illetve az ezeket alakító rengések magnitúdó-távolság összefüggésének megismerése érdekében.

#### 5.4.2.2 A tervezési input előállítása

A biztonsági földrengés jellemzőit (adott meghaladási gyakoriságú gyorsulásértékeket) a súlyozott átlag veszélyeztetettségi görbe szerint állapítják meg.

Az eljárás ezek után a telephely-specifikus, egyenlő veszélyeztetettségű válaszspektrum meghatározásával (Uniform Hazard Response Spektrum – UHRS) folytatódik, amelyet alapközet<sup>2</sup>, kőzetkibúváson definiálunk.

Az alapközeti UHRS birtokában lehet a szabadfelszíni UHRS-t meghatározni, amely a telephelyet borító rétegek átvitelének kiszámításával történik. Üledékben az átvitel számítása lehet lineáris, közelítő iteratív lineáris vagy nemlineáris. Laza talaj esetén nemlineáris számítás alkalmazható.

A tervezés inputja a szabadfelszíni telephely-specifikus válaszspektrum, a kiválasztott szabvány és előírásrendszer szerint módosítva, illetve az ennek megfelelő, mesterségesen generált, szabványi követelményeknek megfelelő gyorsulás-idő függvény.

Az elemzés eredményeként kapott szabadfelszíni válaszspektrum (lényegében ez is UHRS) tekinthető a biztonsági földrengés válaszspektrumának, a tervezés egyik inputjának.

Egyes szabványok, az UHRS-ből egy tényezővel való szorzással származtatják a tervezési válaszspektrumot (Design Response Spektrum – DRS). A tényező értéke a veszélyeztetettségi görbe meredekségétől és a szerkezet szeizmikus tervezési kategóriájától függ.

A PSHA földrengésveszély-számítás eredményeként kapott szabadfelszíni válaszspektrumból a tervezés alapját képező biztonsági földrengés válaszspektrumának meghatározásához az US NRC Regulatory Guide 1.208 és az ASCE/SEI 43-05 „Seismic Design Criteria for Structures, Systems, and Components in Nuclear Facilities”, 2005 szabványt célszerű alkalmazni.

A PSHA számítás eredményeként megkapjuk a függőleges gyorsuláskomponens értékét és válaszspektrumát is. A vertikális UHRS meghatározására alapvetően két különböző megközelítés létezik. Az elsőnél a függőleges komponens a horizontálistól függetlenül, vertikális csillapodási egyenletek felhasználásával számítják. A számítás történhet kőzetre és laza talajra egyaránt. Az első esetben a felszín közeli laza rétegek módosító hatásának figyelembevételével, míg a második esetben a vertikális UHRS-t a horizontális ismeretében, egy előzetesen meghatározott vertikális/horizontális aránnyal történő szorzással állítják elő.

A tervezés igényelheti a válaszspektrumok mellett a gyorsulás-idő függvényeket is, amelyek az időtartományban való számítások inputjaként szolgálnak. Ehhez szükség van az erős rengés időtartamának egy idő-ablakfüggvény meghatározására.

A szintetikus időjelek akkor tekinthetőek megfelelőnek, ha a belőlük visszszámolt válaszspektrum a kiindulási spektrumot elegendő pontossággal, de konzervatívan reprodukálja, azaz

---

<sup>2</sup> Az alapközet, kőzetkibúvás definíciója ebben az esetben mérnök-szeizmológiai. A hullámterjedés szempontjából kőzetnek tekinthető az a közeg, amelyben nyíróhullámok sebessége nagyobb, mint 700 m/s.



- a szintetikus gyorsulás-idő függvény maximális amplitúdója egyenlő vagy nagyobb legyen, mint a kiindulási válaszspektrum szerinti maximális gyorsulásérték;
- a szintetikus időjelből visszaszámolt válaszspektrum amplitúdója és a kiindulási válaszspektrum adott frekvencián vett amplitúdója arányának átlaga, amelyet a 0,5-33 Hz tartományban frekvenciapontonkénti arányokból képezünk, egyenlőnek vagy nagyobbak kell lennie egyenlő;
- a szintetikus időjelek válaszspektrumaiból képzett átlag válaszspektrum amplitúdója egy frekvenciapontban sem lehet 10%-ot meghaladóan kisebb, mint a mértékadó válaszspektrum amplitúdója az adott frekvencián;
- a mesterséges gyorsulás-idő függvény rekordhossza feleljen meg a telephelyre jellemző erős rengések időtartamának.

A szintetikus időjelekből a válaszspektrumot elegendően sok frekvenciapontban kell kiszámítani. A legalacsonyabb frekvenciaérték 0,4 Hz lehet, és a számítást olyan sűrű lépésekben kell végezni, hogy a frekvenciapontok között a különbség ne legyen nagyobb, mint a kisebb érték 10%-a. A mesterséges gyorsulás időjel minősítésénél elegendő az 5%-os csillapítással számolt válaszspektrumot vizsgálni.

#### 5.4.3 Megfontolások az üzemeltetési földrengés meghatározásához

Az üzemi események kategóriájába tartozó földrengés, amit üzemeltetési földrengésnek nevezünk, a folyamatos üzemeltetéssel van kapcsolatban. A szabályozás szerint az üzemeltetési földrengés esetén a legkedvezőtlenebb esetben az atomerőművet ellenőrzési céllal le kell állítani, és meg kell vizsgálni, nincs-e biztonsági akadálya a további üzemeltetésnek.

Az üzemeltetési földrengés meghaladási valószínűsége (gyakorisága) megfontolás tárgya lehet:

- Amennyiben az üzemeltetési földrengés meghaladási gyakorisága alacsony, akkor a kis földrengések után – hacsak nem következik be üzemzavari leállás – folytatható a létesítmény üzemeltetése. Ez azzal is jár, hogy a folyamatos üzemeltetéshez szükséges minden rendszert/rendszerelemet erre a földrengésre minősíteni kell, ami költségekkel jár.
- Amennyiben az üzemeltetési földrengés meghaladási gyakorisága magas, a kis földrengések után kötelező felülvizsgálatot végezni, ami üzemszünettel és a felülvizsgálat költségeivel jár.

A korszerű nemzetközi gyakorlatban, ha az üzemeltetési földrengés maximális vízszintes gyorsulása, illetve a válaszspektrum amplitúdója egyharmada a biztonsági földrengésének, a létesítményt nem tervezik üzemi földrengésre. Ettől eltérő esetben igazolni kell, hogy a folyamatos üzem biztonságos az üzemeltetési földrengés esetén is.

Célszerű ezt a koncepciót követni és az üzemeltetési földrengés jellemzőit a biztonsági földrengés egyharmadaként megválasztani.

Tekintettel arra, hogy az üzemeltetési földrengés a gyakoriságát tekintve értelemszerűen az üzemi események kategóriájába tartozik, a veszélyeztetettségi görbén célszerű ellenőrizni az így megválasztott maximális vízszintes gyorsulásérték meghaladási

gyakoriságát.

Az üzemeltetési földrengés megállapítása a tervezés stádiumában történik.

A telephelyvizsgálat során az a feladat, hogy a gyakoriság alapján az üzemi események kategóriájába tartozó ( $10^{-2}$ – $10^{-3}$ /év) földrengés jellemzőit a későbbi tervezői döntés elősegítése céljából meghatározzák.

## 5.5 A felszínre kifutó permanens elmozdulás lehetőségének értékelése

A vizsgálat és értékelés célja annak eldöntése, hogy a telephelyen és környezetében lévő (kibúváson található vagy fedett) vetőn lehetséges-e olyan méretű földrengés, amely a felszínen permanens elmozdulást hoz létre.

A felszínre kifutó elmozdulást okozó (capable) törést, vetőt az alábbi attribútumok egyikének megléte definiálja<sup>3</sup>:

- Az adatok ismétlődő jelleggel mozgásra, szignifikáns deformációkra és/vagy diszlokációkra utalnak olyan időintervallumban, amely alapján feltételezhető, hogy a következő mozgás a felszínre vagy a felszín közelébe kifut. Döntő ismérv az elmúlt 35000 év alatt történt legalább egy, a felszínen manifesztálódó mozgás, vagy ismétlődő jellegű mozgások az elmúlt 500000 évben, amelyek alapján, valószínűségi alapon nem zárható ki a jelenség megismétlődése a telephelyen.
- A szeizmogén szerkezetről feltehető, hogy a maximális lehetséges földrengés elegendően nagy és olyan fészekmélységű, hogy feltételezhető a telephely geodinamikai sajátosságai alapján a felszínre kifutó, permanens elmozdulást okozó vetődés.
- Szerkezeti kapcsolat létezik egy ismert felszínre kifutó, elmozdulást okozó veszélyes törésvonallal, amelynek mozgása kiválthatja a telephely környezetében lévő vető mozgását.

Az értékelés alapja a földrengésveszély elemzéséhez kidolgozott tektonikai modell, amely felépítéséhez és a felszínre kifutó elmozdulás veszélyének eldöntéséhez szükséges van az alább ismertekre:

- a telephely és környezetének litológiai, sztratigráfiai, vízföldtani és szerkezeti-geológiai és morfológia leírására;
- a telephelyen és környezetében a tektonikai szerkezet leírására, a felszínre kifutó elmozdulásra utaló jelek feltárására és értékelésére, beleértve az emberi beavatkozással összefüggő veszélyt is;
- a 2 km-nél hosszabb, részben vagy egészben a telephelyen és annak 10 km-es környezetében lévő törés vizsgálatára abból a szempontból, hogy képes-e az felszínre kifutó elmozdulást okozni. Az ennél kisebb méretű, potenciálisan felszínre

---

<sup>3</sup> A felszínre kifutó permanens elmozdulást kiváltani képes szerkezet nem azonos az aktív szerkezettel.

kifutó elmozdulást okozó törést általában nem tekintjük szignifikánsnak, hacsak ezzel szemben valamilyen evidencia nem ismert;

- minden, a telephely 10 km-es körzetében kipattant történelmi és paleorengés vizsgálatára, illetve azok korrelációjának meghatározására a telephely 10 km-es körzetében lévő szerkezetekkel.

A potens vetők esetében, amelyek a telephely 10 km-es körzetében vannak és 2 km-nél hosszabbak, meg kell határozni a méretüket, a regionális szerkezetekkel való viszonyukat, a negyedidőszaki rengések jellemzőit, valamint meg kell határozni a negyedidőszaki vetőnyom elhelyezkedését a telephelyen és környezetében.

Ha a telephelyen és környezetében negyedidőszaki aktivitás tapasztalható, akkor a részletes feltárás a töréses szerkezet jellemző szélességének egy-, négyszeresét kitevő sávra terjedjen ki, attól függően, milyen magnitúdójú volt a maximális rengés. A kutatási terület meghatározását az alábbi táblázat mutatja:

3. táblázat Kutatási terület meghatározása

Magnitúdó	A kutatási terület szélessége a töréses zóna szélességének n-szereseként megadva, n=
Kisebb, mint 5,5	1
5,5-6,4	2
6,5-7,5	3
nagyobb, mint 7,5	4

Az ettől való eltérés megengedhető, ha arra valamilyen tudományos indok van, vagy ha a háromdimenziós feltárás és térképezés azt mutatja, hogy a töréses zóna keskenyebb. Ha a töréses zóna egy kilométernél kisebb jellemző szélességű, akkor a vizsgált terület szélessége egy kilométer. Általában a törések negyedidőszakinál öregebb szerkezetekkel való kapcsolatát, hacsak nincs valami ezzel ellentétes evidencia, potenciálisan nem veszélyesnek tekintik.

Megjegyzés: Felszínre kifutó elmozdulás létrejöhet nagy szeizmikus energia felszabadulása nélkül, például jelentős strike-slip típusú vető mentén kúszás, csúszás, vagy normál vetők esetében, jelentős anyagkitermelés következtében. Külön vizsgálat tárgya lehet, ha valamilyen emberi beavatkozás, bányászati tevékenység, vízzáró gát építése aktiválhat egy töréses szerkezetet.

Ha a telephelyen és környezetében felszínre kifutó, permanens elmozdulást létrehozni képes vető jelei tapasztalhatóak, akkor részletes geológiai, topográfiai, morfológiai, geodéziai vizsgálat, kormeghatározás és a mikroszeizmikus monitorozás adatainak feldolgozása szükséges a legutóbbi mozgások megállapításához, a potenciális veszély kizárásához.

Ha a telephelyen a felszínre kifutó, permanens elmozdulást létrehozni képes vető

lehetőségét tudományos evidenciák megbízhatóan alátámasztják, s az elmozdulás érintheti a létesítményt, a telephelyet alkalmatlannak kell nyilvánítani.

Lehetséges, hogy a múltbeli felszínre feltörő aktivitás jelei nem állapíthatók meg a felszín eróziója folytán kialakult időrés, illetve a fedőréteg takarása miatt. Ebben az esetben más, a telephelyhez hasonló fejlődésű területen végzett feltárás alkalmazható<sup>4</sup>.

## **5.6 A földrengések által kiváltott jelenségek vizsgálata és értékelése**

A talaj teherviselő képességének, a lejtők stabilitásának, s általában a geotechnikai veszélyek értékelésénél a statikus terhek, illetve a tartós, statikus terhelés hatásai mellett a földrengések dinamikus hatását is figyelembe kell venni<sup>5</sup>:

A telephelyvizsgálat és –értékelés fázisában elvégzendő a talaj stabilitásának elemzése a biztonsági földrengésre, amely a veszély azonosítását és jellemzését szolgálja, hogy azt a tervezés során az esetlegesen szükséges talajstabilizáció, illetve alapozási megoldások kiválasztásánál a tervező figyelembe vehesse.

A földrengések által kiváltott jelenségek hatásainak megfelelő kezelését a létesítés engedélyezési fázisában, a terv és az azt megalapozó elemzések birtokában lehet elbírálni.

Az üzemeltetési földrengésre vonatkozóan, a tervezés során célszerű elvégezni azokat az elemzéseket, amelyek a létesítmény üzemideje alatt feltehetően előforduló (üzemi esemény kategóriájába tartozó) talajmozgás hatására bekövetkező süllyedéseket, különösen a differenciális süllyedést értékelik.

Adott telephelyi viszonyok, jellemzők részletes elemzésére nincs szükség, ha az adott jellemzőre létezik, s igazolhatóan teljesül a jogszabályi vagy szabványos minősítő kritérium, korlátozás (például lejtő stabilitásra vonatkozó maximális dőlésszög).

Amennyiben a létesítmény, mint például az atomerőmű, jelentős hűtővizet igényel, a tervező igazolja a vízepítési szerkezetek stabilitását, az átáramlási keresztmetszetek megmaradását földrengés esetére. Ilyen elemzés szükséges a biztonsági és az üzemeltetési földrengésre egyaránt, mivel a két eseményre vonatkozó elfogadási kritériumok eltérőek lehetnek.

---

<sup>4</sup> A módszertant tekintve lásd a NAÜ SSG-9 Specific Safety Guide-ot.

<sup>5</sup> Lásd a NAÜ SSG-9 és NS-G-3.6 Safety Guide-okat.

## **6. A TELEPHELY GEOTECHNIKAI, HIDROGEOLÓGIAI VIZSGÁLATA ÉS ÉRTÉKELÉSE**

### **6.1 A vizsgálat és értékelés célja, terjedelme**

A geotechnikai és hidrogeológiai vizsgálat és értékelés célja:

- a) a telephely geotechnikai és hidrogeológiai leírása;
- b) a geotechnikai veszélyek meghatározása:
  - (i) a tervezés során figyelembe veendő adatok előállításához,
  - (ii) a biztonsági elemzésekhez;
- c) a telephely geotechnikai alkalmasságának értékelése;
- d) a hidrogeológiai adatok meghatározása a terjedésszámításokhoz.

A geotechnikai vizsgálat eredményeként lehet bemutatni:

- a telephelyet borító rétegek felépítését és annak térbeli változékonyságát;
- az egyes rétegeket alkotó talajok jellemzőit: összetételét, szerkezetét, paramétereit és ezek változékonyságát,

figyelembe véve

- a terület geológiai történetét, a földtani képződmények (rétegek) keletkezését, a rétegződés jellegzetességeit, a réteghatárok és az átmenetek sajátosságait (lásd a földtani vizsgálati programot);
- a felszín alatti vizek szintjeit, mozgásait, kémiai jellemzőit (lásd a hidrogeológiai, illetve hidrológiai vizsgálati programot).

Ennek alapján készíthető el olyan modell, amely

- összhangban van a terület geológiai történetével,
- megfelelően értelmezi a vizsgálati eredményeket,
- jellemzi, illetve kizárja a geotechnikai veszélyeket,
- alkalmas a tervezés során figyelembe veendő geotechnikai adatok meghatározására,
- alkalmas a vízföldtani környezetben a kibocsátások transzportjának elemzésére.

A telephely geotechnikai és hidrogeológiai jellemzése (módja és részletessége) alkalmazkodik a megismert talajadottságokhoz és a létesítmény jellegéhez.

A vizsgálat a következőkre terjed ki:

- geológiai rétegződés,
- talajszilárdsági jellemzők,
- talaj-alakváltozási jellemzők,
- pórusvíznyomás-eloszlás a szelvény mentén,

- a víztartó és -áteresztő rétegek térbeli elhelyezkedése,
- vízáteresztő-képesség jellemzői,
- tömöríthetőség,
- talaj – talajvíz agresszivitás,
- talajjavítás lehetősége,
- fagyveszélyesség.

A fentiek szerinti vizsgálatoknál különös figyelmet kell fordítani az alábbiakra:

- üregek,
- esetleges instabilitás,
- hidrogeológiai hatások,
- vetődések, repedések,
- kúszási jelenségek,
- térfogatváltozás, roskadás,
- mesterséges vagy hulladék anyagok jelenléte a hidrogeológiai közegben.

A hidrogeológiai feltárás eredménye:

- víztartó, vízzáró rétegek, felületek meghatározása, jellemzése,
- a talajvízszint szezonális változásának meghatározása,
- a szivárgási tényezők meghatározása, illetve
- mindazok az adatok, amelyek a kiválasztott modellezési, elemzési eszközökkel az áramlási szimulációt lehetővé teszik.

A vizsgálatok terjedelmét a telephely ismert, illetve nyilvánvaló sajátosságai (például sík terep) és a szabványok szerinti geotechnikai kategóriájának figyelembevételével lehet meghatározni.

A telephelyvizsgálat szakaszában a geotechnikai vizsgálatok és értékelés nem terjednek ki minden, a geotechnikai tervezéshez, létesítéshez szükséges részlet meghatározására. A telephelyvizsgálat szakaszában a telephely általános geotechnikai jellemzése és a geotechnikai szempontú alkalmasságának megállapítása a cél. A vizsgálat középpontjában a telephely, illetve ezen belül az építésre kijelölt terület általános geotechnikai és hidrogeológiai jellemzése áll, amely

1. a telephely geotechnikai-hidrogeológiai feltárására és térinformatikai adatbázisának alapjaira épül (1:500 léptékű térkép és ezzel összhangban lévő szelvényezés és leírás);
2. megadja
  - a) a talajrétegek teherviselő képességének jellemzését;
  - b) a szabadfelszíni válaszspektrum kiszámításához szükséges talajmechanikai adatokat;

- c) a talajstabilitás (a talajfolyósodás veszélyének) értékeléséhez szükséges adatokat;
  - d) az alapvető adatokat a hidrogeológiai környezetbe történő transzport számításához;
3. tartalmazza a talajstabilitás értékelését, s ebből a talajstabilizáció szükségességére vonatkozó megállapítást és alapvető információt a tervező számára.

A tervezés és a létesítés előkészítése során történik a részletes geotechnikai feltárás és az adatok pontosítása az alapozás és az építés tervezéséhez kiválasztott szabványok szerint. Ezeket a részletes és célzott vizsgálatokat a tervező írja elő. A terv telephelyi viszonyoknak megfelelő voltát a létesítmény tervének ellenőrzése, a létesítés engedélyezése keretében lehet elvégezni. A tervezéshez és kivitelezéshez szükséges vizsgálatok a következő, értelemszerűen vizsgálandó kérdésekről adnak tájékoztatást:

- alapozási módok és szintek,
- erózió elleni védekezés,
- duzzadás és zsugorodás elleni védekezés,
- talajjavítás vagy egyéb stabilizáló beavatkozások,
- az alapozás tervezése,
- drének, víztelenítés és szűrőrétegek,
- fagyérzékenység,
- az építőanyag tartóssága az adott altalajban.

## **6.2 A vizsgálat és értékelés programja, dokumentálása**

### *6.2.1 A program kidolgozásának alapja*

Általában a telephelyekről több geotechnikai adatforrás is rendelkezésre áll, amelyeket a vizsgálati program kidolgozásánál célszerű figyelembe venni. Ilyenek az alábbiak:

- a hatályos előírások és kötelező normatív dokumentumok,
- a vizsgálat tárgyára vonatkozó szakirodalom,
- a vizsgált területre vonatkozó, korábban készített jelentések,
- domborzati térképek,
- régi térképek, amelyek az adott helyszín korábbi használatát ismertetik,
- geológiai térképek és leírások,
- mérnökgeológiai térképek,
- hidrogeológiai térképek és leírások,
- geotechnikai térképek,
- légi felvételek és korábbi fényképértelmezések,

- légi geofizikai vizsgálatok,
- a helyszínen és környezetében végzett korábbi vizsgálatok,
- a területre vonatkozó korábbi tapasztalatok.

A program kidolgozásának másik forrása a tervezendő létesítmény azon jellemzőinek vizsgálata, amelyek a geotechnikai veszélyek biztonsági relevanciájára utalnak.

Fentiek határozzák meg azokat a célzott vizsgálatokat, amelyek lehetnek terepi és laboratóriumi vizsgálatok.

## 6.2.2 A vizsgálati program

### 6.2.2.1 A vizsgálati program elemei

A vizsgálati program legalább az alábbi elemeket tárgyalja:

- a) a geotechnikai és hidrogeológiai vizsgálat célja és terjedelme;
- b) a létesítmény fő jellemzői (az esetleges tervváltozatok érzékenysége a geotechnikai veszélyekkel szemben);
- c) a rendelkezésre álló adatok, ismeretek kritikai feldolgozása, összefoglalása és értékelése:
  - (i) a geodéziai adatok, légi felvételek,
  - (ii) az építési helyszín története,
  - (iii) a telephely és környezete bejárásakor szerzett ismeretek, különös tekintettel a veszélyekre utaló jelekre,
  - (iv) a térségben szerzett korábbi tapasztalatok,
  - (v) a térség geológiai adottságai, szeizmicitása;
- d) a terepi és laboratóriumi vizsgálatok terve:
  - (i) a feltárás és a mintavétel módszerei, terve, ütemezése
  - (ii) a vizsgálóberendezések típusa,
  - (iii) a vizsgálati módszer, szabvány;
- e) a terepi és laboratóriumi munka eredményeinek feldolgozása, értékelése, beleértve a talajfeltárást ellenőrző személyzet terepi megfigyeléseinek értékelését is;
- f) az adatok dokumentálása, megjelenítése, tárolása;
- g) a tervezés során figyelembe veendő adatok származtatása;
- h) a geotechnikai veszélyek értékelése.

### 6.2.2.2 Geotechnikai és hidrogeológia vizsgálatok

Terepi vizsgálatok:

- geofizikai vizsgálatok (szeizmikus szelvényezés, talajradar, vezetőképesség-mérések),



- penetrációs vizsgálatok (szondázások),
- in-situ vizsgálatok (nyírószondázások, vízáteresztő-képesség meghatározása, presszió-, dilatométeres vizsgálatok),
- talaj-és kőzetmintavétel,
- talajvízre vonatkozó mérések (megütött, nyugalmi vízszintek, vízmintavétel),
- nagymodellvizsgálatok (közvetlen mérések és megfigyelések teherbírásra, süllyedésre, például próbaterhelések).

Laboratóriumi vizsgálatok egyes geotechnikai paraméterek meghatározására:

- ödométeres vizsgálat,
- triaxiális vizsgálat,
- változó nyomású áteresztőképesség-vizsgálat,
- állandó nyomású áteresztőképesség-vizsgálat,
- közvetlen nyírás,
- szilárdsági index vizsgálatok,
- szítálás,
- közvetlen, egyszerű nyíróvizsgálat.

A feltárások, fúrások, mintavételek hálóját a telephely mérnökgeológiai komplexitása szerint célszerű optimalizálni.

A vizsgálati program meghatározza, hogyan kell értékelni a terepi és a laboratóriumi vizsgálatok során keletkezett adatok megbízhatóságát, milyen statisztikát kell alkalmazni az értékelése során, s milyen követelményeket kell érvényesíteni a mértékadó adatok származtatásánál.

### 6.2.2.3 A geotechnikai és földtani programok kapcsolata

A telephely földtani és geotechnikai vizsgálata között nyilvánvaló kapcsolat van. A földtani vizsgálat megadja a geotechnikai vizsgálatokhoz a terület földtani, morfológiai, hidrogeológiai leírását. A geotechnikai vizsgálati eredmények közül a mértékadó földrengés szabadfelszíni jellemzői kiszámításához az alábbi adatok szükségesek a földtani program számára:

- a talajrétegek részletes jellemzése addig a mélységig, ahol a nyíróhullám sebessége már nagyobb, mint 1100 m/s;
- a P és S hullámok terjedési sebességének, a rétegek sűrűségének, alakváltozás-függő csúsztató rugalmassági modulusának és csillapításának, valamint Poisson-tényezőjének meghatározása.

A földtani program fenti adatigényét célszerű a geotechnikai vizsgálatok programjába szerepeltetni. Ezen vizsgálatok módszere a cross-hole és up-hole / down-hole szeizmikus tesztelés.

## 6.2.2.4 A vizsgálati szempontrendszer

A vizsgálatok szempontrendszerét az alábbi táblázat mutatja be.

4. táblázat: A vizsgálatok szempontrendszere

Szakterület	Földtani szempontok	A telephely alkalmasságát kizáró vagy intézkedést igénylő körülmény
Geomorfológia	a létesítmény befogadására elégséges kiterjedésű, pozitív domborzati forma	meredek ( $>15^\circ$ szilárd alkotó kőzet és $>5^\circ$ laza alkotó kőzet esetén), vagy erősen tagolt felszínű, vagy erózió-, csuszamlás-, kúszásveszélyes területen
	meredek dőlésű vagy erősen tagolt felszín	
	erózióveszélyes felszín	
	aktív földcsuszamlásos és csuszamlásveszélyes terület	
	aktív vagy potenciális üledéklerakódás területe	
	felszín alatti természetes üregek	felszín alatti természetes eredetű üregek, barlangok, azok geomechanikai hatásterületén belül
Geomechanika	felhagyott vagy működő bányák, más mesterséges felszín alatti üregek és geomechanikai hatásterületeik	felszín alatti mesterséges eredetű üregek, barlangok, bányák, pincék vagy más rekultiválatlan műtárgyak felett, azok geomechanikai hatásterületén belül
	korábbi rekultiválatlan mélyfúrások és egyéb felszín alatti műtárgyak	
	felszíni szennyeződéserzékeny képződmények	kedvezőtlen geomechanikai adottságok, különösen a felszínközeli elhelyezkedő térfogatváltozó agyag, magas talajvíz, kis teherbírású tőzeg, könnyen oldódó és térfogatváltozó anhidrit
	a képződmények teherbírása	
	statikus vagy dinamikus terhelés hatására folyósodásra hajlamos képződmények	
	víztartalom-változás hatására térfogatváltozó anyagok	
tőzeg, anhidrit		
Geokémia	korrozív mállástermékű kőzet, illetve kőzetek a környezetben	
	a földtani környezet szorpciós és ioncserélő kapacitása	
Hidrogeológia	szivárgási tényező	a potenciális szennyeződés gyors terjedése a felszín alatti vizekben a bioszféráig (a tervezésnek kell biztosítania, hogy a tervezési alapba és kiterjesztésébe tartozó események következtében a hidrogeológiai közegbe történő kibocsátás, a többi kibocsátási útvonallal és felvételi lehetőséggel együtt se okozhasson a megengedettnél nagyobb dózisokat)
	lefelé mutató hidraulikus gradiens	

Szakterület	Földtani szempontok	A telephely alkalmasságát kizáró vagy intézkedést igénylő körülmény
	karsztosodásra hajlamos képződmények a felszínen vagy a felszín alatt	100 méternél kisebb mélységben lévő, karsztképződésre hajlamos képződmények felett, attól 1,0 km távolságon belül;
	talajvízszint	
	a létesítmény miatt vagy természetes okokból bekövetkező potenciális változás az áramlási viszonyokban	
	a felszín alatti vizek minősége	
	agresszív, korrozív víz-geokémiai jellemzők	

#### 6.2.2.5 Az értékelés

A telephelyvizsgálat fázisában a geotechnikai és hidrogeológiai értékelés kiterjed a telephely alapvető jellemzőire, azaz tartalmazza az alábbiakat:

- valamennyi réteg geotechnikai leírását, amely lehetőséget ad a talajkörnyezet alapvető tervezési paramétereinek meghatározására, beleértve:
  - a talajok ásványi összetételét, mechanikai tulajdonságait,
  - a felszín alatti vizek kémiai jellemzőit és minősítését,
  - a hidrogeológiai közeg transzport paramétereit, ezek értéktartományát,
  - a telephely alatti közeg visszatartó (retenciós), késleltető (retardációs), megkötő (szorpciós) képességét,
- a felszín alatti vizek mélységének, szezonális ingadozásainak és mértékadó szintjeinek meghatározását.

Az értékelés felépítése:

- az építési helyszín és környezete bemutatása;
- a geodéziai adatok;
- a talajkörnyezet és a felszín alatti vizek összefoglaló jellemzése;
- a geotechnikai körülmények, a kockázatok bemutatása, a tervezés talajkörnyezeti modellje, beleértve a talajjellemzők és a vízadatok alapvető tervezési értékeit, a geotechnikai tervezési követelmények, az elkerülendő határállapotok és az elfogadható kockázatok ismertetése;
- a tervezés vízföldtani modellje, beleértve a transzportjellemzőket, vízminőségeket, vízhasználatot (ez utóbbit a földrajzi vizsgálati programmal összhangban), valamint a felszíni vizekből és talajból történő beszivárgás jellemzőit (a hidrológiai programmal összhangban);
- a geotechnikai és vízföldtani megfigyelésre, monitorozásra vonatkozó javaslat;

- az alkalmazott szabványok, előírások és irányelvek, illetve szakirodalom és szakmai számítógépes programok jegyzéke.

Az értékelés tartalmazza:

- a jogszabály szerint kizáró geotechnikai körülményeket, illetve azok hiányának megállapítását;
- a talaj teherviselő képességének jellemzőit, az alapozás tervezésénél figyelembe veendő (s a tervezés fázisában részletes vizsgálat tárgyát képező) mérnökgeológiai sajátosságok megállapítását;
- a terület építés előtti, alatti és utáni állékonyságának előzetes értékelését.

Az értékelés fontos részét képezik azok a feltevések, megfontolások, amelyek a telephelyi adottságokban a létesítmény életciklusa során bekövetkező lehetséges változásokra vonatkoznak, s amelyek ellenőrzésére, monitorozásra szükség lehet.

A tervezés fázisában végzett vizsgálatok eredményei alapján az építési terület jellemzése akkor tekinthető elégségesnek és megfelelőnek, ha:

- tartalmazza valamennyi réteg geotechnikai adatainak és ezek értéktartományainak olyan bemutatását, mely lehetőséget ad a talajkörnyezet tervezési paramétereinek kiválasztására, illetve ezen információ megfelelő térinformatikai rendszerben való megjelenítésére;
- meghatározhatók az erőtanai számításokban a talajfeszültségek;
- igazolhatók a teherbírási, az állékonysági és az alakváltozási követelmények;
- elvégezhető a süllyedések számítása és elemzése;
- igazolható a geotechnikai, hidrogeológiai környezet állékonysága és védelme.

#### 6.2.2.6 A vizsgálati eredmények dokumentálása

Vizsgálatok során nagy mennyiségű mérési jegyzőkönyv keletkezik. Ezek alapján lehet megszerkeszteni a telephely mérnökgeológiai jellemzését adó rétegszelvényeket, amelyek alapján célszerű háromdimenziós térinformatikai adatbázist létrehozni.

## 6.3 A geotechnikai veszélyek értékelése

### 6.3.1 *A lejtő instabilitás, erózió-, csuszamlás- és kúszásveszély*

A telephelyvizsgálat szakaszában ellenőrizendő a telephely alkalmasságának előírt feltétele, azaz, hogy a telephely ne legyen meredek ( $>15^\circ$  szilárd alkotó kőzet és  $>5^\circ$  laza alkotó kőzet esetén), vagy erősen tagolt felszínű, vagy erózió-, csuszamlás-, kúszásveszélyes területen.

A létesítmény biztonsága szempontjából kiszűrhető az a természetes vagy mesterséges rézsű, amely megcsúszása esetén a törmelék nem érheti el a telephelyet. Ezt a rézsű megcsúszásának determinisztikus, szabványok szerinti elemzésével célszerű eldönteni, amelyet a rézsű dőlésszöge, magassága, rétegrendje, víztartalma alapján lehet elvégezni. Ezt az információt a telephely fentiekben vázolt geotechnikai vizsgálati programja szolgáltatja.

Ha a fenti alkalmassági kritérium teljesül, célszerű tovább ellenőrizni az instabilitás-veszélyt a telephelyre jellemző földmozgások, valamint az extrém csapadék figyelembevételével (a telephely földtani vizsgálati programjával összhangban). Ebben az esetben a rétegekre ható inerciaerőt egyszerűsített számítással, az egyenértékű statikus módszer alapján lehet származtatni. A számításban a vertikális gyorsuláskomponens mindkét irányban figyelembe veendő. A csúszásveszély értékelésénél minimum 1,5 biztonsági tényezőt ajánlott használni.

A csúszásveszély ellen léteznek bevált műszaki intézkedések. A tervezés szakaszában kell meghatározni a rézsű stabilitását szolgáló intézkedéseket, amelyek megfelelő voltát a létesítés engedélyezése során lehet ellenőrizni.

### 6.3.2 *A felszín beomlása*

A telephely alkalmasságának előírt kritériuma, hogy léteznek-e a területen természetes képződmények (barlangok, karsztképződmények) és ember által létrehozott objektumok (bányák, víz vagy olajkutak), amelyek a felszín beomlását, süllyedését vagy megemelkedését okozhatják. A fentiekben vázolt geotechnikai vizsgálati program elégséges információt szolgáltat annak eldöntésére, hogy a nukleáris létesítmény telepítését kizáró okok nincsenek, azaz a tervezett telephely alatt:

- a) nincsenek 100 méternél kisebb mélységben lévő, karsztképződésre hajlamos képződmények, attól 1,0 km távolságon belül;
- b) nincsenek felszín alatti természetes vagy mesterséges eredetű üregek, barlangok, bányák, pincék vagy más rekultívatlan műtárgyak, azok geomechanikai hatásterületén belül.

A b) pont alatti kritérium teljesülésének vizsgálatánál célszerű mérlegelni, hogy van-e mód a telephely felszínének beomlását, roskadását, süllyedését megakadályozó műszaki intézkedésekre. Ez a veszélyt jelentő üreg, műtárgy stb. kiterjedése, elhelyezkedése, valamint a kipróbált műszaki megoldások mérlegelésével történhet.

A telephely-vizsgálati program megfelelő információt szolgáltat a megvalósíthatóság eldöntéséhez, illetve a műszaki intézkedések tervezési alapjának meghatározásához. A geotechnikai tervezés során kiegészítő információkra lehet szükség, amely a telephelyvizsgálat alapvető igényein túlmutat. Ilyen esetben a telephely geotechnikai értékelése magában foglalja a műszaki megoldás leírását és az intézkedés hatásának determinisztikus értékelését.

### 6.3.3 *A talaj roskadása*

A roskadás egyes talajok – elsősorban a lösz – térfogatának gyors csökkenése, amely terhelés és vízzel való elárasztás hatására jöhet létre. Az arra hajlamos talajok roskadásának kompressziós feszültség állapotában végzett kísérleti meghatározása a vizsgálati program tárgya. A roskadás mértéke függ a szemcsék nagyságától és a talaj tömörségétől. A roskadásra való hajlamot ödométeres vizsgálattal lehet megállapítani. A roskadásra való hajlam megítélésére szolgál a fajlagos roskadási tényező. Ha a roskadási tényező értéke nagyobb, mint 0,020, akkor a vizsgált talaj roskadásra hajlamos, roskadás szempontjából veszélyes, amit a tervezés során figyelembe kell venni.

#### 6.3.4 Süllyedés

A létesítmény süllyedésének számítása a talajterhelés, a talajvízszint szezonális vagy építés okozta változása és a földrengések dinamikai hatásának figyelembevételével történik, amelyet a tervezés fázisában végeznek el. A számításhoz szükséges előzetes adatok a geotechnikai és vízföldtani vizsgálat eredményeként a telephelyvizsgálat szakaszában képződnek, amelyeket a tervező rendelkezése szerint pontosítanak a tervezés során. Annak eldöntése, hogy sem a süllyedés mértékét, sem pedig folyamatát tekintve nem okozhat biztonsági funkciókat befolyásoló szerkezeti vagy technológiai hatást, történhet konzervatív számítás alapján és szabványok szerint. Korszerű süllyedéselemzési elméletek alkalmazására laza talajok esetén lehet szükség, ha a konzervatív számítás eredménye nem kielégítő.

#### 6.3.5 Talajfolyósodás

A talajfolyósodás értékelését laza, vízzel telített, kohéziómentes talajok, iszapos vagy agyagos homok esetén végezzük el. Ehhez az alábbi vizsgálatokra, illetve primer adatokra van szükség:

- a felszín alatti vizek mélysége, szezonális ingadozásai és mértékadó szintjei,
- szítálás, szemcseméret-eloszlás, plaszticitás,
- SPT, CPT ütésszámok a mélység függvényében,
- sűrűség- vagy relatív sűrűség-eloszlás,
- közvetlen egyszerű nyíróvizsgálat,
- ciklikus szilárdság, zavartalan minták laboratóriumi ciklikus terhelés vizsgálata,
- triaxiális vizsgálat,
- alakváltozás-függő nyírószilárdság és csillapítás,
- konszolidációs teszt,
- korábbi talajfolyósodás-esetek vizsgálati feljegyzései,
- in-situ vizsgálatok (nyírószondázások, vízáteresztő-képesség meghatározása, presszió-, dilatométeres vizsgálatok).

Három alapvető módszer létezik a folyósodásra való hajlam értékelésére<sup>6</sup>:

1. Empirikus módszer, amely a talajfolyósodás-esetek elemzése alapján az SPT vagy CPT ütésszámok, a talajréteg alapvető jellemzői, a földrengés magnitúdója, illetve a folyósodásra való hajlam között korrelációt állít fel.
2. Egyszerű analitikus módszer, amely az alábbi lépésekből áll:

---

<sup>6</sup> Lásd a NAÜ SSG-9 és NS-G-3.6 Safety Guide-kat.

- az alapozás alatti rétegek ciklikus teherviselő képességének meghatározása (korrigálva a laboratóriumi és az in-situ körülmények közötti különbség figyelembevételével),
- jellemző gyorsulás-idő diagramok előállítása,
- minden rétegben a feszültségek kiszámítása és transzformációja az egyenértékű ciklusok által okozott feszültségekre,
- a számított és a meghatározott ciklusszámok összehasonlítása.

Megjegyezzük, hogy a mértékadó akcelerogramma nem feltétlenül azonos a biztonsági földrengés UHRS alapján generálható gyorsulás-idő függvényvel. A talajfolyósodás elemzésénél kiválasztható olyan földrengés, amely a talajfolyósodás szempontjából a legkedvezőtlenebb amplitúdójú és frekvenciájú ciklusokat generálja, azaz például egy jellemző, távoli, nagy rengés akcelerogrammája.

3. Bonyolult analitikus módszer, amelyben a talaj konstitutív egyenlete beépül a nemlineáris számításba, amely eredménye közvetlenül a pórusnyomás és a nyírófeszültség.

Az empirikus módszert szűrésre célszerű alkalmazni minden olyan esetben, amikor a tulajdonságok alapján feltehető, hogy a talaj folyósodásra hajlamos. Ha az így meghatározott biztonsági tényező értéke 1,4 vagy kisebb, szükség van a talajfolyósodás részletes vizsgálatára és a veszélyt kizáró műszaki intézkedések foganatosítására<sup>7</sup>.

Bonyolult analitikus módszert akkor célszerű alkalmazni, ha kifejezetten folyósodásra hajlamos talajú telephely megfelelése az elemzés célja.

A talajfolyósodás értékelése minden esetben magában foglalja a talajmechanikai adatok és a módszerek bizonytalanságának értékelését is. A bizonytalanságokat egyszerűbb esetben a talajfolyósodás veszélyét tekintve konzervatív talajmechanikai adatok felvételével, bonyolultabb esetben valószínűségi módszerekkel (logikai fa) lehet értékelni.

Ha a talajfolyósodás bekövetkezhet olyan gyakorisággal, amely jellemző a tervezési alapba tartozó eseményekre, akkor a telephelyet az érvényes előírások alapján nem megfelelőnek minősítjük, kivéve, ha léteznek bevált műszaki megoldások a talajfolyósodás kiküszöbölésére (például talajcsere, cölöpalapozás, kavicscölöpös talajjavítás stb.). A létesítmény tervében meghatározott műszaki megoldásokat és azok megfeleléségének értékelését a terv ellenőrzése, a létesítés engedélyezése során lehet elvégezni. A talajfolyósodás elleni védettséget a tervezési alap kiterjesztésébe tartozó veszélyek esetére is biztosítani kell.

## **6.4 A tervezés során figyelembe veendő adatok meghatározása**

A tervezés során figyelembe veendő geotechnikai és hidrogeológiai alapadatok az

---

<sup>7</sup> Itt célszerű felhasználni az US NRC Regulatory Guide 1.198-ban található műszaki útmutatót.

alábbiak:

1. a telephely geotechnikai-hidrogeológiai 1:500 léptékű térképe és ezzel összhangban lévő leírása, amely tartalmazza:
  - a) a talajrétegek teherviselő képességének jellemzését,
  - b) a szabadfelszíni válaszspektrum kiszámításához szükséges talajmechanikai adatokat,
  - c) a talajstabilitás (a talajfolyósodás veszélyének) értékeléséhez szükséges adatokat,
  - d) az alapvető adatokat a hidrogeológiai környezetbe történő transzport számításához,
2. tartalmazza a talajstabilitás értékelését, s ebből a talajstabilizáció szükségességére vonatkozó megállapítást és alapvető információt a tervező számára.

Az adatközlés a bizonytalanságok értékelését, valamint az adatok változékonyságának elemzését és a változások követésére javasolt monitorozást is tartalmazza. A tervezés során figyelembe veendő adatok végleges megállapítása, pontosítása a tervezés során, a tervező által előírtaknak és az alkalmazott szabványoknak megfelelően történik.



## **7. A TELEPHELY METEOROLÓGIAI VIZSGÁLATA ÉS ÉRTÉKELÉSE**

### **7.1 A vizsgálat és értékelés célja, terjedelme**

A meteorológiai vizsgálat és értékelés célja a telephelyre jellemző meteorológiai jellemzők meghatározása:

- a) a tervezéshez,
- b) a kibocsátások terjedésszámításaihoz.

A telephelyi meteorológiai jellemzők ahhoz is szükségesek, hogy a végső hőelnyelő rendelkezésre állását értékelni lehessen a hőelvitel műszaki koncepciójának (frissvízhűtés, hűtőtorony, esőztető medence stb.), valamint a meteorológiai viszonyok hosszú távú változékonyságának figyelembevételével.

A meteorológiai vizsgálat eredményeként lehet bemutatni:

- a telephely és környezetének éghajlattani jellemzését,
- az időjárási megfigyelések adatait,

figyelembe véve

- a telephelyen létesített megfigyelő állomás által mért adatokat,
- és az állomás létesítése előtti időszakról rendelkezésre álló adatokat.

Ennek alapján készíthető el a telephelyi meteorológiai modell/leírás, amely:

- összhangban van a terület mezo- és mikroklimájával,
- megfelelően értelmezi a vizsgálati eredményeket,
- jellemzi a meteorológiai szélsőségeket,
- alkalmas a tervezés során figyelembe veendő meteorológiai adatok meghatározására.

A telephely meteorológiai vizsgálata (módja és részletessége) alkalmazkodik a létesítmény jellegéhez (atomerőmű, kutatóreaktor, kiégett üzemanyag tárolója), valamint a telephelyről és környezetéről rendelkezésre álló adatokhoz és ismeretekhez.

Fentiekben megfogalmazott vizsgálati célok eléréséhez legalább az alábbi meteorológiai adatforrásokat szükséges felhasználni:

- Magyarországon a nemzetközi normák szerint végzett meteorológiai megfigyelések, mérések, adatgyűjtés által biztosított, illetve elérhető adatok (Országos Meteorológiai Szolgálat adatbázisai);
- Magyarország éghajlatára és időjárására vonatkozó szakirodalom;
- a telephelyre és környezetére vonatkozó feljegyzések, korábbi vizsgálatok anyagai;
- a tervezendő létesítményre vonatkozó minden olyan adat, amely a meteorológiai veszélyek relevanciájára utal;

- a telephelyen végzett célzott mérés és adatgyűjtés.

## **7.2 A vizsgálat és értékelés programja**

### *7.2.1 A program kidolgozásának alapja*

A vizsgálati program összeállításánál számításba veszik:

- a hatályos előírásokat és kötelező normatív dokumentumokat,
- a fentiekben felsorolt meteorológiai adat- és információforrásokat.

### *7.2.2 A vizsgálati program*

#### *7.2.2.1 A vizsgálati program elemei<sup>8</sup>*

A vizsgálati program legalább az alábbi elemeket tárgyalja:

- a) a meteorológiai vizsgálat célja és terjedelme,
- b) a létesítmény fő jellemzői (az esetleges tervváltozatok érzékenysége a meteorológiai veszélyekkel szemben),
- c) a rendelkezésre álló adatok, ismeretek kritikai feldolgozása, összefoglalása és értékelése:
  - (i) éghajlattani adatok és ismeretek értékelése,
  - (ii) a meteorológiai szolgálat által mért időjárási adatok vizsgálata,
  - (iii) a térségben szerzett korábbi tapasztalatok vizsgálata,
- d) a telephelyi vizsgálat terve:
  - (i) a meteorológiai állomás és torony terve,
  - (ii) a vizsgálóberendezések típusa,
  - (iii) a vizsgálati módszer, szabvány;
- e) az intézményesen gyűjtött és a telephelyi állomás eredményeinek feldolgozása és értékelése;
- f) az adatok dokumentálása, megjelenítése, tárolása;
- g) a tervezés során figyelembe veendő adatok származtatása:
  - (i) tervezési paraméterek (szélsebesség, hőmérsékletek, csapadék és hőteher),
  - (ii) terjedésszámítási inputadatok;
- h) a meteorológiai veszélyek értékelése.

A meteorológiai vizsgálat és értékelés speciális területe:

---

<sup>8</sup> Lásd a NAÜ SSG-18 Specific Safety Guide dokumentumát.

- i) a klímaváltozás következményeinek mérlegelése,
- j) a létesítmény mikroklímára gyakorolt potenciális hatásának elemzése.

A meteorológiai vizsgálat és értékelés programjának kötelező fejezete:

- k) javaslat a meteorológia megfigyelésre a létesítmény teljes élettartamára vonatkozóan.

A vizsgálati program tartalmazza, hogy az értékelés során milyen követelményeket kell érvényesíteni az adatok megbízhatóságával kapcsolatban, illetve milyen statisztikát kell alkalmazni.

#### 7.2.2.2 A telephelyi meteorológiai vizsgálatok programja<sup>9</sup>

A telephelyi meteorológiai vizsgálatok célja a terjedésszámításokhoz szükséges telephely-specifikus meteorológiai és diszperziós jellemzők meghatározása.

A vizsgálat alapvető eszköze a jellemzők függőleges profiljának mérésére szolgáló meteorológiai torony.

A telephelyi méréseket a topológiai viszonyok, a természetes felszintakaró, az épített környezet, a földhasználat és maga a létesítmény is befolyásolja.

A mérőtorony telepítésénél (s majd később az adatok értékelésénél) ezek fontos körülményeknek számítanak. Különösen a sekély völgyek befolyásolhatják a lokális szélviszonyokat.

Az alábbi paraméterek vizsgálata képezi a telephelyi mérési programot:

- a szélesség és –irány,
- az atmoszférikus turbulencia jellemzői,
- a csapadék,
- a hőmérséklet,
- talajhőmérséklet 2-100 cm-ig,
- légnedvesség,
- páratartalom,
- légnyomás,
- napfénytartam,
- felhőzet mennyisége, magassága,
- látástávolság,
- hóréteg vastagsága,

---

<sup>9</sup> Lásd például az US NRC Regulatory Guide 1.23, "Onsite Meteorological Programs."

- egyéb időjárási jelenségek,
- a jelenségek időtartama.

Az érzékelők adataiból számíthatók a következő másodlagos mennyiségek:

- léghőmérséklet gradiens és profil,
- szélesség gradiens és profil,
- szélesség-fluktuáció,
- szélirány-fluktuáció,
- függőleges szélesség fluktuációja.

Az adatokat és a vertikális eloszlást legalább a potenciális kibocsátás magasságáig kell mérni. A szélesség és -irány folyamatos mérését célszerű megvalósítani.

A meteorológiai adatok mérését legalább óránként célszerű végezni. A mintavételi és az átlagolási idő az elemzési igényhez illeszthető.

A turbulenciavizsgálathoz – a modellezés igényétől függően – az alábbi adatok mérésére van szükség:

- szélirány-fluktuáció ( $\sigma$ - $\theta$  módszer);
- levegő hőmérséklete és hőmérséklet-változás sebessége ( $\delta T$  módszer);
- szélesség, sugárzás és felhőtakaró nappal, felhőzet és kisugárzás éjjel;
- szélesség különböző magasságokban.

A csapadékmérést legalább óránként célszerű elvégezni. A csapadékintenzitás és a csapadékforma egyaránt mérés tárgya.

Az óras adatok rögzítését és tárolását a létesítmény teljes élettartamára célszerű megoldani, mivel a monitorozás folytatása követelmény, s az időszakos felülvizsgálatok is igénylik.

Az óránál rövidebb átlagolású (tízperces) adatok, az aktuális adatok a kibocsátást követő terjedésszámításhoz szükségesek.

A torony és a mérőállomás telepítésénél célszerű figyelembe venni azt a követelményt, hogy a lokális meteorológiai körülmények monitorozását a létesítmény teljes élettartama során végezni kell. Ez értelemszerűen befolyásolja a rendszer tervezett élettartamát, a műszaki eszközök és a kivitel megválasztását, a működtetés és állapotfenntartás rendszerét.

### 7.2.2.3 Az értékelés

Az értékelés a következőket tartalmazza:

- a telephely éghajlati jellemzése;
- a meteorológiai körülmények és a tervezés során figyelembe veendő szélsőértékek meghatározása;

- a meteorológiai megfigyelés eredménye, a terjedésszámításhoz szükséges adatok meghatározása;
- a későbbi életciklus szakaszokban végzendő megfigyelés leírása;
- a meteorológiai jellemzők hosszú távú változásának prognosztizálása;
- a klímaváltozás következményeinek mérlegelése;
- a létesítmény mikroklímára gyakorolt potenciális hatásának elemzése;
- az alkalmazott szabványok, előírások és irányelvek, illetve a szakirodalom és a szakmai számítógépes programok jegyzéke.

### **7.3 A tervezés során figyelembe veendő adatok meghatározása**

#### *7.3.1 A módszertan alapjai*

A tervezés során figyelembe veendő meteorológiai szélsőségeket a Kr. 3. melléklet valószínűségi kritériumai alapján kell meghatározni.

Az értékelés három fő lépésből áll:

1. A reprezentatív adatsorok kiválasztása
2. A statisztikai feldolgozás módszerének meghatározása
3. A statisztikai adatfeldolgozás

A telephely meteorológiai vizsgálatánál a telephely környezetében lévő, telephellyel azonos vagy hasonló klimatikus körülmények között működő mérőállomások adatait is fel lehet használni.

A környező állomások adatainak használhatóságát a mikrometeorológiai, mezo- és mikroklimatikus és topográfiai szempontok szerint lehet megítélni.

A különböző időszakokban és helyeken végzett mérések periodicitását, időtartamát, az adatátlagolás időtartamát egységesíteni, normalizálni szükséges az azonos értelmezhetőség érdekében. Az éves idősorokat semleges időpontban célszerű indítani, például a maximumok vizsgálatánál éves minimummal kezdve.

A statisztikai feldolgozás módszertana a szélsőérték-elemzés. A feldolgozás a meteorológiai nemzetközi szabványok alkalmazásával vagy azzal egyenértékű szabványok, előírások<sup>10</sup> szerint történhet.

A meteorológiai adatsorok reprezentálhatnak nem stacionárius véletlen folyamatot is, különösen, ha feltételezünk bizonyos éghajlat-változási tendenciákat, amit az értékelésnél számításba kell venni.

---

<sup>10</sup> Lásd a NAÜ SSG-18 Specific Safety Guide dokumentumát.

### 7.3.2 A mértékadó szél

Az extrém szélességek meghatározása 3 másodperces szélökéssebesség, 60 másodperces, illetve 10 perces szélességmérések alapján történhet a vizsgálati módszerek szerint. A mért adatokat normalizálni szükséges az átlagolási idő, a magasság és a terep felületi érdessége, a topografikus viszonyok figyelembevételével.

Célszerű az adatokat a 10 méteres magasságra normalizálni, de egyes karcsú létesítmények esetében ettől eltérő, nagyobb magasság is figyelembe vehető. Az extrém szélességet a szél keletkezésének mechanizmusa szerint külön-külön célszerű értékelni. Egyes vihartípusok és keletkezési mechanizmusok esetére vannak tapasztalati szabályok a szélesség statisztikáját illetően, de nincs általánosan érvényes szabály.

A tervezés során figyelembe veendő extrém szélesség értékének megállapítását Gumbel-eloszlás feltételezésével célszerű megállapítani.

A kvantilis a tervezési követelményből, a mértékadó extrém szélesség meghaladási valószínűségéből határozható meg.

Tornádók vizsgálata, tekintettel arra, hogy ez magyarországi körülményeket tekintve elégséges megfigyelésekre és statisztikára nem támaszkodik, külön kutatási program szerint történhet, ha ennek szükségességét – figyelembe véve a szélsőséges természeti események/jelenségek éves gyakoriságra vonatkozó szűrési szintet – szakmai érvek alátámasztják. A biztonsági elemzések igényeit is figyelembe véve a  $10^{-7}$ /év gyakorisági szintig kell vizsgálni.

Amennyiben indokolt a tornádót a tervezés és/vagy biztonsági elemzés során figyelembe venni, a tornádó jellemzői (rotációs, translációs sebesség, a maximális rotációs sebesség sugara, nyomáskülönbség és -változás), valamint a tornádó által felkapott lehetséges repülő tárgyak jellemzői a vizsgálat tárgya<sup>11</sup>.

A tervezés során figyelembe veendő adatok meghatározásánál vizsgálni kell, hogy a szélökés, illetve tornádó hatásaira alkalmazható-e a burkolóelv.

### 7.3.3 A mértékadó csapadék

A mértékadó csapadék meghatározása a 24 órás csapadékátlagok alapján történhet. Ettől rövidebb, 3, 6 és 12 órás átlagolás jobban tükrözi a szélsőségesen intenzív csapadék-kihullást, ezért jó esetben a folyamatos mérés a legcélszerűbb.

Tapasztalat szerint a hosszabb, például a 24 óránál hosszabb csapadékatatok értékelésekor a Gumbel-eloszlás alkalmazható, míg a rövidebb időátlagok feldolgozása kezelhető Frechet-eloszlással. A 12-48 órás csapadékatatok esetében mindkét eloszlástípus számításba jöhet.

A tervezés során figyelembe veendő adatnak a 24 órás extrém csapadékot vagy a telephely víztelenítése, illetve elárasztása szempontjából mértékadó időátlagot tekintik.

---

<sup>11</sup> Lásd a NAÜ SSG-18 Specific Safety Guide, illetve az US NRC NUREG-0800, Standard Review Plan 3.3.1, 3.3.2, illetve 3.5.1.4 fejezeteit.

A kvantilis a tervezési követelményből, a mértékadó extrém csapadék meghaladási valószínűségéből határozható meg.

#### 7.3.4 *A mértékadó hóteher*

A hóteher a hóréteg vastagságától és sűrűségétől függ. Ezt a két értéket együttesen jellemzi az egyenértékű vízrétegvastagság. Az extrémérték elemzéshez az adatsort nyártól-nyárig tartó évvel célszerű reprezentálni. Mivel a hó tömörödése igen változó, olyan területen lévő állomás adatait lehet figyelembe venni, ahol a meteorológiai és topografikus hatások a telephelyen várhatókhoz hasonlóak.

Az extrém hórétegvastagságot Frechet-, Gumbel- vagy lognormál eloszlás feltételezésével lehet értékelni.

A szabványos hóteher általában a százéves visszatérési valószínűsége határozzák meg.

A kvantilis a tervezési követelményből, a mértékadó hóteher meghaladási valószínűségéből határozható meg.

#### 7.3.5 *Hőmérsékleti extrémumok*

A hőmérsékletmérés és adatgyűjtés az állomás típusától függően lehet folyamatos vagy rendszeres időközönkénti, esetenként pedig csak a napi maximumokat és minimumokat regisztrálják.

A telephelyhez hasonló klimatikus és topográfiai viszonyok között rögzített adatsorok alkalmasak a hőmérsékleti extrémumok értékelésére. A hasonlóságot a telephelyi mérési program adatai alapján lehet megerősíteni.

A tervezés során figyelembe veendő extrém hőmérsékletértékeket a napi maximum, minimum értékek szélsőérték elemzése alapján lehet meghatározni, általában a Gumbel-eloszlás alkalmazásával. Az értékelésnél az adatsori évet nem a vizsgálat tárgyát képező adatok szélsőértékével indítják.

A hőmérséklet-tartósság is a vizsgálat tárgya lehet, amennyiben ezt a tervezés megköveteli.

A kvantilis a tervezési követelményből, a mértékadó extrémértékek meghaladási valószínűségéből határozható meg.

#### 7.3.6 *Villámveszély*

A villámveszély megállapításához fel kell használni a mérő- és megfigyelőhálózatok eredményeit.

#### 7.3.7 *A meteorológia szélsőségek egyidejűsége*

Vizsgálni kell a meteorológiai szélsőségek egyidejűségének lehetőségét. Meghatározva ezen komplex jelenségek valószínűségét kell dönteni arról, hogy ezek a tervezési alap vagy annak kiterjesztése, illetve a biztonsági elemzések részét képezzék-e.

### **7.4 A terjedésszámításokhoz szükséges adatok meghatározása**

A terjedésszámításokhoz szükséges jelenségek vizsgálatát lehet általános szabályok

szerint végezni, de az ehhez szükséges inputadatok meghatározását az alábbiak szerint célszerű illeszteni, illetve optimalizálni:

- a kibocsátásokra vonatkozó alapvető feltételezésekhez:
  - a kibocsátás mennyiségi jellemzői,
  - a kibocsátott közeg fizikai, kémiai tulajdonságai,
  - a kibocsátás magassága, egyéb geometriai feltételek;
- az alkalmazni kívánt terjedési modell és számítási eszköz adatigényéhez, illetve
- a terjedésszámításokra vonatkozó követelményekhez.

Mivel a terjedésszámítás a rövid és hosszú távú terjedést egyaránt felöleli, az adatigényt ennek megfelelően lehet megfogalmazni.

A terjedésszámítás módszertanát illetően célszerű a nemzetközi jó gyakorlatot követni<sup>12</sup>.

Az adatok értékelése általában két lépésből áll:

- az időátlagok meghatározása,
- statisztikai elemzés.

A szélvektor és a hőmérséklet a különböző magasságokban óránként egy átlagértékkel, a sugárzás, a csapadék óras átlagokkal szerepeljen a feldolgozásnál. Értelemszerűen a szélirány vektorátlag, míg a sebesség skalárátlag.

A nemzetközi gyakorlattal összhangban a Pasquill-kategorizálás alkalmazandó a légköri rétegződés és stabilitás jellemzésére. A számítási modelltől függően az együttes gyakoriság-eloszlást célszerű meghatározni a szélirányra és –sebességre, minden stabilitási osztályra vonatkozóan (háromdimenziós időjárás statisztika). A radioaktív anyagok légköri terjedési számításaihoz a fenti három tényező együttes gyakoriságának megadása szükséges. A telephelyi mérésekből származtathatóak:

- a légköri stabilitási kategóriák gyakorisága,
- a szélirány gyakoriság %-os eloszlása égtájak és Pasquill stabilitási kategóriák szerint,
- az átlagos szélesebesség égtájak és Pasquill stabilitási kategóriák szerint.

A kimosódás elemzéshez a csapadékosztályt is figyelembe kell venni (négydimenziós időjárás statisztika).

A normál üzemtől eltérő kibocsátás elemzéséhez szükség lehet a kibocsátást követő hipotetikus meteorológiai körülmények időbeli sorozatára, például, az első órákra, napra, első hétre.

---

<sup>12</sup> Lásd például a NAÜ Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment, Safety Report Series No. 19, IAEA, Vienna, 2001



A terjedésszámításokhoz regionális és helyi adatokra egyaránt szükség van. A helyi mérések reprezentativitását – ha az adatgyűjtés nem hosszabb, mint egy év – a telephely környezetében, illetve azonos feltételek között működő állomások adataival célszerű hitelesíteni.

A levegőréteg diszperziós jellemzőit a függőleges hőmérséklet-eloszlás, illetve a szélesség- és –irányadatok korrelációjának elemzéséből lehet megállapítani. Bonyolult topográfiai viszonyok és felszínborítottság esetén szükség lehet több ponton való mérésre és kiértékelésre. Bizonyos esetekben a terjedés nyomjelzős kísérleti vizsgálata is indokolt lehet. A diffúziós modell szezonális és éjjel-nappali változékonysága úgyszintén vizsgálat tárgya.

A diffúziós adatokat részletes topográfiai adatokkal együtt célszerű dokumentálni.

## **7.5 A meteorológiai viszonyok hatása a végső hőelnyelőre**

A telephelyvizsgálat és -értékelés szakaszában meg kell vizsgálni azokat a meteorológiai körülményeket, amelyek meghatározzák a végső hőelnyelő rendelkezésre állását a hőelvitel műszaki koncepciója vagy lehetséges koncepciói (frissvízhűtés, hűtőtorony stb.) figyelembevételével. Ez szükség esetén a hidrológiai viszonyok vizsgálatával együtt történik.

A végső hőelnyelő rendelkezésre állása szempontjából legalább a száraz és nedves léghőmérsékleteket, vízhőmérsékletek jellemző értékeit, valamint frissvízhűtés esetén a biztonság szempontjából szükséges hűtővíz rendelkezésre állását (forgalom, minimális vízszint és a minimális vízszint és forgalom tartóssága) kell vizsgálni.

A végső hőelnyelő rendelkezésre állását a szélsőséges jellemzők együttes előfordulásának figyelembevételével, a tervezési alapnál figyelembe vettél kisebb, a Kr.3. mellékletében meghatározott gyakoriságok szerint kell elemezni.

## 8. A TELEPHELY HIDROLÓGIAI VIZSGÁLATA ÉS ÉRTÉKELÉSE

### 8.1 A vizsgálat és értékelés célja, terjedelme

A hidrológiai vizsgálat és értékelés célja a telephelyre jellemző hidrológiai jellemzők meghatározása:

- (i) a tervezéshez,
- (ii) a kibocsátások terjedésszámításaihoz.

A létesítménytől, illetve a hőelvitel lehetséges műszaki koncepciójától, változataitól függően (frissvízhűtés, hűtőtorony stb.) a fentieket kiegészíti a végső hőelnyelő biztonságának értékeléséhez szükséges adatok meghatározása és értékelése.

A telephely hidrológiai vizsgálatát és jellemzését célszerű összehangolni:

- a telephely földrajzi vizsgálatával, figyelembe véve a földrajzi leírás, a vízhasználat, vízgazdálkodás felmérését;
- a geotechnikai és hidrogeológiai vizsgálat és értékelés programjával, figyelembe véve a felszíni és a rétegvizek kapcsolatát;
- a meteorológiai vizsgálati programmal, tekintettel a felszíni vizek és az időjárás, csapadékmennyiség összefüggéseire.

Ezek alapján készíthető el a telephely hidrológiai modellje/leírása, amely

- összhangban van a terület morfológiai, földrajzi, hidrogeológia leírásával,
- megfelelően értelmezi a vizsgálati eredményeket,
- jellemzi az árvíz- és elárasztásveszélyt,
- alkalmas a tervezés során figyelembe veendő hidrológiai adatok meghatározására,
- alkalmas a terjedésszámításokhoz szükséges adatok meghatározására.

A telephely hidrológiai vizsgálata (módja és részletessége) alkalmazkodik a létesítmény jellegéhez (atomerőmű, kutatóreaktor, kiégett fűtőelem tárolója), valamint a telephelyről és környezetéről rendelkezésre álló adatokhoz és ismeretekhez.

### 8.2 A vizsgálat és értékelés programja

#### 8.2.1 A program kidolgozásának alapja<sup>13</sup>

Vizsgálati program összeállításánál számításba kell venni:

- a hatályos előírásokat és kötelező normatív dokumentumokat,

---

<sup>13</sup> Lásd a NAŰ SSG-18 Specific Safety Guide dokumentumát.

- a vízrajzi adatbázisokat és információforrásokat,
- vízrajzi évkönyveket,
- hidrometeorológiai adatokat,
- vízkár-elhárítási és vízszolgáltatási tevékenységre, valamint a vízhasználatra vonatkozó államigazgatási adatforrásokat,
- a jogszabályokban előírt vízbázis- és vízminőség-védelemi tevékenység során keletkezett adatokat.

Célvizsgálatokra a telephely és környezete olyan felbontású felméréséhez van szükség, amelyet:

- a terjedésszámítások módszertantól és számítási eszköztől függő adatigénye, a létesítmény környezeti hatásainak vizsgálata konkrétan megkövetel;
- az árvíz- és elárasztásveszély helyi értékelése, illetve az árvíz- és elárasztás-veszéllyel szembeni intézkedések tervezése megkövetel.

Ez utóbbi esetében a vizsgálat és az értékelés túlmutat a telephelyvizsgálat terjedelmén, az a konkrét tervezői adatigény és specifikáció szerint történik, amely megfelelő voltát a létesítés engedélyezése keretében lehet ellenőrizni.

### 8.2.2 *A vizsgálati program*

A vizsgálati program legalább az alábbi elemeket tárgyalja:

1. a hidrológiai vizsgálat célja és terjedelme;
2. a létesítmény, illetve az esetleges tervváltozatok fő jellemzői (a hidrológiai vizsgálatok aspektusából);
3. a rendelkezésre álló adatok, ismeretek kritikai feldolgozása, összefoglalása és értékelése:
  - a. a jelentősebb vízfolyások jellemzői,
  - b. a felszíni vizek jellemzői,
  - c. a hűtővízellátás forrásának tekintett folyó vízhozam, vízállás, hőmérséklet jellemzői;
4. a terepi és laboratóriumi vizsgálatok terve:
  - a. vízminőségi adatok,
  - b. transzportadatok,
  - c. a vizsgálati módszer, szabvány;
5. a terepi és laboratóriumi munka eredményeinek feldolgozása, értékelése;
6. az adatok dokumentálása, megjelenítése, tárolása;
7. az árvíz- és elárasztásveszély elemzése;
8. a hűtővízellátás biztonságának elemzése;
9. a tervezés során figyelembe veendő adatok származtatása;
10. a terjedésszámításhoz szükséges adatok származtatása.

## 8.3 Az árvíz- és elárasztásveszély értékelése, a tervezés során figyelembe veendő adatok meghatározása

### 8.3.1 Árvizek

A történeti és mért adatok birtokában, valamint a régió legfontosabb jellemzőiben bekövetkezett összes ismert múltbeli változás figyelembevételével alkalmas meteorológiai és hidrológiai modelleket kell felállítani. A különféle árvíz- és elárasztások lehetséges kombinációit is meg kell vizsgálni. Olyan modellt kell alkalmazni, amelyből levezethetők: a telephelyi árvíz-, illetve elárasztásveszély, a maximális árvízszint, a riasztási idő, az árvíz tartóssága és az áramlási viszonyok.

Az elárasztásveszély, illetve a tervezés során figyelembe veendő árvíz, vagy elárasztási szint meghatározása a lehetséges scenáriók felmérésével, meghatározásával, valószínűségi módszerrel történhet.

A telephely környezetében lévő folyók által okozott árvízveszély értékelésénél legalább az alábbiakat figyelembe kell venni:

- évi legnagyobb vízállások idősora,
- évi jégmentes nagyvízállások idősora,
- maximális árvízszintek a telephely szelvényében,
- vízállások vízhozam és tartóssági adatai.

Az adatsorok képzésénél figyelembe kell venni a szezonális hatását.

A tervezés során figyelembe veendő mértékadó adatok a vízállás- és vízhozam-eloszlások extrém értékeinek és a magas kvantiliseknek a meghatározásával nyerhetők. Ehhez alkalmazható:

- az éves maximumok modellje,
- a szint feletti maximumok modellje,
- az idősorok modellje.

Számszerűsíteni kell a modellekben alkalmazott becslésekben rejlő bizonytalanságokat.

### 8.3.2 Vízi műtárgyak által okozott áradások

A felvízoldali műtárgyak súlyos meghibásodásából adódó árvízveszély értékelése az alábbiak szerint végezhető:

- Első közelítésben a tárolt vízmennyiségnek és az árvíz levonulásának hidraulikai elemzését el kell végezni, továbbá meg kell határozni a maximális vízszintet és annak tartósságát. Az árvízi meder vízszállító képességének vizsgálatát leginkább kétdimenziós modellezéssel lehet elvégezni, amelyben a meder és a hullámtér simaságát is figyelembe kell venni. Itt a legkedvezőtlenebb vízjárást és meteorológiai körülményeket kell feltételezni.
- Ha az árvízszint alatta van a tervezés során figyelembe veendő árvízszintnek, további vizsgálatot nem kell végezni. Ha nem, akkor a felvízi műtárgy fatális meghibásodása által okozott árvízszint tekintendő a tervezés alapjának, ami a

telephely árvízvédelmének, feltöltésének, illetve a létesítmény tervezésének alapját képezi.

Hasonló eljárás követendő a folyók felvízoldali vagy alvízoldali (pl. földcsuszamlás vagy jég által történő) ideiglenes elzáródásának, s az így kialakult áradás elemzésénél is. A jeges árvizek elemzésénél a megfigyelésekre célszerű alapozni az extrémális lehetséges jeges árvízszint számítását, amelyet a megfigyelt adatok feldolgozásával célszerű kiegészíteni.

### 8.3.3 Alacsony vízállás

Egyes létesítmények esetében szükség van a hűtővízellátás biztonságának vizsgálatára és ennek keretében az alacsony vízállás extrémumainak meghatározására. Meg kell határozni a meghaladási gyakoriságot, illetve az extrémális vízszint statisztikáját.

Kiinduló adatként szolgálhatnak:

- az évi kisvízállások időszora,
- az éves kisvízhozamok időszora.

Az elemzés a megadott befogadó környezeti felmelegedés mellett biztosítható maximális elvihető hőteljesítmény meghatározását jelenti, amihez szükség van a kisvízállások esetében tapasztalt maximális hőmérsékletek meghatározására is, a hosszú távú előrejelzések figyelembevételével.

## 8.4 A hidrológiai viszonyok hatása a végső hőelnyelőre

A telephelyvizsgálat és -értékelés szakaszában meg kell vizsgálni azokat a hidrológiai körülményeket, amelyek meghatározzák a végső hőelnyelő rendelkezésre állását a hőelvitel műszaki koncepciója, vagy lehetséges koncepciói (frissvízhűtés, hűtőtorony stb.) figyelembevételével. Ez szükség esetén a meteorológiai viszonyok vizsgálatával együtt történik.

A végső hőelnyelő rendelkezésre állása szempontjából meghatározó adatok a száraz és nedves léghőmérsékletek, vízhőmérsékletek jellemző értékei, valamint frissvízhűtés esetén a biztonság szempontjából szükséges hűtővíz rendelkezésre állása (forgalom, minimális vízszint és a minimális vízszint és forgalom tartóssága). Ebből a szempontból kell vizsgálni a felvízi, illetve alvízi műtárgyak sérülésének hatásait is.

A végső hőelnyelő rendelkezésre állását a szélsőséges jellemzők együttes előfordulásának figyelembevételével, a tervezési alapnál figyelembe vettnél kisebb, a Kr. 3. mellékletben meghatározott gyakoriságok szerint kell elemezni.

## 9. A BIOLÓGIAI HATÁSOK VIZSGÁLATA ÉS ÉRTÉKELÉSE

### 9.1 A vizsgálat és értékelés célja, terjedelme

A biológiai hatások vizsgálatának és értékelésének célja a telephelyi jellemzők meghatározása a tervezéshez,

A létesítmény nukleáris biztonságát befolyásoló biológiai eredetű veszélyeztető tényezők tekintetében a nemzetközi tapasztalatok alapján legalább a következőket kell figyelembe venni:

- a) A hűtővízben a benne élő mikroorganizmusok és kisméretű élőlények (pl. algák, kisméretű kagylók vagy lárvák) hajlamosak a meleg felületekre (hőcserélők) letelepedni és intenzíven szaporodni, amely az áramlási keresztmetszet leszűküléséhez, illetve akár annak teljes elzáródásához is vezethet. Ezenfelül megváltoztathatják a lokális kémiai paramétereket, ami a fémfelületek fokozott korróziójához vezethet.
- b) A hűtővízben lehetnek továbbá növényi eredetű uszadékok (pl. falevelek, farönkök), illetve víziállatok (pl. halak), amelyek szintén dugulást okozhatnak a hűtővízrendszerben.
- c) A levegőben lehetnek olyan élőlények (pl. rovarrajok) vagy növényi eredetű anyagok (pl. falevelek), amelyek a szellőzőrendszerek hatékonyságát rontják (pl. szívóoldali szűrők eltömítése által).
- d) Rágcsálók megrongálhatják az elektromos kábeleket, illetve a csövek hőszigetelését.
- e) Bizonyos mikroorganizmusok jelentősen felgyorsíthatják bizonyos szerkezeti anyagok (pl. elektromos kábelek szigetelése vagy acélszerkezeti elemek) öregedési folyamatát.

A biológiai eredetű veszélyeztető tényezők együttes, más veszélyeztető tényezőkkel kombinált hatását is vizsgálni kell. Például áradás esetén jellemzően nagymértékben, hirtelen megnő a növényi eredetű uszadék mennyisége.

### 9.2 A vizsgálat és értékelés programja

A vizsgálati program legalább az alábbi elemeket tárgyalja:

1. a biológiai eredetű hatások vizsgálatának célja és terjedelme;
2. a létesítmény, illetve az esetleges tervváltozatok fő jellemzői (a biológiai hatások aspektusából);
3. a rendelkezésre álló adatok, ismeretek, beleértve a telephely közvetlen közelében található nukleáris létesítmények tapasztalatainak kritikai feldolgozása, összefoglalása és értékelése;
4. a terepi és laboratóriumi vizsgálatok terve;
5. a terepi és laboratóriumi munka eredményeinek feldolgozása, értékelése;

6. az adatok dokumentálása, megjelenítése, tárolása;
7. a biológiai hatások értékelése;
8. a hűtővízellátás biztonságának értékelése;
9. a tervezés során figyelembe veendő adatok származtatása;

A biológia hatások vizsgálata és értékelése nem feltétlenül igényel önálló programot, az a telephely földrajzi vizsgálatának és értékelésének keretében is megvalósítható.

### **9.3 A tervezés során figyelembe veendő adatok meghatározása**

A tervezési adatok meghatározásához vizsgálni kell, hogy a telephelyen és annak közvetlen közelében van-e olyan biológiai eredetű veszély, amely negatívan befolyásolhatja a létesítmény nukleáris biztonságát.

A telephelyen, a biológiai eredetű veszélyek ellen minden lehetséges - a telephely-engedélyezés hatáskörébe tartozó – műszaki és adminisztratív védelmi megoldást azonosítani kell.

## 10. ADATOK A TERJEDÉSSZÁMÍTÁSHOZ, VESZÉLYHELYZETI TERVEKHEZ

### 10.1 Általános ajánlások

A terjedésszámítások értékeléséhez - az elemzés módszertana és eszközének adatigénye szerint - az alábbi programokból nyerhetők adatok:

A légköri terjedésszámításhoz, a kiüledés és felvétel elemzéséhez:

- a telephely földrajzi vizsgálatának és értékelésének programja,
- a telephely meteorológiai vizsgálatának és értékelésének programja,
- a telephely hidrológiai vizsgálati és értékelési programja.

A vízföldtani környezetben történő transzport számításához a telephely geotechnikai és hidrogeológiai vizsgálati programja szolgáltat inputadatokat.

A terjedésszámítási modelleknél alkalmazott adatformátumokban ajánlott előállítani az inputadatokat.

Célszerű ezért a telephelyvizsgálat programjának készítése során kiválasztani azt a módszertant és szoftvereszközöket, amelyekkel a környezeti elemekben (levegőben, talajon, felszíni vizekben és a földtani, vízföldtani környezetben) a kibocsátás transzportja, felvétele, illetve a dózisek számolhatók. E program adatigénye szerint célszerű azután az adatokat, például a szektorbeosztást és a lakosság, a földhasználat szektoronkénti eloszlását meghatározni. A vizsgálatba bevont terület nagysága a potenciális hatás területének konzervatív becslésével határozandó meg, hacsak erre vonatkozóan jogszabály másként nem rendelkezik.

### 10.2 A környezeti radioaktivitás mérése

A telephelyvizsgálat során meg kell határozni a telephelyen és a potenciális hatásterületen a régióban az atmoszféra, a hidroszféra, a litoszféra, valamint a növény- és állatvilág környezeti háttér aktivitását, amely viszonyítási alapként szolgál majd a létesítmény üzemeltetéséből eredő hatások értékelésénél. A vizsgálati időt úgy kell meghatározni, hogy a szezonális változékonyságot is figyelembe véve az adatok a telephelyi viszonyok jellemzését lehetővé tegyék.

A háttérsugárzás vizsgálata az alábbiakra terjedjen ki:

- a környezeti sugárzás dózisteljesítménye,
- a levegőkörnyezet radioaktivitása,
- a vízi környezet radioaktivitása,
- a szárazföldi környezet radioaktivitása,
- a lakosság háttérsugárzásból eredő sugárterhelésének becslése.



### **10.3 A telephely alkalmassága a terjedést befolyásoló tényezők szempontjából**

A radioaktív kibocsátásokat kedvezőtlenül befolyásoló telephelyi jellemzőket kompenzálni lehet a létesítmény működéséből eredő potenciális radiológiai következmények (a normálüzemi, üzemzavari és baleseti kibocsátásokat figyelembe véve) csökkentésével, valamint a létesítmény konstrukciójának megfelelő kialakítása révén (kibocsátási pontok, mennységek stb.). Ennek megfelelő voltát a létesítés engedélyezése során, a terv részleteinek ismeretében lehet ellenőrizni.

### **10.4 A veszélyhelyzeti intézkedések megvalósíthatósága**

A földrajzi és részben a meteorológiai telephelyvizsgálati és -értékelési programokat úgy kell összeállítani, hogy azok adataiból kinyerhető legyen az az információ, amely a vészhelyzeti intézkedések megvalósíthatóságának eldöntéséhez szükséges, sőt elégséges a tervezés alapadatainak meghatározásához is. A vizsgálat teljességének biztosítására, és a sajátos szempontrendszer érvényesítésére a telephelyvizsgálati és -értékelési program kidolgozásának szakaszában az adott szakterület elvárásait is figyelembe kell venni. Ezek jelen útmutató tárgykörén kívül esnek.

A telephelyvizsgálat szakaszában ebből az információból el lehet dönteni, hogy a telephelyen és annak környezetében nincs-e a veszélyhelyzeti intézkedések megvalósítását akadályozó tényező, illetve léteznek-e vagy létrehozhatók-e azok a logisztikai kapcsolatok, infrastrukturális háttér, amelyek az intézkedésekhez szükségesek.

## 11. ÚTMUTATÓ A LÉTESÍTMÉNY SZERINTI DIFFERENCIÁLÁSHOZ

### 11.1 A differenciálás alapja

A nukleáris létesítmény potenciális kockázatától függő differenciált általános biztonsági és tervezési követelményekkel összhangban lehet a telephelyvizsgálatnál differenciálni.

A telephelyvizsgálat és -értékelés tervezése, módszerei, terjedelme szempontjából a nukleáris létesítményeket három osztályba soroljuk a létesítmény potenciális kockázata, műszaki sajátosságai szerint:

- a) atomerőművek és speciális kutatóreaktorok,
- b) kiégett üzemanyag átmeneti tárolólétesítményei,
- c) kutató- és oktatóreaktorok, kritikus és szubkritikus rendszerek.

Különbséget lehet tenni az 1 MW hőteljesítményűnél kisebb és az 1-10 MW hőteljesítményű kutató-, illetve oktatóreaktor telephelyvizsgálatának és a tervezés során figyelembe veendő adatok meghatározásának követelményeit illetően. Az 1 MW hőteljesítményűnél kisebb kísérleti és oktatóreaktorokkal azonos módon lehet kezelni a „zéró” teljesítményű rendszereket (ha a hőteljesítmény kisebb vagy egyenlő, mint 0,1 MW).

A differenciálás kifejeződik:

- a vizsgálatba bevont terület nagyságában,
- a vizsgálat részletességében,
- a tervezés során figyelembe veendő paraméterek valószínűségi jellemzőiben, mint meghaladási valószínűség, visszatérési idő.

A fenti differenciálási szempontok egymástól nem függetlenek, és a telephelyvizsgálat egyes szakterületein eltérő módon értelmezhetők, illetve eltérő módon alkalmazhatók. Általában az alábbi szabályok érvényesek:

- A terjedésszámításhoz szükséges demográfiai, földhasználati stb. adatokat a potenciális hatásterület konzervatív becslésével kijelölt területen ésszerű vizsgálni, ami nyilvánvalóan létesítményfüggő.
- A létesítmény környezetében lévő emberi tevékenységből eredő veszélyeztető tényezők mindegyikét első közelítésben számításba kell venni, ha azok hatása a telephelyet, illetve a létesítményt elérheti. Ugyanakkor a határértékeket meghaladó kibocsátások előírt vagy célként kitűzött valószínűségéből kiindulva és számításba véve a kibocsátást okozó sérülés (nyilvánvalóan létesítményfüggő) feltételes valószínűségét, differenciáltan származtathatjuk a tervezés során figyelembe veendő adatok meghaladási valószínűségét.
- A telephely alkalmasságát kizáró veszélyeztető tényezők esetében körültekintően kell eljárni, mivel a vizsgált terület nagysága nem a létesítménytől, hanem magától

a veszélyeztető tényezőtől függ, azaz a veszélyeztető tényező hatásterületével egyenlő (például felhagyott bányá geotechnikai hatásterülete).

Az atomerőművekre a jelen útmutató teljes terjedelmében alkalmazható.

A kiégett nukleáris kazetták átmeneti tárolói esetében, ha az az atomerőművel azonos telephelyen létesül, az atomerőmű telephelyvizsgálati adatai felhasználhatók.

A kutató- és oktatóreaktorokra a telephely-vizsgálat és -értékelés, az üzemeltetés kockázatára tekintettel, egyszerűsített, de konzervatív eljárásokkal a meglévő adattárak, és szakirodalmi információ alapján kell történnie.

Egy adott létesítmény telephelyvizsgálata és a tervezés során figyelembe veendő adatok meghatározása történhet a magasabb kockázati osztályú létesítményre vonatkozó követelmények szerint.

## 11.2 Atomerőművek

### 11.2.1 Általános szabályok

A tervezési alap meghatározásakor a valószínűségi módszer alkalmazása esetén, a súlyozott veszélyeztetettségi görbéket, míg a tervezési alap kiterjesztését vagy az egyidejű veszélyek, mint például a meteorológiai szélsőségek egybeesése, illetve ennek komplex hatását a medián jellemzőkkel célszerű megadni, hacsak a tervezési követelmények másképp nem rendelkeznek.

### 11.2.2 A telephely földrajzi vizsgálata és értékelése

A telephely környezetében a potenciális veszélyt jelentő tevékenységeket legalább 10 km sugarú, a repülőtereket legalább 20 km sugarú környezetben kell feltérképezni.

Amennyiben az ember okozta valamely külső hatás (pl. tűz, szállítási balesetből eredő robbanás) kivédésére a telephely védelmét biztosító műtárgy, védőtávolság stb. létesül, annak tervezési alapjába tartozó paramétereinek megállapításához  $10^{-7}$ /év gyakoriságig kell meghatározni az adatokat.

### 11.2.3 A telephely földtani vizsgálata és értékelése

A telephely környezetének mikroszeizmikus monitorozását célszerű az értékelés előtt legalább három évig végezni az adatok reprezentativitásának érdekében.

A súlyozott átlag veszélyeztetettségi görbét kell használni a mértékadó földrengés maximális vízszintes gyorsulásértékének meghatározásakor.

A veszélyeztetettségi görbét, illetve a földrengésekkel összefüggő jelenségek, mint a talajfolyósodás veszélyeztetettségi görbáját legalább a  $10^{-7}$ /év gyakoriságig kell meghatározni a valószínűségi biztonsági elemzések kiszolgálása céljából.

Az üzemeltetési földrengés jellemzőit a biztonsági földrengés jellemzőiből lehet származtatni úgy, hogy az üzemeltetési földrengés maximális vízszintes gyorsulása ne legyen nagyobb, mint a biztonsági földrengés maximális vízszintes gyorsulásának egyharmada. A veszélyeztetettségi görbe segítségével kell meghatározni az ehhez a gyorsuláshoz tartozó meghaladási gyakoriságot. Ha ez az érték az adott atomerőmű üzemi eseményeinek gyakorisági tartományában van (azaz  $10^{-2}$ /év gyakoriság

környezetében), akkor az eredményt további megfontolás nélkül elfogadhatjuk. Ha az eredmény ettől eltérő, akkor a tervezés szakaszában műszaki-gazdasági megfontolás tárgya lehet az üzemeltetési földrengés szintjének optimalása, de ennek nincs visszahatása a telephelyvizsgálatra vagy a telephely alkalmasságára.

#### *11.2.4 A telephely geotechnikai és hidrogeológiai vizsgálata és értékelése*

A jogszabály szerint kizárandó geotechnikai veszélyeket tekintve vannak olyanok, amelyeket determinisztikus módon lehet kizárni, például egyértelműen eldönthető, hogy létezik-e vagy sem a telephelyen karsztképződés, bányaureg, illetve milyen a lejtő dőlésszöge. Ezek vizsgálatokor különleges módszertani megköötésre nincs szükség.

Vannak ugyanakkor olyan körülmények is, mint a talajfolyósodás, vagy a (jogszabályi követelmények szerint kis dőlésszögű) lejtő stabilitása, amelynek fellépte bonyolult elemzéssel dönthető el, s amely bizonytalansággal terhelt részint a geotechnikai adatok, részint pedig a földrengés okozta talajmozgás sztochasztikus jellege folytán. Ilyen esetben célszerű a bizonytalanságok kezelésére valószínűségi módszereket alkalmazni, és az alkalmasságot célravezető valószínűségi alapon értékelni. Determinisztikus módszerrel meghatározott konzervatív biztonsági tényező a talajfolyósodással szemben legyen szignifikánsan nagyobb, mint 1,4. A talajfolyósodást célszerű kizárni a tervezési alap kiterjesztéséből is. Tekintettel arra, hogy a geotechnikai veszélyekkel szemben vannak bevált, javító intézkedések, a kritérium az intézkedés hatásának beszámításával teljesíthető. A globális talajfolyósodás mellett a lokális talajfolyósodás kialakulásának lehetőségét is értékelni kell.

Lehetnek olyan körülmények, amelyeken megfelelő intézkedéssel javítva a velük asszociálható veszélyek teljes mértékben determinisztikusan kizárhatók, például jól lokalizált mesterséges üregek feltöltése.

A telephelyi geotechnikai körülmények műszaki intézkedéssel történő módosítása, az alapozás tervezése és optimális kialakítása, valamint a létesítés tervezése (például a víztelenítés) a tervező specifikációja szerint végzett vizsgálatokat igényelnek, amelyek megfelelő voltát a tervvel együtt a létesítés engedélyezése során lehet ellenőrizni.

#### *11.2.5 A telephely hidrológiai vizsgálata és értékelése*

A telephely árvízvédelmét biztosító műtárgyak, földművek tervezésekor a tervezési paramétereket úgy kell megválasztani, hogy az intézkedés hatására a telephelyen a létesítmény küszöbszintjét meghaladó elárasztásának valószínűsége kisebb legyen, mint  $10^{-5}$  /év. Ez azért fogadható el, mert az árvízveszélyre van lehetőség felkészülni, tehát egy árvízzel szemben, amely meghaladási gyakorisága kisebb a tervezési alapba tartozó események meghaladási gyakoriságánál, viszonylag egyszerű intézkedésekkel lehet védekezni, és nem szükséges szakadékszél effektussal számolni.

#### *11.2.6 A telephely meteorológiai vizsgálata és értékelése*

A telephely meteorológia megfigyelésére három éves vizsgálati programot célszerű végrehajtani, hogy a lokális viszonyok megítéléséhez elegendően hosszú reprezentatív adatsor álljon rendelkezésre. A megfigyelési idő lehet rövidebb, ha vannak a telephelyhez közeli vagy olyan regionális mérések, amelyekre igazolható, hogy azok a helyi viszonyokat jól reprezentálják. A telephely meteorológiai monitorozását úgy

célszerű megtervezni, telepíteni, kivitelezni, hogy az megfeleljen a teljes üzemidőre szóló monitorozási követelményeknek.

A tornádóveszély vizsgálatakor a szűrési szint eltérő lehet a többi természeti veszélytől. A veszély jellemzését célszerű a  $10^{-7}$ /év valószínűségig medián veszélyeztetettségi görbével, (a tornádó, és felkapott tárgy paramétereivel) megadni.

A tervezés során figyelembe veendő adatok meghatározásakor vizsgálni kell, hogy a szellőkés, illetve a tornádó hatásaira alkalmazható-e a burkoló elv.

#### 11.2.7 A végső hőelnyelő biztosítása

A végső hőelnyelő biztosítása vizsgálatának a tárgyat képezi az az elemzés, amelyhez a hőelvitel lehetséges műszaki megoldásainak szempontjából releváns meteorológiai és hidrológiai adatokat meg kell határozni. Frissvízhűtés esetén az elemzés a befogadó, a megengedett környezeti felmelegedés mellett biztosítható maximális elvihető hőteljesítményének meghatározását teszi szükségessé a szélsőséges meteorológiai és hidrológiai viszonyok mellett. Az elemzés kiterjed a vízellátást szabályozó szerkezetek, vízi műtárgyak meghibásodásának vizsgálatára is. A hűtőtornyok és a biztonsági hűtővízellátásra szolgáló mesterséges esőztető medencék vízpótlása hasonló kérdés lehet, ha a telephelyen erre a célra rendelkezésre álló vízmennyiség bármilyen megfontolásból kétséges. A kedvezőtlen körülmények egyidejű bekövetkezését számításba kell venni.

#### 11.2.8 A radioaktív kibocsátások elemzéséhez és a veszélyhelyzeti tervekhez szükséges adatok

A radioaktív kibocsátások terjedésének és viselkedésének értékelésekor a veszélyhelyzeti meteorológiai scenáriók valószínűségét is meg kell határozni, annak érdekében, hogy a kibocsátások terjedése és viselkedése szempontjából kedvezőtlen körülmények és a veszélyhelyzet kialakulásához vezető esemény együttes valószínűsége a kockázatértékelésnél kiszámítható és az az előírt értékekkel összehasonlítható legyen, ha ilyen létezik. Például, ha az elemzés a  $10^{-8}$ /év szintig történik, akkor a  $10^{-7}$ /év gyakoriságú kibocsátás terjedéséhez elemzéséhez nem indokolt  $10^{-4}$  /év gyakorisággal előforduló, a terjedés szempontjából kedvezőtlen meteorológiai viszonyokat figyelembe venni, hiszen az együttes valószínűség akkor már  $10^{-11}$ /év, hanem elégséges ebben az esetben a  $10^{-1}$  /év gyakorisággal előforduló meteorológiai viszonyokkal számolni.

A vizsgálat tárgyat képező területet a potenciális hatásterületek becslése, mérlegelése alapján, illetve a veszélyhelyzeti tervek végrehajtásának logisztikai szempontjait is figyelembe véve kell meghatározni, de ennek átmérője nem lehet kisebb, mint 30 km.

Ha a jogszabály előírja, vagy a létesítmény biztonsága szempontjából indokolt, akkor részletes nyilvántartás és leírás készül a védőzónáról, a létesítmények, tevékenységek, földhasználat, emberi tartózkodás stb. szempontjából. A felmérés kataszteri nyilvántartás mélységű.

#### 11.2.9 A külső veszélyek jellemzése a biztonsági elemzésekhez

A telephelyvizsgálat során kell meghatározni a biztonsági elemzésekhez a veszélyeztetettségi görbéket, így például a földrengés-veszélyeztetettség, illetve a földrengésekkel összefüggő jelenségek, mint a talajfolyósodás veszélyeztetettségi

görbét. Ezt abban a valószínűségi tartományban állítjuk elő, amit a valószínűségi biztonsági elemzések megkövetelnek, de legalább a  $10^{-7}$ /év gyakoriságig.

A biztonsági elemzésekhez célszerű a középértéken (medián) vett veszélyeztetettség görbét alkalmazni.

## 11.3 Kiegészítő üzemanyag átmeneti tárolói

### 11.3.1 Általános szabályok

A kiegészítő üzemanyag átmeneti tárolója esetében a telephelyvizsgálatot és -értékelést az atomerőművel azonos terjedelemben kell elvégezni.

A tervezési alapba tartozó telephelyi adatokat általában 0,005 teljes élettartamra vonatkoztatott meghaladási valószínűséggel határozzuk meg, de a tárolók konstrukciójának robusztus volta miatt ez mérlegelés tárgya lehet (lásd például a konténeres tárolás esetét). A kérdést, ha a tervezésre explicit követelmény nincs, a konstrukció ismeretében, a tervezői ajánlás mérlegelésével lehet eldönteni.

Ha a kiegészítő üzemanyag átmeneti tárolója az atomerőmű telephelyén vagy attól szaktudományos kritériumok alapján nem elkülönülő, hanem érintkező telephelyen van, akkor a kiegészítő üzemanyag átmeneti tárolója tervezéséhez felhasználhatóak az atomerőmű telephelyvizsgálatának, monitorozó rendszereinek eredményei, kivéve a lokális jellemzőket és az ezekre épülő értékeléseket, amelyek esetében önálló vizsgálatot és értékelést kell végezni. Ugyanígy a lokális vizsgálat alapján kell értékelni a jogszabályban, szabványban előírt, a telephely alkalmasságát kizáró körülményeket.

### 11.3.2 Létesítményspecifikus követelmények

A tároló telephelyének földrajzi vizsgálatokor a vizsgálatba bevont területet a potenciális hatásterületek becslése, mérlegelése alapján kell meghatározni, de annak átmérője nem kisebb, mint 30 km.

A kiegészítő üzemanyag átmeneti tárolójának földrengés hatásával szembeni sérülékenysége függ a tároló típusától. A tároló tervezési alapjába tartozó földrengés meghaladásának teljes üzemidőre vonatkoztatott valószínűsége mérlegelés tárgya lehet, ha azt az egyéb előírások is lehetővé teszik, a 0,005 és 0,025 tartományban<sup>14</sup>. A kisebb meghaladási valószínűség külön megfontolás nélkül választható.

Amennyiben a tároló tervezésére vonatkozó előírások szerint szükség van a várható üzemi esemény kategóriájába tartozó üzemeltetési földrengés meghatározására, célszerű annak maximális vízszintes gyorsulás értékét a biztonsági földrengés egyharmadára választani.

A lokális geotechnikai, hidrológiai és talajmechanikai adatokat kell alkalmazni:

- a) a talajfolyósodás és a geotechnikai stabilitás elemzéséhez;

---

<sup>14</sup> A  $0,025 \div 0,005$  ötven év esetén  $5 \times 10^{-3}$ /év  $\div 1 \times 10^{-4}$ /év gyakoriságot,  $2.000 \div 10.000$  év visszatérési időt jelent (lásd NRC Reg. Guide 3.73).

- b) a talaj teherviselő képességének, a stabilitásának javítását szolgáló műszaki intézkedések tervezési alapjába tartozó adatok meghatározásához;
- c) a tároló alapozásához, az építmények tervezéséhez szükséges, a tervezési alapba tartozó mérnökgeológiai adatok meghatározásához.

A tároló konstrukciójától függően meg kell határozni azokat a meteorológiai körülményeket, illetve külső hatásokat, amelyek a kiégett üzemanyag hűtésének tervezéséhez és a hőelvitel biztonságának értékeléséhez szükségesek. A végső hőelnyelő biztonságát az atomerőművel azonos elvek szerint kell értékelni.

## 11.4 Oktató- és kutatóreaktorok telephelyvizsgálata és -értékelése

### 11.4.1 Általános szabályok

A természeti események által okozott veszélyeztetettség felmérését és értékelését a rendelkezésre álló adatok alapján lehet elvégezni. Ilyen adatnak tekinthető a közfeladatot ellátó intézmények által gyűjtött, a telephelyvizsgálat szempontjából releváns közhasznú adatok, szakirodalomban publikált adatok, elemzések, értékelések. Az emberi tevékenységből eredő veszélyek értékelésekor a távolsági és valószínűségi alapon végzett szűrést kell alkalmazni. A repülőgép-rázuhanás éves gyakoriságára a szűrési szint  $10^{-7}$ /év vagy kisebb, az effektív célfelületre számítva.  $10^{-7}$ /év vagy kisebb annak éves gyakorisága, hogy a telephely környezetében folytatott emberi tevékenységek által okozott veszélyek (robbanás, korrozív vagy toxikus gázfelhő) hatása – figyelembe véve a hatás csökkenését a potenciális forrástól vett távolsággal – eléri a kutató- vagy oktatóreaktort, és annak biztonságára hatással van.

A telephelyvizsgálat során az adatgyűjtést, a helyszíni méréseket és vizsgálatokat, az értékelés módszertanát és részletességét a vizsgálat tárgyát képező veszély éves gyakoriságával összhangban kell elvégezni:

- a) Ha a tervezési alapba kerülő adat éves meghaladási valószínűsége  $10^{-3}$ /év vagy kisebb, akkor el kell végezni a telephelyi veszélyeztetettség valószínűségi elemzését, vagy a telephelyre és környezetére vonatkozó adatok és a szakirodalomban publikált veszélyeztetettség elemzések kritikai felülvizsgálata és elemzése alapján konzervatív becslést kell alkalmazni.
- b) Ha a tervezési alapba kerülő adat éves meghaladási valószínűsége  $10^{-3}$ /év értéknél nagyobb, akkor a rendelkezésre álló veszélyeztetettség elemzések, a nem nukleáris létesítményekre vonatkozó szabványos értékek alkalmazhatók konzervatív extrapolációval az előírt gyakorisági szintre.

A kutató- és oktatóreaktorok telephelyvizsgálata során külön vizsgálat tárgyát képezik azok az események, körülmények, amelyek a létesítményt közvetlenül körülvevő területre jellemzőek, mivel a telephely különféle kutatást, oktatást szolgáló létesítménnyel közös lehet.

### 11.4.2 Speciális követelmények

A telephely geotechnikai vizsgálata során a talaj teherviselő képességét, illetve az alapozás tervezéséhez szükséges adatokat a nem nukleáris létesítményekre előírt normák szerint is meg lehet határozni<sup>15</sup>.

A telephelyre jellemző és a tervezés alapjába tartozó meteorológiai adatok meghatározásakor nem nukleáris létesítményekre előírt normákat lehet alkalmazni<sup>16</sup>. A meteorológiai adatokat a rendszeres megfigyelések alapján lehet meghatározni, de mérlegelni kell, vannak-e olyan specifikus körülmények, amelyeket a reaktor biztonsága érdekében figyelembe kell venni, és külön vizsgálat tárgyává kell tenni.

Fentiek során, ha az adott teljesítményű reaktor esetében a tervezéshez kisebb meghaladási valószínűségek a mértékadók, mint azt a nem nukleáris létesítményekre vonatkozó normák előírják, konzervatív becsléssel extrapolálni lehet a megkövetelt kisebb valószínűségi szintre.

A kutató- és oktatóreaktor kibocsátásait befolyásoló, a kibocsátások terjedését meghatározó telephelyi jellemzők vizsgálata a rendelkezésre álló mérési, irodalmi adatok alapján történhet a bizonytalanságok értékelésével és konzervatív becsléssel. Ugyanakkor külön mérlegelés tárgya lehet, hogy szükség van-e célzott vizsgálatokra az adatok esetleges elégtelensége miatt. A vizsgált területet a potenciális hatásterület becslésével kell kijelölni.

A vizsgálat a fokozatosság elve alapján két lépésben történik:

- Részletes vizsgálat az oktató- és kutatóreaktorok szűken vett telephelyére, tekintettel arra, hogy ezek a reaktorok olyan telephelyen létesülnek, ahol igen szerteágazó kutatási, oktatási tevékenység folyik, s nagy lehet azok száma, akik a telephelyen vagy környezetében ideiglenes jelleggel tartózkodhatnak. A környezeti hatások értékeléséhez és a veszélyhelyzeti tervekhez részletes vizsgálatot kell végezni a telephelyről és közvetlen környezetéről.
- A telephely tágabb környezetében a vizsgálat a rendelkezésre álló mérési, irodalmi adatok alapján történhet a bizonytalanságok értékelésével és konzervatív becsléssel.

---

<sup>15</sup> EUROCOD 7 Geotechnical design CEN, 1994-1997., vagy MSZ 15000 (ami érvényét veszíti).

<sup>16</sup> EUROCOD 1 A tartószerkezeteket érő hatások.