
SPECIÁLIS TERVEZÉSI KÖVETELMÉNYEK

Építmények és épületszerkezetek tervezése

Elrendezés

Katona Tamás János

2015.

Tartalomjegyzék

1. Az atomerőművek architektúrája	3
2. Az elhelyezés alapelvei.....	3
3. Az elhelyezés és a létesítmény kivitelezhetősége	3
4. Az elhelyezés és az üzemeltethetőség kapcsolata.....	4
5. Az elhelyezés és a biztonság kapcsolata.....	5
6. A több-blokkos erőmű sajátosságai.....	8
7. Az elhelyezés és a leszerelés kapcsolata	8
8. Az elhelyezés, architektúra és a társadalmi elfogadás	9
9. Irodalom	9

Ábrák

1. ábra Csővezetékek körüli minimális távolságok az (EUR, 2012) nyomán.....	4
2. ábra Sugárvédelmi szempontú zónakialakítás (EUR 4.3 2.4.2.2.1).....	5
3. ábra Védelem a turbina lapát töréséből eredő repesz ellen a turbina megfelelő elhelyezésével.....	6
4. ábra A dízelgenerátorok elhelyezése a Fukushimai Atomerőműben []	7
5. ábra A biztonsági rendszerek térbeli szétválasztása	7

1. AZ ATOMERŐMŰVEK ARCHITEKTÚRÁJA

Az atomerőmű architektúráját a befoglalt technológia sajátosságai, az üzemviteli, biztonsági, gazdasági és esztétikai szempontok alakítják ki, figyelembe véve, hogy az atomerőmű üzemideje csaknem egy évszázad.

Az atomerőmű épületeiben belső terek kialakítása, a belső terekben a komponensek elhelyezése, azaz a diszpozíció-tervezés, fontos szerepet játszik a létesítmény biztonsága szempontjából.

Az atomerőmű épületeinek elhelyezését a telephelyen (genplán) a technológiai és kiszolgáló létesítmények közötti funkcionális kapcsolatok, a létesítési, az üzemeltetési, a balesetelhárítási és a fizikai védelmi műveletek logikája határozza meg.

2. AZ ELHELYEZÉS ALAPELVEI

Az elhelyezésnek biztosítania kell

- az építhetőséget, kivitelezhetőséget,
- az üzemeltethetőséget,
- a leszerelhetőséget,

illetve szolgálnia kell

- a biztonságot,
- a sugárvédelmet,
- a baleset-elhárítást,
- a fizikai védelmet.

Az elhelyezés elősegítheti a létesítmény társadalmi elfogadását is.

3. AZ ELHELYEZÉS ÉS A LÉTESÍTMÉNY KIVITELEZHETŐSÉGE

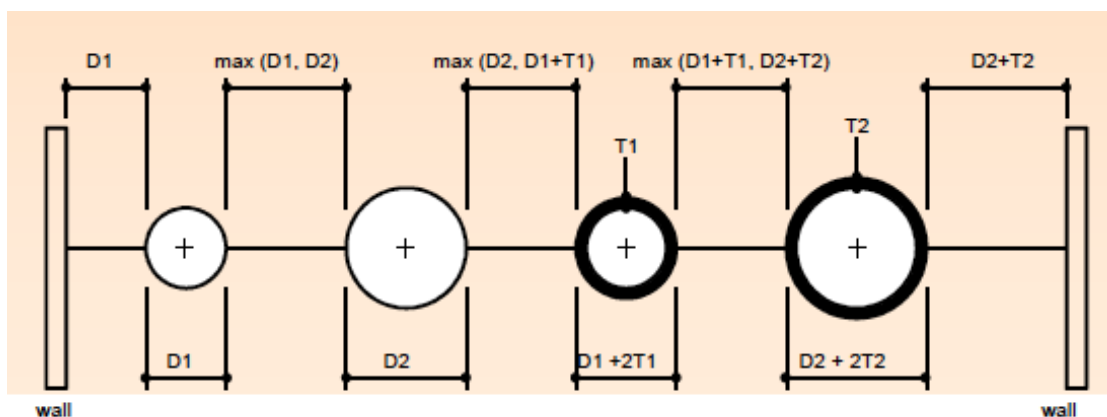
A genplánnak az épületek térkialakításának biztosítania kell

- teret a kivitelezési munkának, útvonalakat az építőanyag és a nagyberendezések szállításához, (nyomvonal-szélesség, fordulási kör, daruzás térigénye, stb.),
- az építési, szerelési műveletek rugalmas ütemezhetőségét,
- az építési területen tartózkodók zavartalan és gyors műszakváltását,
- a munkavédelmi, tűzvédelmi, stb. követelmények betartását a létesítés során,
- a villamos alállomás és a távvezetési kapcsolat megvalósíthatóságát,
- a hűtővíz csatornák megfelelő nyomvonalát,
- a létesítést, majd a későbbi üzemeltetést szolgáló parkolóhelyek kialakítását.

4. AZ ELHELYEZÉS ÉS AZ ÜZEMELTETHETŐSÉG KAPCSOLATA

A térrészek kialakításának és a berendezések elhelyezésének meg kell felelnie a technológiai szempontoknak, biztosítania kell a kiszolgálhatóságot és az üzemviteli, karbantartási, az üzem közbeni vizsgálatok műveleteinek végrehajthatóságát. Ilyenek az alábbiak (lásd például az EUR 4. kötetének 3. fejezetét):

- technológiai szempontok, mint a légtelenítés, a nem kondenzálódó gázok eltávolítása, a leürítés, a leiszapolás és a térfogat kompenzátor elhelyezésének geodetikus szempontjai,
- az aktivitás felhalmozódásának kizárása,
- a megfelelő légkondicionálást, szellőzést a munkavégzés területén,
- a kezelést, karbantartást és vizsgálatokat lehetővé tévő, optimális távolságok a komponensek között és körül a tér ésszerű kihasználása mellett (1. ábra),



1. ábra Csővezetékek körüli minimális távolságok az (EUR, 2012) nyomán

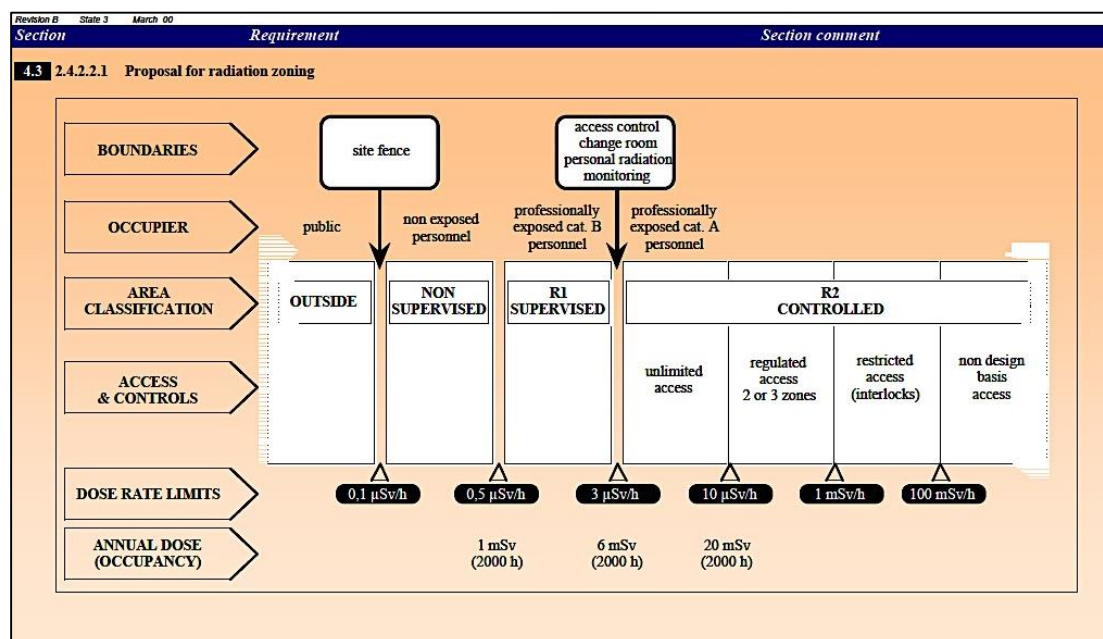
- a kezelést igénylő berendezések közelében a hőmérséklet és az ionizáló sugárzás minimális teljesítményét (védőpajzsok, távolságok),
- a karbantartáshoz, vizsgálatokhoz szükséges segédeszközök (pl. állványok) biztonságos elhelyezését,
- a szereléshez, karbantartáshoz szükséges emelő eszközök megfelelő elhelyezését,
- az üzemeltetéshez, karbantartáshoz szükséges vegyszerek, kenőanyagok, stb. jellegüknek megfelelő elhelyezését, tárolását,
- a teljes személyzet zavartalan és gyors műszakváltását¹,
- a munkavédelmi, tűzvédelmi, stb. követelmények betartását.

¹ AZ EUR szerint 500 fő beléptetését 30 perc alatt.

5. AZ ELHELYEZÉS ÉS A BIZTONSÁG KAPCSOLATA

Az épületeken belül a térkialakításnak és a berendezések elhelyezésének hozzá kell járulni a normál üzemi feltételektől való eltérések és a hibás működések megelőzéséhez, a biztonsági rendszerek védelméhez, továbbá a rendkívüli intézkedések végrehajthatóságához, így például

1. A belső térkialakítás biztosítsa
 - a vezénylők védettségét és kiszolgálhatóságát,
 - a különböző funkciójú rendszerek szétválasztását, a redundáns rendszerek kábeleinek, valamint a villamos és irányítástechnikai kábelek szétválasztását,
 - a belső veszélyek, mint a nagyenergiájú csőtörések, elárasztások, tüzek lokalizálását,
 - a szellőző rendszerek beszívásainak megvédését a külső és belső hatásokból eredő gázoktól, füsttől, más épületek szellőzésével való kölcsönhatástól,
 - tűzbiztonságot, a zónák, tűzgátak, stb. alkalmazásával,
 - zónák kialakítását (ellenőrzött, kezelhető, korlátozottan kezelhető, nem kezelhető zónák, szabad zóna), összhangban a különböző környezeti körülményekkel (hőmérséklet, páratartalom, gőzök, gázok, sugárzási-szint), Példa a hőmérséklet szerinti zónakialakításra (EUR 4.3 2.4.1): normál <25 °C, villamos kapcsolóterek <40 °C, gépésztechnológia kiszolgálható <40 °C, nem kiszolgálható <60 °C. A 2. ábra mutat példát a sugárvédelmi szempontú zónakialakításra (EUR 4.3 2.4.2.2.1),



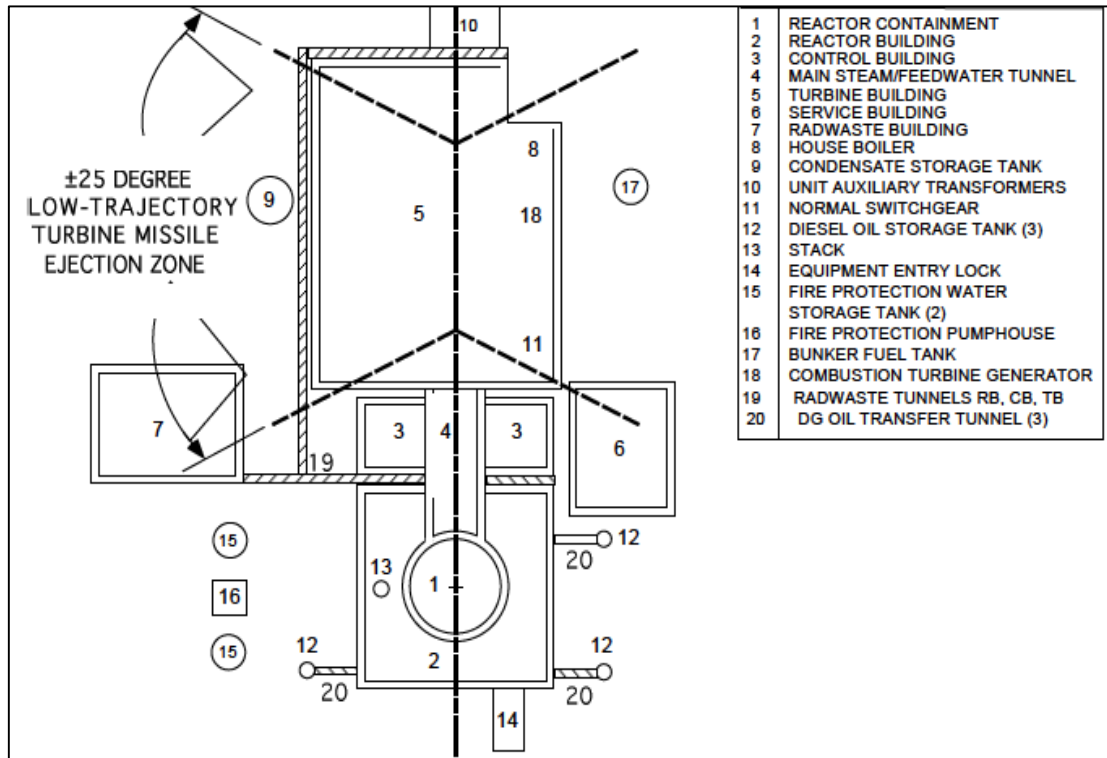
2. ábra Sugárvédelmi szempontú zónakialakítás (EUR 4.3 2.4.2.2.1)

- a zónák közötti közlekedés ellenőrzését,
- védőzónák kialakításának lehetőségét kontaminált berendezések karbantartásához,
- munkairányítási, sugárvédelmi ellenőrzési helyek felállításának lehetőségét,
- a kármentést,
- a karbantartási, üzemviteli műveletek során bekövetkező esetleges elárasztásokkal szembeni védelmet,
- a minimális evakuálási útvonalakat és azok biztonságát (ami speciális elemzés tárgya: EGRES, evakuáció modellezés),
- a súlyos balesetek kezelésének lehetőségét, mobil csatlakozások, olvadék-csapda, stb..

2. A komponensek, csővezetékek, berendezések és kábelek diszpozíciója biztosítsa
 - a célszerűen legrövidebb cső és kábelszakaszokat,
 - a megfelelő mértékű és helyes irányú lejtést², a pangó zónák kizárását, a víz-zsákok keletkezésének, vízütés okainak kizárását,
 - a hőmérséklet-rétegződés és termikus fáradást okozó áramlási zónák kizárását, a minimális áramlás-keltette rezgéseket,

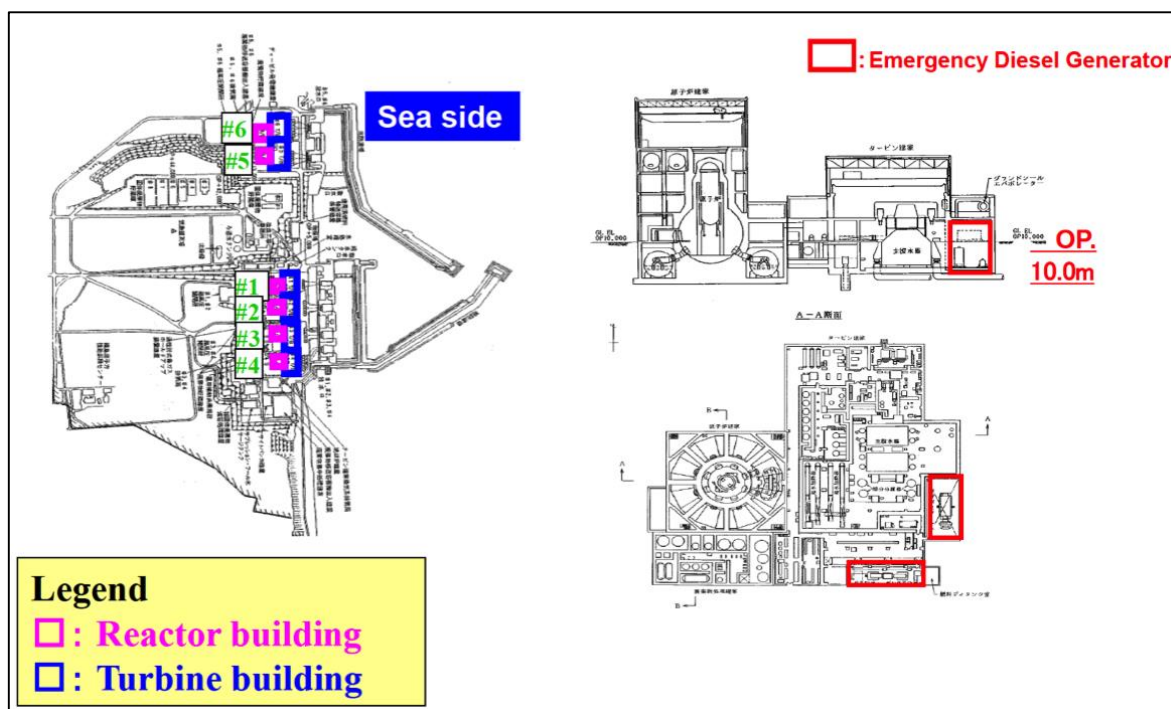
Az üzemi területen a térkialakítással szemben az alábbi követelményeket kell érvényesíteni:

3. A genplán kialakítása biztosítsa
 - különböző funkciójú épületek megfelelő szeparációját, a kölcsönhatások kizárását (például a gépház orientációja a konténmenthez viszonyítva zárja ki, hogy a turbinalapát-törésből repülő tárgy a konténmentet eltalálja, 3. ábra),
 - tűzvédelmi szempontból az épületek szeparáltságát,
 - a biztonsági villamosenergia-ellátás rendszerének térbeli szétválasztását, védett elhelyezését, amely fontosságát a Fukushimai erőmű esete is bizonyította, 4. ábra,
 - a szellőző rendszerek beszívásainak megvédését a külső és belső hatásokból eredő gázoktól, füsttől, más épületek szellőzésével való kölcsönhatástól,
 - a baleset-elhárítás mobil eszközeinek csatlakozását.



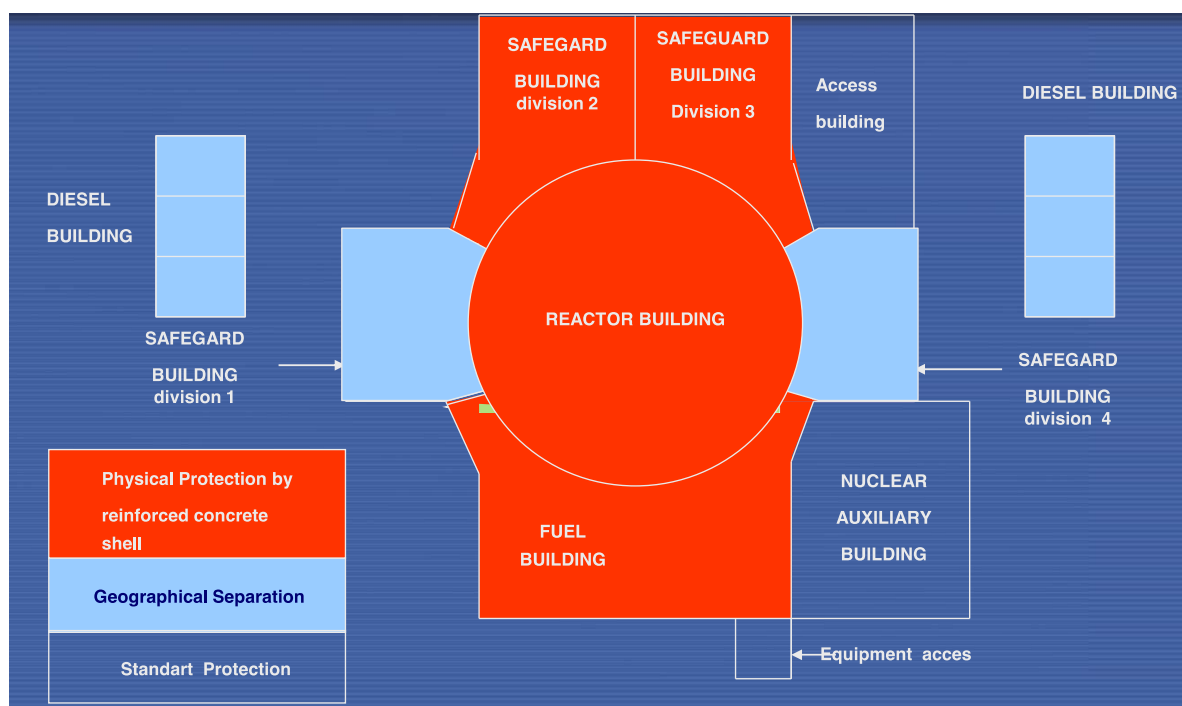
3. ábra Védelem a turbina lapát töréséből eredő repesz ellen a turbina megfelelő elhelyezésével

² Például folyadékokat tartalmazó csövek esetén 5mm/m, aktív közeget tartalmazó csővezeték esetén 10mm/m, gőzvezeték esetén 20mm/m (EUR).



4. ábra A dízelgenerátorok elhelyezése a Fukushimai Atomerőműben [1]

- a genplán kialakítása biztosítsa a biztonsági rendszerek térbeli szeparációját (lásd például az EPR biztonsági rendszerei elrendezését, 5. ábra),



5. ábra A biztonsági rendszerek térbeli szétválasztása

- ön- és kölcsönös árnyékolást a külső hatásokkal szemben (az alacsonyabb biztonsági osztályú épületek, épület-részek árnyékolják, védjék a magasabb osztályba soroltak a repülő tárgyaktól, külső veszélyektől),
- fizikai védelmet, zónák, beléptetők, ellenőrző pontok kialakítását,

- tűzvédelmet, redundáns tűzivíz-hálózatot,
 - több-blokkos telephely esetén a blokkok függetlenségét, a blokkok közötti kölcsönhatás kizárását, több, azonos típusú blokkok esetén a tükörszimmetria kerülését.
4. A tervezési alapba tartozó üzemzavarok megtervezett módon való kezeléséhez (az előző pontban felsoroltakon túl) az elrendezés biztosítsa
- geodetikus szempontokat az inherensen biztonságos rendszerek működéséhez: gravitációs hozzáfolyás, természetes cirkuláció, huzathatás,
 - robbanóképes gázok felhalmozódásának kiküszöbölését a megfelelő térkialakítással,
 - a komponensek biztonságos alátámasztását, kihorgonyzását a rendkívüli és extrém hatások figyelembevételével,
 - menekülési útvonalakat, menekülést elősegítő, a menekülés irányában nyíló ajtókat, a szabad közlekedést elősegítő lépcsőfordulókat, lépésbiztos lépcsőket, a cső, kábel és szellőzőcsatornákat befogadó folyosók szabad közlekedést biztosító tereit és a kijáratok közötti biztonságos távolságot.
5. A tervezésen túli üzemzavari és baleseti folyamatok megállítása és a következmények enyhítése, továbbá a radiológiai következmények enyhítése érdekében az elrendezés biztosítsa
- a redundáns kimenekítési, megközelítési útvonalakat a létesítményben és a telephelyen, és a telephely és a környezet között, figyelembe véve, hogy egyes környezeti hatások, mint például súlyos földrengés esetén, a tágabb környezetben is jelentős károkkal kell számolni;
 - a balesetkezelés inherensen biztonságos rendszereinek megfelelő diszpozícióját (olvadékfogó elhelyezése),
 - megközelíthetőséget a balesetkezelési provizóriumok csatlakoztatásához.

A telephelyi szolgáltatások, mint tűzivíz és tűzvédelem, szellőzés, nagynyomású levegő, gázszolgáltatás, hűtővíz, kidobó-vezetékek elhelyezése, egymástól való elválasztása úgyszintén követi a fentiekben ismertetett elveket.

6. A TÖBB-BLOKKOS ERŐMŰ SAJÁTOSSÁGAI

Több blokkal rendelkező atomerőmű esetén ~~az egyszerűen megvalósítható mértékig~~ minden blokknak saját biztonsági rendszerekkel és rendszerelemekkel kell rendelkeznie a TA1-4 és TAK1-2 üzemállapotok kezelésére. A biztonsági rendszerek csak a biztonság szempontjából ~~indokolt esetben~~ nem oszthatók meg a blokkok között.

Csak súlyos baleset kezelése esetén megengedett, hogy a blokkok között kapcsolatokat építsenek ki. Olyan összekapcsolás nem engedhető meg a blokkok között, amely bármely blokk esetén növelné a következmények valószínűségét vagy súlyosságát.

A több-blokkos erőmű esetében a blokkok egymásra hatását lényegesen csökkentheti a biztonsági rendszereket befogadó épületek térbeli szétválasztása és átgondolt elhelyezése. Erre rossz példát épp a Paksi Atomerőmű szolgáltat, ahol két blokk dízelgenerátorai, biztonsági hűtővíz szivattyút befogadó szerkezet egy térbeli egységet képeznek, négy blokkra egy térbeli egységet képez a vízkivételi mű vezénnyelje.

7. AZ ELHELYEZÉS ÉS A LESZERELÉS KAPCSOLATA

Az elrendezés tervezése során már figyelembe kell venni a leszerelés szempontjait. A fent felsoroltak közül a megközelíthetőség a komponensek körbejárhatósága, a radioaktív közegek feldúsulásához vezető pangó zónák kizárása egyaránt elősegíti a leszerelést.

Az előszerelés helyigénye hozzávetőlegesen az építés, szerelés helyigényével azonos, azzal, hogy az erőmű szerkezeteinek egy meghatározott, de az összes leszerelendő volumenhez képest nem jelentős része, felaktiválódott vagy szennyezett.

8. AZ ELHELYEZÉS, ARCHITEKTÚRA ÉS A TÁRSADALMI ELFOGADÁS

A létesítményt integrálni kell a környezetbe, ami több kapcsolódással valósul meg: technológiai (hűtővíz), hálózati, logisztikai (út, vasút), külső veszélyekkel szembeni védelem (veszélyforrásokhoz való térbeli viszony), balesetelhárítási és fizikai védelemi (ellenőrizhető-e a terület).

Fontos, hogy a létesítmény esztétikailag is illeszkedjen a környezethez. A létesítmény a táj része. Fontos szempontok a létesítmény környezetbe integrálásánál:

- minimális „lábnyom”,
- a környezet zavarásának, terhelésének (zaj, por, stb. építés alatt és üzem közbeni) minimalizálása,
- a környezet állapotának fenntartása, illetve a környezet esztétikus kialakítása.

9. IRODALOM

- [1] Katona Tamás János, A tervezési alap, In: Elter J, Gadó J, Holló E, Lux I (editors), Atomreaktorok biztonsága I., Budapest: ELTE - Eötvös Kiadó, 2013. pp. 289-312. ISBN:978-963-312-180-1
- [2] Katona Tamás János, A determinisztikus tervezési elvek, In: Elter J, Gadó J, Holló E, Lux I (editors), Atomreaktorok biztonsága I., pp. 313-353. ISBN:978-963-312-180-1
- [3] EUROPEAN UTILITY REQUIREMENTS FOR LWR NUCLEAR POWER PLANTS, Chapter 4.3 Revision B State 3 as of March 00, LAYOUT
- [4] AREVA, Design, Safety Technology and Operability Features of EPR, Interregional Workshop on Advanced Nuclear Reactor Technology for Near Term Development, July 4th, 2011 (Wien), https://www.iaea.org/NuclearPower/Downloadable/Meetings/2011/2011-07-04-07-08-WS-NPTD/5_FRANCE_EPR_AREVA_Frontigny.pdf
- [5] 2011 Westinghouse Electric Company LLC, AP1000® Overview, Interregional Workshop on Advanced Nuclear Reactor Technology for Near Term Development, July 4th, 2011 (Wien), http://www.iaea.org/NuclearPower/Downloads/Technology/meetings/2011-jul-4-8-ANRT-WS/2_USA_UK_AP1000_Westinghouse_Pfister.pdf
- [6] ~~© 2012~~ Ebisawa, K., Concept and Method for Estimating Correlation of Hazard & SSCs at Multi-Unit Site against Multi-Hazards and Application Results, International Workshop on Safety of Multi-unit Nuclear Power Plant Sites against External Hazards, Oct. 17-19, 2012 Anushakti Nagar, Mumbai, India