



**N3a.39. sz. útmutató**

# **Új atomerőmű konténmentjének építészeti tervezése**

Verzió száma:

**1.**

**2015. október**

Kiadta:

---

Fichtinger Gyula  
az OAH főigazgatója  
Budapest, 2015

A kiadvány beszerezhető:  
Országos Atomenergia Hivatal  
Budapest

## FŐIGAZGATÓI ELŐSZÓ

Az Országos Atomenergia Hivatal (a továbbiakban: OAH) az atomenergia békés célú alkalmazása területén működő, önálló feladat- és hatáskörrel rendelkező országos illetékességű központi államigazgatási szerv. Az OAH-t a Magyar Köztársaság Kormánya 1990-ben alapította.

Az OAH jogszabályban meghatározott közfeladata, hogy az atomenergia alkalmazásában érdekelt szervektől függetlenül ellássa és összehangolja az atomenergia békés célú, biztonságos alkalmazásával, így a nukleáris és radioaktív hulladék-tároló létesítmények és anyagok biztonságával, nukleáris veszélyhelyzet-kezeléssel, nukleáris védelemmel kapcsolatos hatósági feladatokat, valamint az ezekkel összefüggő tájékoztatási tevékenységet, továbbá javaslatot tegyen az atomenergia alkalmazásával kapcsolatos jogszabályok megalkotására, módosítására és előzetesen véleményezze az atomenergia alkalmazásával összefüggő jogszabályokat.

Az atomenergia alkalmazása hatósági felügyeletének alapvető célkitűzése, hogy az atomenergia békés célú felhasználása semmilyen módon ne okozhasson kárt a személyekben és a környezetben, de a hatóság az indokoltnál nagyobb mértékben ne korlátozza a kockázatokkal járó létesítmények üzemeltetését, illetve tevékenységek folytatását. Az alapvető biztonsági célkitűzés minden létesítményre és tevékenységre, továbbá egy létesítmény vagy sugárforrás élettartamának minden szakaszára érvényes, beleértve létesítmény esetében a tervezést, a telephely-kiválasztást, a gyártást, a létesítést, az üzembe helyezést és az üzemeltetést, valamint a leszerelést, az üzemen kívül helyezést és a bezárást, radioaktív hulladék-tárolók esetén a lezárást követő időszakot, radioaktív anyagok esetén a szóban forgó tevékenységekhez kapcsolódó szállítást és a radioaktív hulladék kezelését.

Az OAH a szabályzati követelmények teljesítésének módját az atomenergia alkalmazóival egyeztetett módon, világos és egyértelmű ajánlásokat tartalmazó útmutatókban fejti ki, azokat az érintettekhez eljuttatja és a társadalom minden tagja számára hozzáférhetővé teszi. Az atomenergia alkalmazásához kapcsolódó nukleáris biztonsági, védelemmel és non-proliferációs követelmények teljesítésének módjára vonatkozó útmutatókat az OAH főigazgatója adja ki.

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.

## ELŐSZÓ

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

A nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről szóló rendelkezéseket a 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet (a továbbiakban: Rendelet) és mellékletei, a Nukleáris Biztonsági Szabályzatok (a továbbiakban: NBSZ) 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 törvényben 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 az OAH a nukleáris létesítmény nukleáris biztonsága érdekében határozatban állapíthat meg.

Az NBSZ-ben foglalt követelmények teljesítésére az OAH ajánlásokat fogalmazhat meg, amelyeket útmutatók formájában ad ki. Az útmutatókat az OAH a honlapján közzéteszi. Jelen útmutató az engedélyesek önkéntes alávetésével érvényesül, nem tartalmaz általánosan kötelező érvényű normákat.

A Rendelet 3. § (4) bekezdése alapján, ha a kérelmező a nukleáris biztonsággal összefüggő engedély iránti kérelmét az útmutatókban foglaltak szerint terjeszti elő, továbbá ha az engedélyes a nukleáris biztonsággal összefüggő tevékenységét az útmutatókban foglaltak szerint végzi, akkor az OAH 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 az OAH az alkalmazott módszer helyességét, megfelelőségét és teljeskörűségét részleteiben vizsgálja, ami hosszabb ügyintézési idővel, külső szakértő igénybevételével és további költségekkel járhat.

Ha az engedélyes által választott módszer eltér az útmutató által ajánlottól, akkor az eltérés indokolása mellett igazolni kell, hogy a választott módszer legalább ugyanazt a biztonsági szintet biztosítja, mint az útmutatóban ajánlott.

Az útmutatók felülvizsgálata az OAH által meghatározott időszakonként vagy az engedélyesek javaslatára soron kívül történik.

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

## TARTALOMJEGYZÉK

<b>1. BEVEZETÉS</b>	<b>8</b>
<b>1.1. Az útmutató tárgya és célja</b>	<b>8</b>
<b>1.2. Vonatkozó jogszabályok és előírások</b>	<b>8</b>
1.2.1. Vonatkozó Hatósági útmutatók	8
<b>1.3. nemzetközi ajánlások</b>	<b>8</b>
<b>2. MEGHATÁROZÁSOK ÉS RÖVIDÍTÉSEK</b>	<b>10</b>
<b>2.1. Meghatározások</b>	<b>10</b>
<b>2.2. Rövidítések</b>	<b>11</b>
<b>3. A KONTÉNMENT</b>	<b>12</b>
<b>3.1. A konténment definíciója</b>	<b>12</b>
<b>3.2. A konténment funkciója</b>	<b>12</b>
<b>3.3. A konténment felépítése</b>	<b>13</b>
<b>4. A KONTÉNMENT TERVEZÉSI ALAP</b>	<b>16</b>
<b>4.1. A tervezési alap meghatározása determinisztikus módszerrel</b>	<b>18</b>
<b>4.2. A tervezési alap meghatározása valószínűségi módszerrel</b>	<b>18</b>
<b>4.3. Normál üzemi paraméterek meghatározása</b>	<b>18</b>
<b>4.4. A tervezés során figyelembe veendő külső hatások</b>	<b>19</b>
<b>4.5. A tervezés során figyelembe veendő belső hatások</b>	<b>20</b>
<b>4.6. Üzemállapotok, kezdeti események</b>	<b>22</b>
<b>4.7. Tervezési Alap Kiterjesztése</b>	<b>22</b>
<b>4.8. TA1-4 és TAK 1-2 üzemállapotok</b>	<b>23</b>
<b>4.9. Terhek meghatározása</b>	<b>26</b>
<b>4.10. Teherkombinációk</b>	<b>28</b>
<b>4.11. Speciális terhek és hatások</b>	<b>28</b>
<b>5. TERVEZÉSI SZEMPONTOK</b>	<b>30</b>
<b>5.1. Szabványok és előírások alkalmazásának szempontjai</b>	<b>30</b>
<b>5.2. Elrendezés-tervezés</b>	<b>32</b>
<b>5.3. Építhetőségi szempontok</b>	<b>34</b>
<b>5.4. Sugárvédelmi tervezési szempont</b>	<b>35</b>
<b>5.5. Vizsgálhatósági szempontok</b>	<b>36</b>
<b>5.6. Öregedéskezelés</b>	<b>38</b>

<b>5.7. Leszerelhetőség</b>	<b>39</b>
<b>6. TERVEZÉSI SPECIFIKÁCIÓ</b>	<b>40</b>
<b>6.1. A konténment tartószerkezeti tervezésének általános szempontjai</b>	<b>40</b>
<b>6.2. A konténment szerkezeti típusaira vonatkozó ajánlások</b>	<b>44</b>
6.2.1. A beton konténment	44
6.2.2. Acél konténment (nyomástartó edény)	45
<b>6.3. Acélburkolat tervezése</b>	<b>46</b>
<b>6.4. Csőtartók, kábeltartók és egyéb tartók</b>	<b>48</b>
<b>6.5. Átvezetések és zsilipek kialakítására vonatkozó ajánlások</b>	<b>48</b>
6.5.1. Zsilipek tervezése	48
6.5.2. Beszállító kapuk tervezése	49
6.5.3. Átvezetések	50
<b>6.6. A konténment belső tereinek kialakítása:</b>	<b>50</b>
<b>6.7. Segéd és kiegészítő rendszerek</b>	<b>51</b>
6.7.1. Éghető gázok eltávolítása	51
6.7.2. Zsompok	51
6.7.3. Olvadék felfogás	51
6.7.4. Nyomás érték kezelése	52
<b>7. SZERKEZETI ANYAGOKRA VONATKOZÓ AJÁNLÁSOK</b>	<b>53</b>
<b>7.1. Általános követelmények</b>	<b>53</b>
<b>7.2. Beton, Vasbeton és feszített beton</b>	<b>54</b>
<b>7.3. Nehézbeton</b>	<b>56</b>
<b>7.4. Fémek</b>	<b>57</b>
<b>7.5. Rugalmas tömítőanyagok</b>	<b>58</b>
<b>7.6. Hőszigetelő anyagok</b>	<b>58</b>
<b>7.7. Bevonatok</b>	<b>59</b>
<b>8. GYÁRTÁSI ÉS ÉPÍTÉSI KÖVETELMÉNYEK</b>	<b>60</b>
<b>9. DOKUMENTÁLÁS, MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS</b>	<b>62</b>

## 1. BEVEZETÉS

### 1.1. Az útmutató tárgya és célja

Az útmutató ajánlásokat tartalmaz az NBSZ 3a. kötet 3a.4.6. fejezetében rögzített előírások teljesítésére.

Az útmutató célja, hogy – ajánlásokat adva a nyomottvizes reaktor kettősfalú konténmentjének építészeti és tartószerkezeti tervezésével kapcsolatosan – egyértelművé tegye a hatósági elvárásokat, és ezzel elősegítse az érvényes előírásokban meghatározott nukleáris biztonsági kritériumok teljesülését, az alkalmazott műszaki megoldásoknak megfelelően, a nukleáris biztonság szempontjából.

Jelen útmutató a konténment technológiai rendszereinek és azok tartószerkezeteinek (pl.: cső- és kábeltartók) tervezésére nem tér ki, csak az épületszerkezetekre és a hozzájuk közvetlenül csatlakozó tartószerkezetekre vonatkozó ajánlásokat tartalmazza.

### 1.2. Vonatkozó jogszabályok és előírások

A nukleáris biztonsági követelmények jogszabályi háttérét az Atv. és a Rendelet biztosítja.

#### 1.2.1. Vonatkozó hatósági útmutatók

A hatósági követelmények teljesítésére az OAH által kiadott hatósági útmutatók tartalmaznak ajánlásokat. Jelen útmutatóban tárgyalt egyes szakterületekhez kapcsolódóan az OAH honlapján további útmutatók érhetők el, amelyek ajánlásait is célszerű figyelembe venni.

### 1.3. nemzetközi ajánlások

A vonatkozó nemzetközi ajánlások közül a konténment tervezésére vonatkozóan a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (IAEA) ajánlásait is ajánlott figyelembe venni. A konténment szerkezettervezésével kapcsolatos legfontosabb ajánlásokat a következő dokumentumok tartalmazzák:

- a) IAEA No. NS-G-1.10.: Design of Reactor Containment Systems for Nuclear Power Plants,
- b) IAEA No. SSR-2/1.: Safety of Nuclear Power Plants: Design
- c) IAEA No. NS-G-1.6.: Seismic Design and Qualification for Nuclear Power Plants,



**Új atomerőmű konténmentjének építészeti tervezése**

---

- d) IAEA No. SSG-9.: Seismic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations
- e) IAEA No. NS-G-1.5.: External Events Excluding Earthquakes in the Design of Nuclear Power Plants
- f) IAEA No. NS-G-3.6.: Geotechnical Aspects of Site Evaluation and Foundations for Nuclear Power Plants

## 2. MEGHATÁROZÁSOK ÉS RÖVIDÍTÉSEK

### 2.1. Meghatározások

Az útmutató az Atv. 2. §-ában, valamint a Rendelet 10. számú mellékletében ismertetett meghatározásokon kívül az alábbi definíciókat tartalmazza.

***Fizikai gát:***

A környezettől való elszigetelést szolgáló akadály

***Hidrodinamikai terhelés:***

Nagy nyomású gőz vagy folyadék által okozott terhelés, jellemzően csővezetékek és tartályok tervezése esetén kell figyelembe venni.

***Szerkezeti anyag:***

Az építmények épületszerkezeteit alkotó anyagok

***Teherhordó szerkezet:***

Azon épületszerkezetek, melyek feladata a terhek felvétele, illetve a teherátadás és az építmény vagy rendszerlemei állékonyságának biztosítása.

***Térelhatároló elemek:***

Azon épületszerkezetek, melyek feladata az egyes térrészek, épületrészek elválasztása.

***Védőszerkezet:***

Védelmi funkciót ellátó szerkezetek. A védelem lehet fizikai, kémiai és biológiai. Idetartoznak a repülő tárgy és a repülőgép becsapódás hatása elleni védelmek, a biológiai védelem, bevonatok és a szigetelések.

***Zsilip:***

A légszilip feladata két olyan helyiség (vagy a kül- és a beltér) összekötése melynek két oldalán lényegesen eltérőek a nyomásviszonyok vagy a légtér összetétele. Feladata még a fizikai elválasztás mellett a légcseré és emberek és tárgyak mozgásának biztosítása az elválasztott közegek között.

## 2.2. Rövidítések

ABOS	Atomerőművi Rendszerek és Rendszerelemek Biztonsági Osztályba Sorolása
AFCEN	Francia nukleáris szabványsorozat
ASME NCA	American Society of Mechanical Engineers által kiadott nukleáris biztonsági szabványsorozat
IAEA	International Atomic Energy Agency (Nemzetközi Atomenergia Ügynökség)
NTSZ	Nukleáris Tűzvédelmi Szabályzat – 5/2015. (II.27.) BM rendelet 1. melléklete
OTÉK	Országos Településrendezési és Építési Követelmények – 253/1997. (XII.20.) Kormányrendelet
OTSZ	Országos Tűzvédelmi Szabályzat – 54/2014. (XII.5.) BM rendelet
PNAE	Orosz nukleáris szabványsorozat
TA	Tervezési Alap
TAK	Tervezési Alap Kiterjesztése
RRE	Rendszerek, rendszerelemek; definíciója az Atv.-ben található. Megfelel az angol SSC (Structures, Systems and Components) rövidítésnek, tehát építészeti szerkezetekre is vonatkozik.

### 3. A KONTÉNMENT

#### 3.1. A konténment definíciója

NBSZ 10. kötet, 96. „Konténment

*Az atomreaktort és annak közvetlenül kapcsolódó rendszereit, szereleleit magába záró nyomásálló, hermetikusan kialakított építmény, amelynek az a funkciója, hogy normál üzem, várható üzemi események és tervezési üzemzavarok esetén megakadályozza, vagy korlátozza a radioaktív anyagok környezetbe jutását.”*

A konténment olyan szerkezet, amely fizikai védelmet biztosít a nukleáris energiatermelő rendszernek. Fő feladata, hogy nyomáshatároló falként megakadályozza a rendszerből kilépő radioaktív vagy veszélyes anyagok határértéken felüli szivárgását illetve biztosítsa az esetlegesen kijutott anyagok elvezetését, tárolását vagy ellenőrzött ártalmatlanítását. (ASME NCA 9000)

A konténment építészeti tervezése során kiemelten fontos feladat a fizikai gát funkció teljesítésének igazolása minden üzemállapotban, mind a tervezési alapon rögzített hatásokra mind a tervezési alap kiterjesztéseként feltételezett állapotokban.

#### 3.2. A konténment funkciója

*3a.2.1.1600. „A mélységben tagolt védelem elvének alkalmazása érdekében az alábbi négy fizikai gátat kell megkülönböztetni:*

- a) az üzemanyag-mátrix;*
- b) a fűtőelem burkolata;*
- c) a reaktor primer körének határa;*
- d) a konténment rendszer.”*

A konténment a negyedik fizikai gát, amely magába foglalja a reaktorberendezést az ahhoz közvetlenül kapcsolódó rendszereket és szereleleket, a nyomások, hőmérsékletek szabályozására képes rendszereket, a hermetizáló elemeket, valamint a légtérbe kikerülő anyagok kezelésére, eltávolítására szolgáló eszközöket. A konténmenttel szemben a legfontosabb követelmény a nukleáris biztonság teljesítése. A konténment fő funkciói:

**Új atomerőmű konténmentjének építészeti tervezése**

---

- a) elhatárolja és leválasztja a környezettől azokat a szerkezeteket, rendszereket és rendszerelemeket melyek meghibásodása a radioaktív anyagok nem megengedett mértékű környezetbe kerülését okozhatja,
- b) megakadályozza vagy korlátozza a radioaktív anyagok környezetbe jutását, ha a fővízkör nyomástartó kontúrja sérülne, továbbá bármely radioaktív anyagot tartalmazó RRE nem töltene be megfelelően a funkcióját,
- c) a reaktor berendezésnek és kapcsolódó rendszereinek megfelelő védelmet nyújt a külső hatásoktól.

A konténment egyéb funkciói:

- a) biológiai védelem,
- b) teherviselés,
- c) térbeli szétválasztás,
- d) védelem a belső veszélyeztető tényezőktől.

A konténmentnek magába kell foglalnia a TA2-4, valamint a TAK1-2 üzemiállapotok alatt és után a hűtésre, nyomáscsökkentésre és izolációra szolgáló rendszer elemeket is. A konténment építménynek nyomástartónak és hermetikusnak kell lennie, olyan módon, hogy az egyes üzemiállapotokhoz rögzített maximális kibocsátási értékek tarthatóak legyenek.

### **3.3. A konténment felépítése**

A konténment építészeti magába foglalja a külső héjelemeket, térelhatároló szerkezeteket, földemekeket, reaktoraknát, pihentető medencét és mindezek felülettel, vagyis egy komplex építészeti rendszert. A konténment építészeti tervezés részét képezik azok a technológiai tartószerkezeti elemek, amelyek közvetlenül az építmény elemeihez kapcsolódnak és ezáltal terheléseket adhatnak át az építmény szerkezetére. Ezért a tervezés csak komplex módon, a technológiával érintett szakterületek bevonásával történhet.

A konténment építmény lehet kettősfalú szerkezet. Ilyen esetben a belső héj az elsődleges szerkezet, a külső fal a másodlagos szerkezet. A két falszerkezet között légréteg van, az úgy nevezett köztes vagy gyűrűs tér.

Az elsődleges konténment szerkezet acél vagy vasbeton épület acél belső felülettel (hengeres vagy kapszula alakú). A konténment magába foglalja a

**Új atomerőmű konténmentjének építészeti tervezése**

---

hűtésre, nyomáscsökkentésre és izolációra szolgáló rendszer valamennyi elemét. A nyomottvizes reaktor konténmentjének ellen kell állnia a nyomás és hőmérséklet növekedésnek minden üzemállapotban, illetve a súlyos baleset bekövetkezése után is.

Az elsődleges határoló szerkezetnek a hozzá kapcsolódó belső építészeti szerkezetekkel egyetemben – többek között – a következő funkciókat teljesíti:

- biológiai védelem biztosítása,
- belső veszélyeztető tényezők elleni védelem,
- szivárgásvédelem,
- tűzgátlás,
- az másodlagos konténmentszerkezettel együtt sugárzás elleni védelem biztosítása,
- RRE tartószerkezeteinek fogadása, tartása,
- nyomástartás.

A másodlagos határoló szerkezetnek – többek között – a következő funkciókat kell teljesítenie:

- az elsődleges konténmentszerkezettel együtt sugárzás elleni védelem biztosítása
- a rendszerek és rendszerelemek védelme külső veszélyeztető tényezők (feltételezett kezdeti esemény) ellen,
- biológiai védelem,
- az elsődleges szerkezetből esetlegesen kijutó anyagok felfogása a köztes térben.

A két héj közötti köztes térben egyes biztonsági rendszerek elhelyezhetők, pl. üzemzavari zónahűtő rendszer, amennyiben ellenállnak a TA3-4 üzemállapotokra számított hőmérsékleti és nyomásterheléseknek.

A kettősfalú konténment esetében a köztes térbe üzemzavar során kiszivárgott anyagot levegőszűrős légszivattyúkkal kell eltávolítani és a kéményen keresztüli kibocsátást ellenőrizni kell.

Szimplafalú konténment esetében a fenti funkciókat el kell látnia az egyszeres szerkezetnek. Megfelelő tervezési megoldásokkal gondoskodni kell arról, hogy az építményből esetlegesen kijutó radioaktív közeg

**Új atomerőmű konténmentjének építészeti tervezése**

---

mennyisége ne haladja meg a mindenkori üzemállapothoz tartozó határértékeket.

A konténment építményt úgy kell megtervezni, hogy ellenálljon a nyomásoknak, a hőmérsékleti és a mechanikai terheléseknek és azon környezeti feltételeknek melyek a tervezési alapan megfogalmazott hatásokból adódhatnak.

A konténment szerkezeteit és csatlakozásait (átvezetések, elválasztó rendszerek, ajtók és nyílások) olyan módon kell kialakítani, hogy azok képesek legyenek meggátolni a radioaktív anyagok nem megengedett mértékű környezetbe kerülését baleset esetén. Ezért ezek szerkezeti integritását fenn kell tartani és biztosítani kell, hogy a szivárgás megengedett mértékére vonatkozó kritériumoknak eleget tegyenek.

## 4. A KONTÉNMENT TERVEZÉSI ALAP

*3a.3.4.0100. „Az atomerőmű nukleáris építményei tervezése során az építészeti-műszaki tervezésre vonatkozó általános szabályokat a nukleáris rendszerekre, szerelemekre megállapított sajátos követelmények figyelembevételével kell alkalmazni.”*

*3a.3.4.0200. „Az atomerőmű nukleáris építményi tervezési programja szöveges dokumentum formájában tartalmazza a nukleáris építmény rendeltetésének célja, vagy céljai alapján az építményre, építményszerkezetre értelmezhető, az országos településrendezési és építési követelményekről szóló kormányrendeletben meghatározott alapvető, továbbá az építmény, építményszerkezet sajátosságából eredően vele szemben támasztani kívánt sajátos követelmények megállapítását.”*

*3a.2.2.3600. „Az atomerőmű tervezési alapján az atomerőmű minden üzemiállapotára meg kell határozni azokat a teljesítmény-paramétereket, funkcionális, megbízhatósági jellemzőket, amelyek szükségesek ahhoz, hogy a külső és belső veszélyeztető tényezők által előidézett körülmények között is teljesüljenek az előírt kritériumok.”*

Mint minden építményt, úgy a konténmentet is az építészeti-műszaki tervezés általános szabályai, jogszabályai és mérnöki megfontolásai alapján kell tervezni. Az általános rendelkezéseken felül azonban számos egyéb hatásnak, előírásnak is meg kell felelteni a tervezett konténmentet, melyet a tervezés megkezdése előtt rögzíteni kell.

A tervezési alap a nukleáris létesítmény tervezésekor figyelembe vett állapotok és kezdeti események összessége, amelyeknek a létesítmény – a konstrukció megfelelő kialakításával és méretezésével, illetve a biztonsági rendszerek tervszerű működése mellett – az előírt, a biztonságot minősítő kritériumok megsértése nélkül ellenáll. A biztonsági követelmények valamint a biztonságot minősítő kritériumok szintén a tervezési alap részét képezik.

A konténment rendszer tervezési alapját elsődlegesen a veszélyeztető tényezők következtében feltételezett külső és belső eredetű kezdeti események elemzési eredményeiből kell levezetni, melyek veszélyeztethetik a konténment tervezett biztonsági funkció megvalósításának képességét.

A konténment építészeti és tartószerkezeti tervezési alapjának –mely az atomerőmű nukleáris építményi tervezési programjának része - kellően részletezettnek kell lennie, hogy megfelelő kiindulási alapot adjon a tervezéshez. A tervezési alap egyrészt meghatározza azokat a



**Új atomerőmű konténmentjének építészeti tervezése**

---

tulajdonságokat, paramétereket, amelyeket a konténment tervezése során bemenő adatként figyelembe kell venni, másrészt ismerteti a konténmentre vonatkozó követelményeket, tervezési feltételeket, határértékeket.

A tervezés során figyelembe kell venni a külső környezeti hatásokat és körülményeket. Az alapozások tekintetében figyelembe kell venni a telephelykutatóból és geológiai vizsgálatokból származó adatokat és az azok felhasználásával levezethető összefüggéseket. Az így előállított információknak tartalmaznia kell a figyelembe veendő terület talaj dinamikai tulajdonságait, és rá kell mutatnia a talaj megfolyásának bármilyen lehetőségére.

A tervezési alap legalább az alábbiakat kell, hogy tartalmazza:

- a) a tervezés során figyelembe veendő üzemi állapotok listája,
- b) a konténmenthez kapcsolódó rendszerek/rendszerelemek funkciói és határai,
- c) a konténment funkciójából származó terhek megadása,
- d) terhek a szerkezetről, a konténmenthez közvetlenül kapcsolódó elemekről,
- e) terhek a külső hatásokból,
- f) tervezési követelmények, előírások, melyek visszaigazolása a tervezés során számításokkal, kivitelezés során próbaterhelésekkel történik,
- g) környezeti adottságok a telepítési helyszínnel kapcsolatban,
- h) szerkezeti anyagok előírása és a vizsgálati követelmények,
- i) tervezett élettartam,
- j) a szerkezeteket várhatóan érő korróziós hatások figyelembe vétele,
- k) radioaktív anyagok megengedett kikerülési mennyiségére vonatkozó előírások,
- l) alapozási mód,
- m) üzemeltetési és karbantartási követelmények,
- n) alkalmazott szabványok és előírások listája,
- o) az üzembe helyezés előtt megkövetelt vizsgálatok és ellenőrzések.

A konténment elemeinek az ésszerűen elérhető legalacsonyabb szinten kell tartania a benne foglalt rendszerekből, rendszerelemekből származó közvetlen sugárzás hatását a konténmenten belül munkát végzőkre és a konténmenten kívül tartózkodókra.

Amennyiben a konténment tervezése és a kivitelezése eltérő műszaki kultúrájú környezetben történik, a tervezésnek ki kell terjednie az építési folyamat és az építési technológia részletes meghatározására és a kivitelezés ellenőrzésének protokolljára.

#### **4.1. A tervezési alap meghatározása determinisztikus módszerrel**

*3a.2.2.3600. „Az atomerőmű tervezési alapjában az atomerőmű minden üzemállapotára meg kell határozni azokat a teljesítmény-paramétereket, funkcionális, megbízhatósági jellemzőket, amelyek szükségesek ahhoz, hogy a külső és belső veszélyeztető tényezők által előidézett körülmények között is teljesüljenek az előírt kritériumok.”*

Determinisztikus módszerrel határozzák meg azokat a paraméter értékeket, illetve értéktartományokat, melyek a folyamatos működőképesség, üzemszerű működés fenntartásához, illetve a meghatározott dóziskorlát betartásához szükségesek.

A módszer lényege, hogy a lehetséges hatások elemzése során kiválasztja a lehetséges legnagyobb potenciállal rendelkező forrást. Ennek időbeli, térbeli elemzésével vagy kizárja a további elemzésekből eme hatást vagy tovább vizsgálja. A további elemzések során már az építményre, építményrészre gyakorolt hatásokat is vizsgálni kell valamint más hatásokkal történő együttes fellépés vizsgálata is szükséges.

#### **4.2. A tervezési alap meghatározása valószínűségi módszerrel**

*3a.2.2.3500. „A tervezéshez meg kell határozni mindazon feltételezhető kezdeti eseményt, amely befolyásolhatja az atomerőmű biztonságát, és ezekből determinisztikus módszerrel vagy determinisztikus és valószínűségi módszerek kombinációjával kell kiválasztani a tervezési alapba tartozókat.”*

A tervezési alapba – a determinisztikus módszer kiegészítéseként - valószínűségi elven is besorolhatók kezdeti események. Valószínűségi szűrési kritériumokat kell felállítani, melyek számszerű értéket adnak a valószínűségi határnak, aminél nagyobb gyakoriságú események bekövetkezésével már számolni kell.

#### **4.3. Normál üzemi paraméterek meghatározása**

A tervezési alap részét képező környezeti körülmények körében kell rögzíteni azokat a jellemzőket, melyek a tartós üzem körülményeit

meghatározzák. Ilyenek a szezonális és tartós környezeti hőmérsékletek, átlagos szélsőségek stb.

- a) Üzemi nyomás,
- b) Állandó és a technológiai rendszerről átadódó hasznos terhek,
- c) Környezeti paraméterek (hőmérséklet, páratartalom, stb.),
- d) Karbantartási paraméterek

A normál üzemi paraméterek esetén figyelembe kell venni, hogy ezek a hatások hosszabb ideig vagy akár állandó hatásként lépnek fel.

#### **4.4. A tervezés során figyelembe veendő külső hatások**

3a.4.6.0100. „A konténment tervezése során meg kell valósítani:

...

*c) a külső események elleni védelem funkcióját*

Külső veszélyeztető tényezők esetén minden olyan hatást figyelembe kell venni, ami emberi tevékenységből vagy természeti hatásból adódóan veszélyt jelenthet a konténmentre és a benne lévő rendszerekre és rendszerelemekre. A tervezési alapba tartozó eseményeket a tervezést megelőzően egyértelműen azonosítani és dokumentálni kell. Az adatokat észlelések, mérések vagy amennyiben ezek nem állnak rendelkezésre, szabványelőírások és megalapozott szakmai szempontok alapján kell meghatározni. A bizonytalanságok kompenzálása érdekében ésszerű mértékben konzervatív feltételezéseket kell alkalmazni.

Valamennyi releváns külső eseményt és várható hatását meg kell becsülni.

A lehetséges külső eseményeket és azok hatásait számszerűsíteni kell és ezeket az eredményeket kell a számítások során alkalmazni.

A konténmenttel szemben valószínűsíthető külső veszélyeztető tényezők:

Emberi eredetű veszélyeztető tényezők:

- a) repülőgép- és repülő tárgy becsapódás,
- b) gyúlékony cseppfolyós anyagot tartalmazó tartály felrobbanása (pl. beszállítási baleset, közúti baleset, csőtörés, ipari baleset),
- c) telephelyhez közeli szállítási, ipari és bányászati tevékenység,
- d) nehéz teher leesés.

Természeti veszélyeztető tényezők:

**Új atomerőmű konténmentjének építészeti tervezése**

---

- a) földrengések és egyéb geotechnikai veszélyeztető tényezők (felszínre kifutó vetők által okozott elvetődések, lejtő instabilitás, talajfolyósodás, stb.)
- b) árvíz és alacsony vízszint,
- c) szélsőséges szélterhelés,
- d) szélsőséges külső hőmérsékletek,
- e) szélsőséges csapadékviszonyok,
- f) szél által mozgatott repülő tárgyak,
- g) hóteher, hózugteher,
- h) talajvízszint ingadozás,
- i) szélsőséges hűtővíz hőmérséklet (jegesedés),
- j) villámcsapás.

Egyéb külső veszélyeztető tényezők:

- a) saját vagy szomszéd létesítmény meghibásodásából származó repülő tárgyak, lökéshullámok,
- b) fel- és alvízi létesítmények sérülésének veszélye,
- c) tűz,
- d) elektromágneses interferencia,
- e) biológiai eredetű veszélyeztető tényezők.

A veszélyeztető tényezők teljes körű azonosítását a telephelyengedéllyel jóváhagyott telephelyjellemzők alapján kell elvégezni.

#### **4.5. A tervezés során figyelembe veendő belső hatások**

*3a.4.6.0100. „A konténment tervezése során meg kell valósítani:*

*a) a hasadási termékek kijutását korlátozó fizika gát funkciót és a hasadási termékek ellenőrzött kibocsátását biztosító funkciót;*

*b) a TA1-4 és TAK1-2 üzemállapotokban az ionizáló sugárzástól védő árnyékolás funkcióját”*

*3a.3.1.0600. „Valamely nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszer vagy rendszerelem meghibásodása nem okozhatja egy nála magasabb biztonsági osztályba sorolt rendszer vagy rendszerelem meghibásodását.”*

**Új atomerőmű konténmentjének építészeti tervezése**

---

A konténment szerkezetét és rendszereit úgy kell megtervezni, hogy biztosított legyen a hermetikusság, továbbá minden olyan rendszer és rendszerelem védelme is megoldott kell legyen a belső és külső veszélyeztető tényezők ellen, melyek a reaktor hűtésében és a reaktor biztonságos állapotban tartásában részt vesznek.

A konténment tervezése során azokat a belső eseményeket kell figyelembe venni, melyek veszélyeztethetik a konténment biztonsági funkcióit vagy a biztonsági rendszerek működését. Ezek lényegében öt kategóriába sorolhatók:

- 1) Konténmenten belüli magas nyomású, hőmérsékletű csővezetékek meghibásodása, tönkremenetele. A konténmentnek ellen kell állnia a csővezeték okozta ütőhatásnak és a kiáramló közeg hatásainak, illetve a csővezeték tönkremenetele miatt keletkező belső megnövekedett túlnyomásnak.
- 2) Konténmenten belüli radioaktív anyagot tartalmazó rendszer tönkremenetele. A konténment képes kell legyen a határoló felületen belül tartani a radioaktív közeget.
- 3) A konténmentnek ellen kell állnia a rendszerek működéséből illetve meghibásodásából adódóan fellépő nyomás, hőmérséklet és dinamikus terheléseknek.
- 4) Hűtőközeg vesztés. Megfelelő tartalék izolációs rendszereket kell betervezni.
- 5) Elárasztással járó balesetek kezelése. Ellenőrizni/igazolni kell, hogy a belső veszélyeztető tényezők nem károsítják a konténment működését.

A konténment építmény vonatkozásában a tervezés során figyelembe veendő belső veszélyeztető tényezők:

- a) csővezetékrendszer különböző meghibásodásai, kiemelve a 200%-os csőtörés esetét (fővízkör),
- b) tápvíz vezeték törése,
- c) gőzfejlesztő hőátadó cső repedése,
- d) biztonsági szelepek, csővezetékek szándékolatlan benyitása,
- e) hűtővízvezeték törése konténmenten belül vagy kívül,
- f) szivárgás vagy meghibásodás a radioaktív folyadék vagy gáz rendszerében konténmenten belül,
- g) fűtőelem kezelési baleset a konténmenten belül,

- h) belső tűz,
- i) belső robbanás,
- j) belső elárasztás a hűtővíz által,
- k) gázok kijutása a légtérbe,
- l) elszabadult repülő tárgy,
- m) nehéz teher ráejtés,
- n) karbantartási események,
- o) hűtőközeg veszteséssel járó üzemzavari esemény,
- p) csővezeték ostorozó mozgása, folyadéksugár, rezgés.

#### **4.6. Üzemállapotok, kezdeti események**

Az üzemállapotok meghatározására vonatkozó követelményeket és a biztonsági osztályba sorolásra vonatkozó előírásokat az NBSZ 3a.2.1. és 3a.2.2 fejezetei tartalmazzák.

Az üzemzavari események körébe tartozik minden olyan körülmény, esemény, mely a megengedett üzemállapottól való eltérést okoz. Nem minden üzemzavari esemény jelent biztonsági kockázatot, ezért a számításba vehető üzemzavari események elemzése után lehet kiszűrni azokat, melyek az üzemszerű működés befolyásolása miatt kezdeti eseménynek tekinthetők. A kezdeti események a tervezési alap részét képezik.

#### **4.7. Tervezési Alap Kiterjesztése**

*3a.2.2.6000. „A mélységi védelem elvével összhangban, a TAK üzemállapotokat eredményező eseményeket és eseménykombinációkat valószínűségi módszerekkel és mérnöki megfontolásokkal kiegészített determinisztikus elemzésekkel kell kiválasztani. Igazolni kell, hogy minden lehetséges eseményt és eseménykombinációt figyelembe vettek. A biztonság igazolására szolgáló elemzéshez a módszerek közül a vizsgált esetnek leginkább megfelelőt vagy azok leginkább megfelelő kombinációját kell alkalmazni.”*

A tervezési alapban figyelembe veendő veszélyeztető tényezők lehetséges következményei a konténment tervezésénél a tervezési alap kiterjesztését tekintve hasonló következményekkel járnak.

A tervezési alap kiterjesztésénél legalább az alábbiakra ki kell térni:

**Új atomerőmű konténmentjének építészeti tervezése**

---

- a) A konténment megkerülésével járó közvetlen környezeti kibocsátáshoz vezető esemény,
- b) Zónaolvadással járó üzemzavar,
- c) Konténment nyomáscsökkentő funkciójának elvesztése,
- d) Többszörös meghibásodás.

Biztosítani kell, hogy a konténment az ésszerűen feltételezhető, a tervezési alapon túli üzemzavarok esetében is megőrizze integritását. Az integritás megőrzése a balesetek kezelésére alkalmas funkciók beépítésével is biztosítható. Az integritás sérülését feltételezve, a konténment kialakítása során törekedni kell arra, hogy a tönkremeneteli módok a lehető legkisebb radiológiai következménnyel járjanak, továbbá a szerkezetek képesek legyen ellátni tartószerkezeti funkcióját.

**4.8. TA1-4 és TAK 1-2 üzemállapotok**

*3a.4.6.0600. „A konténment tervezésekor figyelembe kell venni a TA2-4 üzemállapotot eredményező folyamatokat és a TAK1-2 üzemállapotot eredményező eseményeket - az adott üzemállapotra meghatározott megfelelőségi kritériumok szerint. A konténment szilárdsági méretezésére a nyomástartó berendezésekre és csővezetékekre vonatkozó általános elveket kell alkalmazni, figyelembe véve a teherviselő szerkezet anyagával és konstrukciójával összefüggő sajátosságokat.”*

Az egyes üzemállapotokat az 1. számú táblázat mutatja be.

## Új atomerőmű konténmentjének építészeti tervezése

Üzem- állapot	Megnevezés	Esemény gyakoriság (f [1/év])
TA1	normál üzem (beleértve minden üzemi állapotot)	-
TA2	várható üzemi események	$f \geq 10^{-2}$
TA3	kis gyakoriságú tervezési üzemzavarok	$10^{-2} > f \geq 10^{-4}$
TA4	nagyon kis gyakoriságú tervezési üzemzavarok	$10^{-4} > f \geq 10^{-6}$
TAK1	az aktív zóna vagy a pihentető medence komplex üzemzavara, amely nem jár az üzemanyag (jelentős részének) megolvadásával,	$f < 10^{-6}$ (csak célérték)
TAK2	az üzemanyag jelentős részének megolvadásával járó súlyos baleset	$f < 10^{-6}$ (a 3a.2.2.0400 következménye)

1. táblázat - Az erőművi blokk üzemállapotai

**Normál üzemi állapot (TA1) esetén a tervezési paraméterek a következők:**

- állandó terhek,
- esetleges terhek,
- hasznos terhek (pl. csővezetékek, komponensek, üzemi terhek),
- szabványos környezeti hatások (hó, szél, külső hőmérséklet).

**A blokk üzemideje alatt várható üzemi események (TA2 üzemállapot) tervezési paramétere:**

TA1 üzemállapot terhei kiegészülve a következő rendkívüli terhekkel,

- nyomástartóként a szabványok által előírt próbaterhelések, pl. a nyomáspróba értéke,
- extrém környezeti hatások (hó, szél, külső hőmérséklet),
- tervezési földrengés,
- emberi eredetű hatások (pl. repülőgép becsapódás).

**Kis és nagyon kis gyakoriságú tervezési üzemzavarok (TA3 és TA4) tervezési paramétere:**



**Új atomerőmű konténmentjének építészeti tervezése**

TA3 és TA4 üzemállapotokban a tervezési paraméterek kiegészülnek az üzemavari események hatásaival:

- a) csővezetékek hatásai a konténment szerkezetére baleseti tönkremenetel esetén,
- b) csővezeték törések hatásai,
- c) csővezeték és földrengés együttes hatása,
- d) egyéb üzemzavari események, melyek hatással lehetnek az építményre.

A tervezési üzemzavar (TA3-4) elemzés eredményeit a kritikus tervezési paraméterek meghatározásához kell használni.

**A tervezési alap kiterjesztése a tervezési alapon túli baleseti folyamatokra (TAK1 és TAK2 állapot):**

- a) összetett (többszörös) meghibásodás, jelentős zónasérüléssel jár,
- b) kombinált kezdeti események, a tervezési alapon figyelembe vett esemény és egy ettől független esemény vagy körülmény együttállásával jönnek létre, s az így lezajló folyamat következményei a tervezési alapon specifikálnál súlyosabbak,
- c) egymástól nem független események bekövetkezése, amelyet a terv elviekben kezelt, ilyen lehet például földrengés és földrengés következtében fellépő csőtörésből származó hűtőközeg-vesztés,
- d) tervezési alap kiterjesztésébe kerülhet egy egyszeri esemény, mint például a nagy polgári légi jármű rázuhanása az atomerőműre.

A tervezés során az alábbi NBSZ pontok adnak további iránymutatást:

*3a.2.2.7200. „Legalább az alábbi eseményeket tervezési megoldásokkal vagy preventív baleset-kezelési képességek kialakításával gyakorlatilag ki kell zárni, azaz bizonyítani kell, hogy bekövetkezésük fizikailag lehetetlen vagy a bekövetkezési gyakorisága nagy biztonsággal kisebb, mint  $10^{-7}$ /év:*

...

*c) minden olyan rövid- és hosszútávon jelentkező terhelés, ami veszélyeztetheti a konténment integritását, így különösképpen nehéz teher leejtése, gőz- és hidrogénrobbanás, üzemanyag-olvadék kölcsönhatása beton teherhordó szerkezetekkel és konténment túlnyomódás, ...”*

*3a.2.2.8600. „Megfelelő tervezéssel biztosítani kell, hogy a TA1-2 üzemállapotok esetén az összes fizikai gát teljesítse funkcióját.”*

3a.2.2.8700. „Megfelelő tervezéssel biztosítani kell, hogy bármely, TA3-4 és TAK1 üzemállapotot eredményező esemény bekövetkezése esetén 3a.2.1.1600. pont b)-d) alpontjaiban foglaltak közül, az üzemanyag-mátrixon felül legalább egy teljesítse a funkcióját.”

## 4.9. Terhek meghatározása

### Tartószerkezetek méretezése a parciális tényezős eljárással

A parciális tényezők módszere szerint a szerkezetet úgy kell megtervezni, hogy az előirányzott tervezési élettartam alatt azok megfelelő megbízhatósággal és gazdaságosan legyenek alkalmasak a rendeltetésszerű használatra, vagyis megfelelő legyen a teherbírásuk, használhatóságuk és a tartósságuk, a kiváltó okhoz képest aránytalan mértékben ne károsodjanak az 4.7. pontban leírt tervezési üzemállapotokban és az 4.4. és 4.5. pontban leírt belső és külső rendkívüli körülmények között.

### A határállapot koncepció a tervezésben

A határállapot koncepció szerint minden lehetséges tervezési állapotban igazolni kell, hogy az alkalmazott tartószerkezeti és tehermodellek alapján eljárva, a hatások, az anyag-, vagy termékjellemzők és a geometriai méretek tervezési értékeit alkalmazva, az adott határállapot túllépése nem következik be. Az erőtan követelmények teljesülésének ellenőrzéséhez - az előirányzott tervezési élettartam mellett - teherbírási és használhatósági határállapotokat definiálunk. A határállapotok megfelelőségét a feltételezett tervezési állapotokban kell igazolni. A tervezési állapotok lehetnek tartós, ideiglenes és rendkívüli állapotok. Az időtől függő, halmozódó jellegű hatások esetén a határállapotok (pl. a fáradás) igazolásakor a használati élettartamot is figyelembe kell venni.

### Tervezési- és határ- állapotok

Tervezési állapotok:

- a tartós tervezési állapotok, a szokásos használat körülményeit definiálják;
- az ideiglenes tervezési állapotok, a tartószerkezet rövid ideig tartó használatát (például a megvalósítás, javítás állapotát, üzemzavar) jelentik;
- a rendkívüli tervezési állapotok, a tartószerkezetre ható kivételes körülmények (4.4. és 4.5. 4.7. és 4.8. pontok) károsodásának körülményeit írják le;

**Új atomerőmű konténmentjének építészeti tervezése**

- a szeizmikus tervezési állapotok, melyek szeizmikus hatással terhelt szerkezetek működési körülményeit írják le.

Teherbírási határállapotok:

- a tartószerkezetek, vagy tartószerkezeti elemek a szokásos használati körülmények közötti használhatóságával (pl. lehajlás, alakváltozás, repedezettség, stb.);
- az emberek komfortérzetével;
- az építmény külső, megjelenésével (burkolat, nem tartószerkezeti elemek károsodásával) kapcsolatos határállapotok.

Meg kell határozni az összes olyan terhet, melyek a konténment építésétől a leszereléséig számításba veendő a határállapotokra történő tervezésnek megfelelően.

Valamennyi terhet azonosítani, mennyiségileg meghatározni és megfelelően kombinálni kell annak érdekében, hogy meghatározhatóak legyenek azok a hatások, melyek a szerkezeteket és azok elemeit érik. A tervezési folyamatnak és a számításnak tartalmaznia kell megfelelő biztonsági tartalékokat.

A szerkezetekre, szerkezeti elemekre ható terheket és a terhek biztonsági tényezőit rögzíteni kell.

Meg kell határozni a karakterisztikus és reprezentatív terhelési értékeket valamennyi üzemállapotban.

Meg kell határozni minden olyan terhelést is, ami nem minősíthető statikusnak vagy kvázi-statikusként. Amennyiben a lokális dinamikus igénybevétel figyelembe vételét nem lehet elkerülni, akkor minden olyan releváns paramétert meg kell határozni, ami a számítás során szükséges.

A lokális hatások ellen helyi védelmi rendszerelemek (pl. szerkezeti megerősítések) betervezésével kell védekezni.

A hidrodinamikai terhelést, mint lehetséges terhet figyelembe kell venni a tervezés során. Értékelni kell a lokális terhek hatását és igazolni szükséges, hogy a további számítások során indokolt-e a figyelembe vételük vagy sem.

*3a.3.3.0400. „A konténmentet mint nyomástartó berendezést kell méretezni és nyomástartó képességének rendszeres ellenőrzési lehetőségét biztosítani kell.”*

A konténment tervezésekor a nyomástartó rendszereknél alkalmazott elveket (ld. NBSZ 3a.3.3.) kell alkalmazni, figyelembe véve az épületszerkezet és építőanyagok sajátosságait.

## 4.10. Teherkombinációk

Annak érdekében, hogy a teheresetek teljes körűen legyenek meghatározva, a tervezési hatásokból származó igénybevételek valamennyi lehetséges kombinációját figyelembe kell venni.

A teherkombinációkat az alábbi szempontok figyelembevételével kérjük megadni:

- teher típusok,
- üzemeltetési tapasztalatok,
- mérnöki megítélés,
- az egyes terhek időbeni változásának vizsgálata,
- egyes teherkombinációk valószínűségének elemzése.

A terheket különböző teherkombinációk formájában vizsgálhatjuk együtt.

A teherkombinációk az üzembe helyezési, önsúly jellegű terhek, hasznos terhek, meteorológiai hatások, baleseti hatások, legmagasabb várható nyomásérték, hőmérséklet, csővezetékekből származó hatások és lokális hatások kombinációjából állnak. A teherkombinációk számát abban az esetben lehet csökkenteni, ha igazoltan kizárható az adott teherkombináció esetén a vizsgált hatások együttes bekövetkezése.

Minden olyan teherkombinációt, amely maximális igénybevételt eredményez, részletesen be kell mutatni. A legnagyobb igénybevételt eredményező teherkombinációt kérjük összehasonlítani a baleseti hatásokból származó igénybevételekkel.

Az elemzések elvégzése után egyes a megfelelőség igazolása tekintetében nem releváns teherkombinációkat ki lehet zárni a méretezési követelmények köréből.

Az egyes teherkombinációkból adódó feszültség, alakváltozás és szivárgás esetére meg kell határozni az elfogadható határértékeket.

A megfelelőségi kritériumokat valamennyi teherkombinációra meg kell állapítani a feszültségek, alakváltozások és a repedéstágasság vonatkozásában.

## 4.11. Speciális terhek és hatások

### Tervezési nyomás érték

A tervezési nyomás értéket a tervezési alapon rögzíteni kell és a nyomástartó szerkezetek, szerkezeti elemek megfelelőségét számítási

## Új atomerőmű konténmentjének építészeti tervezése

---

módszerekkel valamint megépülésük után nyomáspróbákkal kell igazolni. Megfelelőségi kritériumot kell felállítani a szerkezeti sértetlenség és a szivárgásmentesség megállapításához.

A konténmentet a rendszerelemekkel úgy kell megtervezni, hogy ellenálljanak a következő hatásoknak:

- normál és üzemzavari állapotban bekövetkező belső nyomásesés, nyomásnövekedés,
- két konténment szerkezet esetén az elsődleges és másodlagos rendszer közötti térrészben bekövetkező nyomásnövekedés.

A belső nyomás hatására alakváltozások és feszültségek keletkeznek a szerkezeti elemekben.

### **Tervezési hőmérsékleti érték**

A tervezési hőmérséklet a tervezési üzemzavarból származtatott állandó érték, melyet egységesen kell alkalmazni a szerkezetre. Szintén vizsgálni kell azt az esetet, amikor csak az elsődleges konténment belső felülete éri el a tervezési hőmérsékletet, emiatt a falszerkezet keresztmetszete mentén kialakuló hőmérsékletkülönbség többletterhelést okozhat.

A tervezési hőmérsékletet a maximális várható hőmérsékletként kell definiálni, ami a konténment szerkezetére hathat tervezési üzemzavarok során, értékét a tervezési üzemzavarok elemzésével kell meghatározni és a tervezési alapon kell rögzíteni.

A konténmentnek és rendszereinek képesnek kell lenniük az adott tervezési hőmérsékleten ellátni feladatukat.

A beton esetében igazolni kell, hogy a nagyon magas hőmérsékleti hatásra csökkenő szilárdsági érték még teljesíti az elvárt követelményeket a szerkezettel szemben.

Hőmérsékleti teher esetén termikus öregedés léphet fel a hőmérsékleti hatással érintett szerkezeteknél.

### **Egyéb technológiai hatások**

Az építészeti, tartószerkezeti elemekre ható technológiai hatások lehetnek még:

- hűtőközeg hatása (erózió, eróziós korrózió),
- sugárzás hatása (sugárkárosodás),
- ciklikus hatások gépek, technológiai rendszerek esetén (fáradás),
- fémek érintkezése (kopás, korrózió).

## 5. TERVEZÉSI SZEMPONTOK

### 5.1. Szabványok és előírások alkalmazásának szempontjai

3a.2.1.2300. „A biztonság szempontjából fontos rendszereket és rendszerelemeket a nukleáris iparban elfogadott szabványok alkalmazásával kell tervezni. A tervezésnél a használatra előírányzott szabványok körét előzetesen meg kell határozni, alkalmazhatóságukat igazolni kell.”

3a.3.1.2000. „Az egyes biztonsági osztályokra meg kell határozni:

...

a tervezés, gyártás, szerelés és ellenőrzés során alkalmazandó megfelelő követelményeket és szabványokat,

...”

3a.3.3.1500. „A nyomástartó berendezések és csővezetékek tervezésére vonatkozó követelményeket, szabványokat az adott rendszer, rendszerelem biztonsági osztályával összhangban kell alkalmazni.”

3a.3.3.1600. „Szilárdsági elemzést kell végezni minden biztonsági osztályba sorolt teherviselő, nyomástartó rendszer, illetve rendszerelem megfelelőségének igazolására. Külföldön gyártott nyomástartó rendszerek és rendszerelemek méretezésénél külföldi számítási módszerek alkalmazhatók, ha azok nukleáris ipari szabványok vagy nukleáris területen is alkalmazható általános ipari szabványok. A szilárdsági számítást egy előírásrendszer keretén belül lehet csak elvégezni.”

3a.3.4.0700. „A földrengésre való méretezést, biztonsági osztályba sorolt építményekre és épületszerkezeteire elfogadott módszertani és szabványok szerinti előírások alapján kell végezni.”

3a.3.4.1200. „A teherbírás ellenőrzését a nukleáris iparban elfogadott szabványok szerint kell végezni. Az épületszerkezetek konstrukciós kialakításából származtatható elmozdulásokra, alakváltozásokra vonatkozó korlátok teljesülését értékelni kell.”

A konténment tervezése szigorú szabályok szerint kell, történjen, azaz a nukleáris biztonsági, sugárvédelmi, munkabiztonsági, stb. követelmények, jogszabályokban foglalt előírások betartásával, a nukleáris létesítményekre alkalmazható szabványok szerint és minőségirányítás mellett. A tervezés szabványok által meghatározott tevékenység kell legyen, amely szabványok akkumulálják az ipari tudást és tapasztalatot.

**Új atomerőmű konténmentjének építészeti tervezése**

Az építészeti-műszaki tervezés során a hatályos magyar szabványok használata nem kötelező, azonban az egyenértékűséget a használt és a hatályos magyar szabványok között minden esetben igazolni kell. A szabványtól eltérő eljárás vagy számítási módszer akkor alkalmazható, ha a szabványossal legalább egyenértékű. Az egyenértékűséget igazolni kell.

*3a.2.1.2400. „A biztonság szempontjából fontos rendszereket, rendszerelemeket hasonló feltételek között kipróbált, bevált konstrukciós megoldásokat alkalmazva kell tervezni. Ettől eltérő esetben olyan technológiákat és termékeket kell alkalmazni, amelyek alkalmazhatóságát megvizsgálták és igazolták. Az új tervezési megoldások esetében, amelyek eltérnek a műszaki gyakorlatban bevett megoldásoktól, az alkalmazhatóságot adekvát kutatásokkal, tesztekkel, más alkalmazásokban szerzett tapasztalatok elemzésével biztonsági szempontból igazolni kell. Az új megoldást tesztelni kell az üzembe helyezés előtt. A rendszer, rendszerelem működését - annak üzemelése közben - monitorozni kell a megfelelőség végleges igazolása érdekében.”*

A konténment, mint acélból és vasbetonból (előfeszítéssel, ritkábban a nélkül) készült nyomástartó szerkezet tervezését szabványok alapján végzik, mint például az USA-ban az *ASME BPVC Section III* (ASME, 2010 és 2011), Franciaországba az *AFCEN 2010*, Oroszországban pedig a *PNAE G-10-007-89* szabvány.

A szabvány szerinti tervezés megfelelő tartalékokat biztosít a tervezési módszerek, eszközök pontatlansága, a tervezésnél figyelembe vett terhek bizonytalansága, a gyártási és szerelési tűrések és feltételezhető hibák, valamint a tervezett üzemidő alatti öregedés által okozott romlás ellensúlyozására. A megfelelőség kritériumai is a nukleáris biztonsági előírásokból, vagy a szabványokból származnak.

A tervezés során törekedni kell arra, hogy egy rendszer megtervezéséhez azonos szabványokat alkalmazzanak.

*3a.3.3.0300. „Kerülni kell a különböző szabványok, előírás-rendszerek szerint tervezett nyomástartó berendezés és csővezeték alkalmazását. Amennyiben ilyen előfordul, a különböző előírásrendszerek alapján méretezett nyomástartó berendezés és csővezeték illesztésének, összeszerelésének lehetőségét külön elemzéssel kell alátámasztani.”*

A tervezés során figyelembe kell venni a karbantarthatóság szempontjait is, melyek a következők:

- a) a karbantartáshoz szükséges hozzáférés lehetősége,

- b) vizsgálhatóság,
- c) mozgathatóság és szerelhetőség,
- d) a szerkezet állékonyságának veszélyeztetése nélküli karbantarthatóság.

### **Biztonsági osztályoknak megfelelően differenciált követelmények**

A különböző biztonsági osztályokhoz tartozó építmények, épületszerkezetek, rendszerek és rendszerelemek vonatkozásában ajánlott differenciált követelményrendszert a N3a.12 „Általános tervezési elvek atomerőművek és rendszereinek tervezéséhez” című útmutató valamint az NBSZ 3a.2.2 alcímében foglaltak figyelembe vételével kell kidolgozni.

## **5.2. Elrendezés-tervezés**

Az atomerőmű komponenseinek térbeli elrendezése, az építmények egymáshoz való elhelyezésének megtervezése illetve a helyiségek építményeken belüli elhelyezése fontos szerepet játszik a létesítmény biztonsága szempontjából. Az elrendezés legfontosabb aspektusai a kiszolgálhatóság, az ember-gép kapcsolat és a sugárvédelem.

*3a.3.5.0200. „Az elrendezésnek biztosítania kell, hogy a tervezési alapon szereplő események valamint az egyes építmények, rendszerek kölcsönhatásai ne okozhassanak elfogadhatatlan mérvű károsodást az atomerőműben.”*

A konténment tervezési alapjában foglalt követelményeket az építészeti elrendezés tervezése során is figyelembe kell venni. A kellően átgondolt építészeti elrendezés elősegíti a természetes cirkuláció kialakulását valamint a biztonság növelését.

A mélységi védelem elvét követve az alábbi követelményeket kérjük kielégíteni a konténment diszpozíciós tervezése során:

#### *Genplán*

- megközelítési útvonalak biztosítása szállítási igényekre és a dolgozóknak,
- menekülési útvonalak kialakítása,
- blokkok közötti kölcsönhatás kizárása, blokkok függetlensége, tükrörszimmetria kerülése,
- térbeli szeparáció, kölcsönhatások kizárása többi építményről,
- ön- és kölcsönös árnyékolás a külső hatásokkal szemben,
- zónák, beléptető rendszerek, ellenőrző pontok biztosítása,



**Új atomerőmű konténmentjének építészeti tervezése**

---

- tűzvédelem: felvonulási útvonal és redundáns tűzivíz hálózat biztosítása.

*Konténment belső helyiségei (alaprajzi kialakítás)*

- a technológiai rendszerek vagy rendszerelemek befogadása, illetve ezek specifikációjának megfelelő környezeti körülmények biztosítása,
- térelhatárolás, az azonos funkciójú rendszerek térbeli elválasztása,
- fizikai védelem a kölcsönhatások (repülő tárgyak, nagy energiájú csőtörések, elárasztások) kizárására elmozdulás-korlátozók, ütközés gátlók, védőfalak, pajzsok, pódiumok, védőtávolságok, zónák alkalmazásával,
- biológiai védelem, sugárvédelem és árnyékolás,
- kiszolgálhatóság, karbantarthatóság és vizsgálhatóság biztosítása,
- tároló, pihenő, elsősegély-nyújtó helyek biztosítása,
- bevonatok, szigetelések és burkolatok védelmi funkciói, dekontaminálhatóság biztosítása,
- nyomáshatárolás,
- szabad közlekedés és szállítás biztosítása: nagy elemek biztonságos be- és kiszállítása, nehéz teher mozgatási útvonala, menekülési útvonalak,
- munkabiztonsági szempontok és követelmények teljesítése,
- biztonsági funkciót ellátó technológiai berendezéseknél a biztonsági funkció betöltésének elősegítése, vagy a berendezés szerkezeti alátámasztásának biztosítása (tartószerkezeti funkció),
- árnyékolás/védelem biztosítása a biztonsági funkcióval rendelkező berendezések részére,
- tűzbiztonság a konténment felé haladó, vagy onnan induló tűz megakadályozására, vagy terjedésének lassítására (tűzgátlás) zónákkal, tűzgátak alkalmazásával,
- hűtővíz biztosítása a blokk leállítása esetén: vízellátás, tározás és elvezetés biztosítása,
- biztonsági funkcióval nem rendelkező berendezések szerkezeti alátámasztása, vagy a berendezés működésének elősegítése oly módon valósul meg, hogy ezen szerkezet meghibásodása

**Új atomerőmű konténmentjének építészeti tervezése**

valamilyen más előírt biztonsági funkció teljesülését nem akadályozhatja meg (közvetett biztonsági funkció),

- elárasztás elleni védelem belső vagy külső áradásos eseményeknél,
- szűrt és szűrés nélküli gázok kibocsátási útvonalának biztosítása, visszaszívás mentes szellőzés és légkondicionálás,
- szivárgásvédelem, szivárgás-gyűjtés és elvezetés (padlólejtés, zsompok, csatornák),
- zónák kialakítása a térrészek azonosításával és elhatárolásával.

További előírások az elrendezésről az NBSZ 3a.3.5 fejezetében található.

Az elrendezés tervezése során a vonatkozó hatályos jogszabályokban foglaltakat is figyelembe kell venni, mint pl. OTÉK, NTSZ, OTSZ, helyi rendeletek. Olyan előírásokat tartalmaznak, melyeket már az elrendezés tervezésének korai fázisában alkalmazni kell. A jogszabályok olyan előírásokat rögzítenek, melyek az építmények egymás közti távolságára, a telken való elhelyezésre, a tűztávolságokra, menekülési útvonalakra, parkolók kialakítására, stb. vonatkozhatnak.

### 5.3. Építhetőségi szempontok

*3a.2.1.2800. „A rendszereket, rendszerelemeket úgy kell megtervezni, hogy a gyárthatóság, szerelhetőség, építhetőség, ellenőrizhetőség, karbantarthatóság, javíthatóság biztosítható legyen.”*

Ahogy a konténment tervezése (lásd 4.3 pont), a kivitelezés tervezése is csak komplex módon, a technológiával érintett szakterületek bevonásával történhet. A kivitelezés során a technológiai rendszerek és az épületszerkezeti elemek egymással párhuzamosan, közös rendszerben kell, megvalósuljanak. Az építés ütemének, sorrendjének, organizációjának tervezése során figyelembe kell venni a technológiai telepítés sorrendjét.

A tartószerkezetek tervezése során figyelembe kell venni az építés alatt fellépő terheléseket, a tervezett szerkezeteknek mindenkor állapotuk szerint - építés közben is - el kell viselniük a rájuk adódó terheléseket. Előregyártott szerkezeti elemek esetében a tervezésnek ki kell térnie a szállítás során ébredő igénybevételekre is. A beépítés helyén azok megfelelőségének igazolhatónak kell lennie. Az el nem készült építmények várható körülményekkel szembeni védelméről gondoskodni kell (pl.: szerkezetek csapadél általi eláztatása) többek között segéd-, védő és megtámasztó szerkezetekkel.

**Új atomerőmű konténmentjének építészeti tervezése**

Az építhetőség hatékonyságának növelésére a szabványosítás, egyszerűsítés, blokkosítás eszközeit kell alkalmazni.

Az egyenletes és ellenőrizhető minőség biztosítása érdekében szabványosítást kell alkalmazni.

Az elemek és elemtípusok számának csökkentése növeli a biztonságot, ezért az egyszerűsítés elve alkalmazandó az építés tervezése során.

Az előregyártás, az elemek blokkosítása a helyszíni kivitelezés, szerelés csökkentése szempontjából alkalmazandó. Az előre legyártott blokkok minősége, ellenőrizhetősége könnyebben biztosítható és a beruházási költség és idő is csökken.

#### **5.4. Sugárvédelmi tervezési szempont**

*3a.5.2.0200. „Biztosítani kell, hogy radioaktív közeggel üzemszerűen érintkező vagy radioaktív szennyeződésnek kitett rendszerelem anyaga és konstrukciója, kialakítása tegye lehetővé a dekontaminálást és a dekontamináló oldat teljes eltávolítását. A dekontaminálási folyamatot úgy kell megtervezni, hogy az érintett rendszerelemek felületminősége a dekontaminálás után is megfeleljen a követelményeknek.”*

A sugárvédelem az ember egészségének megőrzésével, védelmével foglalkozik a radioaktív sugárzási tér elkerülhetetlen jelenléte miatt. A védekezés és szabályozás fizikai alapokon nyugvó rendszer, amely a kor tudományos szintjén felmérhető kockázatok csökkentésére irányul.

Sugárvédelmi szempontból az alábbiakat kell figyelembe venni a konténment tervezésekor:

- a) el kell készíteni az erőmű rendszereinek logikus elrendezési tervét, ki kell jelölni az ellenőrzött és felügyelt területeket,
- b) biztosítani kell minden zónában a belépés és a benntartózkodás ellenőrzését,
- c) a biztonság szempontjából fontos rendszereket, rendszerelemeket körültekintően kell megtervezni a sugárzási térben történő emberi tevékenység csökkentése és a konténment területén tartózkodó személyek sugárszennyeződése valószínűségének csökkentése érdekében,
- d) a radioaktív anyagokat tartalmazó rendszereket, rendszerelemeket, valamint ezek árnyékolását megfelelően kell kialakítani,

**Új atomerőmű konténmentjének építészeti tervezése**

- e) a keletkező radioaktív anyagok mennyiségének és aktivitáskoncentrációjának csökkentésére, továbbá a nukleáris létesítményen belüli szétterjedésének és környezeti kibocsátásának az ésszerűen elérhető legalacsonyabb szinten tartására szolgáló megoldásokat kell alkalmazni.

A létesítmény minden olyan részén, amelynek a megközelítése ésszerűen feltételezhető, ki kell alakítani a radioaktív sugárzás és elszennyeződés elleni védelmet a nukleáris létesítmény minden tervezett üzemállapotában, mely biztosítja a bejutást a konténment biztonságos állapotának eléréséhez és fenntartásához szükséges helyiségekbe, és lehetővé teszi a benntartózkodást.

A radioaktív szennyeződésnek kitett tartály, csőhálózat, felszerelés és reaktorépületben elhelyezkedő szerkezetek bevonatait úgy kell megtervezni, hogy azok könnyen dekontaminálhatók legyenek.

*3a.5.4.0100. „Az atomerőművi blokkon biológiai védelmet kell tervezni minden olyan helyre, ahol számítani lehet a láncreakció következtében fellépő közvetlen radioaktív sugárzásra, valamint radioaktív sugárforrások felhalmozódására.”*

*3a.5.4.0200. „Az árnyékolás anyagának megválasztásakor figyelembe kell venni:*

- a) a sugárzás jellemzőit,*
- b) az anyagok árnyékoló tulajdonságait és mechanikai jellemzőit, valamint*
- c) az elhelyezésnek megfelelő környezeti igénybevételek mellett feltételezhető öregedési folyamatokat.”*

A biológiai védelem, árnyékolás eszközeként alkalmazott anyagokkal, szerkezeti elemekkel (nehézbeton, acél burkolat) a 8. fejezet valamint a 3.29. számú útmutató foglalkozik részletesebben.

## **5.5. Vizsgálhatósági szempontok**

*3a.4.6.0700. „A konténmentet úgy kell megtervezni, hogy lehetőség legyen*

- a) a konténment nyomástartó képességének rendszeres ellenőrzésére,*
- b) a szivárgás ellenőrzésére üzemi nyomáson,*
- c) nyomáspróba végrehajtására,*
- d) a konténment állapotának, funkció ellátási képességének ellenőrzésére, valamint*

**Új atomerőmű konténmentjének építészeti tervezése**

---

e) a rugalmas tömítéssel és expanziós toldattal rendelkező átvezetések, közlekedőnyílások, zsilipek tömörségének periodikus, lokális tesztelésére.”

3a.4.6.0800. „Meg kell határozni a konténment ellenőrzésének módját és gyakoriságát.”

A konténmentnek ki kell elégítenie a tervezési és biztonsági követelményeket. Ennek igazolására hatósági ellenőrzések és üzem közbeni vizsgálatok végezhetőek.

A vizsgálhatósági szempontokat több csoportra lehet osztani:

*Vizsgálat tárgya alapján:*

- anyagvizsgálatok,
- szerkezeti elem vizsgálatok,
- építményvizsgálatok,
- süllyedésmérések,
- szivárgásmérések,
- hozzáférhetőség vizsgálata,
- szellőztethetőség vizsgálata

*Üzemállapot alapján:*

- üzembe helyezés előtti állapot vizsgálata,
- üzem közbeni állapot vizsgálata.

A vizsgálatokat a tervezési előírásokban rögzíteni kell. Ebben elő kell írni a vizsgálatok típusát, számát és a megfelelési értéket is rögzíteni kell.

A konténmentet, mint nyomástartó szerkezetet rendszeresen kell ellenőrizni. (nyomástartó képesség). A szilárdsági nyomáspróba vizsgálat a blokk leállása alatt történhet.

A tervezés során figyelembe kell venni azt, hogy biztosítani kell a konténment építmény szivárgásának vizsgálatát a tervezési nyomásértékre az üzembe helyezést megelőzően és azt követően is.

A konténment funkcionális megfelelőségét az üzembe helyezés során, illetve üzem közben tömörség-vizsgálatokkal kell ellenőrizni.

Ahol szükséges, a hazai és nemzetközi tapasztalatokat figyelembe véve, megfelelő mintavételezési lehetőséget biztosító rendszereket, rendszerelemeket kell alkalmazni, hogy az építészeti szerkezetek tömörsége

igazolható legyen, vagy a létező szivárgások összességükben számszerűsíthetők legyenek.

A vizsgálatokkal kapcsolatos előírásokat, végrehajtási szempontokat a tervezés alapját adó szabványok és IAEA ajánlások szabályozzák.

## 5.6. Öregedéskezelés

*3a.3.2.4800. „A nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerek, rendszerelemek tervezésekor vizsgálni kell a várható öregedési folyamatokat és azok hatásait. Igazolni kell –a „0” állapot és az öregedési folyamatok lehetséges bizonytalanságainak figyelembe vételével –, hogy az alkalmazott szerkezeti anyagok öregedési folyamatai a tervezett élettartam során nem gátolják a rendszereket, rendszerelemeket a biztonsági funkcióik teljesítésében.”*

A tervezés során figyelembe kell venni az öregedés hatásait és elegendő tartalékot kell biztosítani e hatások kompenzálására. A tervezés fázisában meg kell határozni a lehetséges öregedési mechanizmusokat, az öregedést kiváltó körülményeket, hatásokat, kritikus helyeket.

Elemezni kell az öregedési folyamatot és annak hatását a biztonsági funkciókra, továbbá meg kell határozni a funkcióképesség időbeli korlátját. Ez mechanizmusonként eltérő eszközökkel valósul meg, a fáradás elemzése a tervezett élettartam alatt a feltételezhető terhelési ciklusok számára kell történjen.

Figyelembe kell venni az öregedés hatásait a szerkezeti anyagok kiválasztása során is. Ez különösen neutronsugárzásnak kitett anyagok esetén lényeges. Az alkalmazott anyagok degradációs folyamatait meg kell határozni a tervezés során.

Az öregedéskezelési tervnek tartalmaznia kell:

- a) a biztonság szempontjából kiemelten fontos rendszerelemek öregedésének követéséhez és ellenőrzéséhez szükséges paramétereket,
- b) a romlás ellenőrzésére és a megkövetelt műszaki állapot fenntartására szolgáló eljárásokat és programokat,
- c) az öregedési folyamatok kezelhető keretek között tartásához szükséges körülmények és a fenntartásukhoz szükséges eszközök meghatározását,
- d) felújíthatóságra, cserélhetőségre vonatkozó előírásokat, amennyiben egy rendszerelem élettartama rövidebb, mint a tervezési alapelőírásban meghatározott tervezett élettartam.

Az öregedéskezeléssel kapcsolatosan további ajánlásokat az N3a.13. "Új atomerőmű öregedés- és élettartam kezelés tervezése" című útmutató tartalmaz.

## 5.7. Leszerelhetőség

*3a.2.1.2900. „A tervezés során biztosítani kell az atomerőmű leszerelhetőségét, amit a felaktiválódás minimalizálásával, a dekontaminálhatósággal, a hozzáférés biztosításával és a leszerelés irányíthatóságának figyelembevételével kell megvalósítani.”*

*3a.3.8.0100. „A tervezés során figyelembe kell venni az atomerőművi blokk végleges leállítására és a leszerelésére vonatkozó követelményeket is.”*

*3a.3.8.0200. „Biztosítani kell az atomerőmű területén tartózkodó személyek és a lakosság sugárterhelésének, valamint a radioaktív kibocsátásoknak az ésszerűen elérhető legalacsonyabb szinten tartását és a környezet radioaktív szennyeződésének elkerülését a leszerelés során is. Ennek érdekében olyan tervezési megoldásokat kell alkalmazni, amelyek lehetővé teszik a leszerelés alatt várhatóan fellépő sugárterhelések optimalizálását, a keletkező radioaktív hulladékok mennyiségének és aktivitásának ésszerűen alacsony szinten tartását.”*

A leszerelés szempontjait már az elrendezés tervezése során figyelembe kell venni. A megközelíthetőség, a komponensek körbejárhatósága, a radioaktív közegek feldúsulásához vezető pangó zónák kizárása elősegíti a leszerelést. A konténment - mint építészeti komplex szerkezet - esetében kiemelten fontos a pangó vizek minimalizálása. A betonszerkezetek egybefüggnek, nagy tömegben találhatóak meg az építményben, elszennyeződésüket amennyire lehetséges, ki kell zárni.

A konténment szerkezet minden a primerköri berendezések felé néző felületét dekontaminálható külső réteggel szükséges ellátni (ez lehet burkolat vagy bevonat is), biztosítandó a sugárvédelmi továbbá a leszerelésre vonatkozó követelmények teljesülését. Bevonatok megfelelő alkalmazása mellett a fontosabb szerkezeti elemek rétegvastagsága a dekontaminálási folyamat során nem csökken.

Leszerelés szempontjai a tervezés során:

- a) hozzáférhetőség biztosítása,
- b) szállítási útvonalak biztosítása,
- c) dekontaminálhatóság,
- d) felaktiválódásra hajlamos anyagok kerülése.

## 6. TERVEZÉSI SPECIFIKÁCIÓ

A konténment, mint sajátos építmény a következő főbb szerkezetek, szerkezeti elemek összességéből áll:

*Építési anyagok szerint:*

- beton-, vasbeton, acél tartószerkezetek,
- falazott és egyéb kitöltő szerkezetek,
- speciális (dekontaminálható) bevonatok és (hermetikus) burkolatok, fizikai gátként szolgáló anyagok (pl. nehézbeton).

*Szerkezeti rendszerek szerint:*

- alapozás és talajvíz elleni szigetelés elemei,
- padló és födém szerkezetek elemei,
- elsődleges teherhordó falazatok, pillérek,
- csak térelhatárolást és/vagy tűzvédelmi célokat szolgáló falazatok,
- nyílászáró szerkezetek, átvezetések, zsilipek,
- technológiai rendszert tartó teherhordó szerkezetek, szerkezeti elemek.

### 6.1. A konténment tartószerkezeti tervezésének általános szempontjai

*3a.4.6.0400. „A konténment funkcióit egy, vagy két különálló konténment szerkezettel egyaránt lehet biztosítani.”*

Ahhoz, hogy a konténment szerkezeti rendszere megfeleltethető legyen minden üzemi állapotban, a következő lépéseket kell alkalmazni a tervezés során:

- 1) meghatározni minden üzemállapotra a teherbírási, használati és rendkívüli határállapotokhoz tartozó követelményeket, megfelelőségi kritériumokat
- 2) meghatározni a különböző terheket és hatásokat, valamint az ezekből képzett teherkombinációkat, azok karakterisztikus/reprezentatív értékét, a teheroldali biztonsági tényezőket, és az azokkal képzett tervezési értékeket
- 3) meghatározni az ellenállás az anyag- vagy termékjellemző statisztikai eloszlása alapján előírt (általában: 5%-os) küszöbértékét, illetve az



**Új atomerőmű konténmentjének építészeti tervezése**

ellenállásra képzett biztonsági tényezőkkel az ellenállás oldali tervezési értéket

- 4) meghatározni a geometriai méretek karakterisztikus értékét, a biztonsági tényezőket és a tervezési értéket
- 5) definiálni a kívánt szerkezeti viselkedést a határállapotokban; kialakítani a szerkezet statikai vázát, és meghatározni a szerkezet viselkedési modelljét, azt, hogy a szerkezet vagy annak eleme, anyaga, lineárisan/nemlineárisan rugalmasan, képlékenyen, viszkoelasztikusan stb. vagy geometriájának terhelés alatti megváltozása első-másod-harmadrendű stb. elméletekkel vehető figyelembe, az interakciókat (talaj-építmény interakció, építmény-folyadék interakció, stb.)
- 6) elvégezni az 4.8. pontoknak megfelelő üzemállapotokban a teherbírasi (a szilárdsági tönkremenetel – az anyag kimerüléséből, a túlzott alakváltozásból, vagy a globális és lokális stabilitásvesztésnek megfelelően- ,a helyzeti állékonyság elvesztése, az altalaj törése, a szerkezet fáradási törése, a tűzállóság), a használati (alakváltozási, eltolódási és süllyedési, deformációs, feszültség korlátozási, repedésmentességi, repedés megnyílási és záródási, rezgési, tartóssági) és a rendkívüli (4.4. és 4.5 pontokban leírt belső és külső rendkívüli terheknek megfelelő) állapotban.

*3a.4.6.1400. „A konténment szerkezeti épségének elvesztését gyakorlatilag ki kell zárni. Ennek érdekében a konténmentben uralkodó állapotok szabályozására a telephelyen vagy azon kívül tárolt berendezések is alkalmazhatók.”*

A paraméterek kismértékű változásainak, az erőműre gyakorolt nagy mértékű kedvezőtlen irányú állapotváltozását szakadékszél hatásnak nevezik. Ennek megelőzésére tervezési tartalékok alkalmazandók a tervezés során. Ezzel igazolható, hogy a konténment nem szenved súlyos sérülést illetve globális integritása akkor is fennáll, ha a tervezési igénybevételeknél – az ésszerűség határain belül figyelembe veendő - nagyobb igénybevételek állnak fenn.

Szükséges meghatározni a konténment tönkremeneteli módjait a különféle teherkombinációkra vonatkozóan a határteherbírasi képesség megadásával.

A korai tönkremenetelt ki kell küszöbölni egyrészt a szerkezet kialakításával, másrészt a védelmi rendszerek megfelelő tervezésével.

**Új atomerőmű konténmentjének építészeti tervezése**

A biztonsági osztályba sorolt építményeket úgy kell megtervezni földrengésre, hogy a geotechnikai veszélyeztető tényezőknek (pl.: talajfolyósodás) is ellenálljanak és a tervezési földrengés ne okozhassa a konténment funkcióvesztését. Ki kell zárni a szomszédos épületek, építmények azon hatásait, melyek földrengés esetén a konténment szerkezetében funkcióvesztéssel járó károsodást okozhatnak.

Különös figyelmet kell fordítani a földrengésből vagy egyéb terhekből származó relatív elmozdulások kialakulásának meggátolására, vagy értékük minimalizálására: közvetlen szomszédos építmény- és géprészeket közös alapra kell helyezni, vagy olyan távolságra tervezni, hogy a relatív elmozdulások ne jelentsenek elviselhetetlen lokális igénybevételeket az átmenő szerkezetekre.

A szerkezettervezés során figyelemmel kell lenni az építéstechnológiai korlátokra, a teherkombinációkban részletesen kell foglalkozni az építési állapothoz tartozó esetekkel.

*3a.4.6.0300. „A külső események elleni védelmi funkció kialakítása során biztosítani kell, hogy:*

*a) a konténment épületszerkezete és belső szerkezeti elemei, továbbá a konténment technológiai rendszerei olyan kialakításúak és olyan ellenállóak legyenek a külső veszélyeztető tényezők hatásaival szemben, hogy biztosítsák a B1 fizikai gát funkcióval rendelkező ABOS 1, azaz a primerköri hőhordozót tartalmazó fővízköri rendszerek és rendszerelemek valamint az üzemanyag-sérülés megelőzésére betervezett rendszerek épségét és működőképességét a külső események bekövetkezésekor, a konténment megengedett szivárgási értékének és a szerkezet globális integritásának megtartása mellett, és*

*b) a TAK1 és TAK2 üzemiállapotokban is őrizze meg a konténment a globális szerkezeti integritását.*

*...”*

*3a.4.6.0600. „A konténment tervezésekor figyelembe kell venni a TA2-4 üzemiállapotot eredményező folyamatokat és a TAK1-2 üzemiállapotot eredményező eseményeket - az adott üzemiállapotra meghatározott megfelelőségi kritériumok szerint. A konténment szilárdsági méretezésére a nyomástartó berendezésekre és csővezetékekre vonatkozó általános elveket kell alkalmazni, figyelembe véve a teherviselő szerkezet anyagával és konstrukciójával összefüggő sajátosságokat.”*

### **Alakváltozási határok**

*3a.3.4.1200. „A teherbírás ellenőrzését a nukleáris iparban elfogadott szabványok szerint kell végezni. Az épületszerkezetek konstrukciós kialakításából származtatható elmozdulásokra, alakváltozásokra vonatkozó korlátok teljesülését értékelni kell.”*

A konténment alakváltozásainak monitorozására révén a vonatkoztatott szerkezeti elem állapotáról következtetések vonhatóak le. A tervezési alapban meg kell határozni az alakváltozási határértékeket. Az építmény elkészültét követő null-állapot felvétellel biztosítható a mozgások nyomon követhetősége az üzemeltetés korai időszakától.

### **Stabilitásvizsgálat, kihajlás ellenőrzése**

A konténment elemeinek stabilitásvizsgálatát acél és vasbeton szerkezet esetén is el kell végezni valamennyi teherre és teherkombinációra a nyomott szerkezeti elemek vonatkozásában.

Acél konténment esetén a stabilitást külső és belső nyomásra egyaránt igazolni kell. A geometriai imperfekciók (a meghatározott építési tűréseken belül) és a helyi horpadás hatásait figyelembe kell venni a globális stabilitásvizsgálatkor. Az alkalmazott szabványok alapján kell levezetni a kihajlásból adódó feszültségi értékeket.

Vasbeton konténment esetén szintén végezni kell stabilitásvizsgálati ellenőrző számításokat. Figyelembe kell venni a tervezési előírásokban szereplő esetleges csökkentő tényezőket.

### **Időben elhúzó hatások**

Acél konténment esetén a korróziós hatásokat figyelembe kell venni, és számolni kell az ennek hatására történő elvékonyodással. Minden olyan környezeti és egyéb hatást fel kell tárni, ami a szerkezeteket funkciójuk betöltésében gyengíthetik. A szerkezeti vastagságokat a korróziós hatások figyelembevételével kellő tartalékkal kell meghatározni.

Az előfeszített vasbeton és vasbeton szerkezetű konténmentek esetén vizsgálni kell a súrlódási veszteségeket, acél nyúlását és relaxációját, beton zsugorodását, korróziós jelenségeket, kúszási jelenségeket, hidratációs hő okozta hatásokat stb.

Előzetes öregedéskezelési programokkal a káros hatások részben kiküszöbölhetőek, a folyamatok észlelhetőek, monitorozhatóak, kezelhetőek, lassíthatóak.

## **Megfelelőségi kritériumok**

Meg kell határozni azokat a határértékeket, melyek kellő biztonságot adnak az alkalmazott anyagok tekintetében.

Alternatívaként a megfelelőségi kritériumot a kihasználtságra kell meghatározni.

A megfelelőségi kritériumokat a szerkezeti integritásra és a szivárgásmentességre is meg kell állapítani.

Az egyes tervezési feladatoknál a megengedhető feszültségi értéket vagy a maximális kihasználtságot kell meghatározni az ide vonatkozó szabványok alapján. A nemzeti vagy nemzetközi szabványok előírásait a tervezés során alkalmazni kell, a szabványokat egymással összhangban kell felhasználni. A szabványokat egymással összhangban kell alkalmazni.

Ki kell dolgozni a vizsgálati, megfelelőségi kiértékelés módszertanát.

A konténmenten belül és kívül lehetséges fizikai vagy vegyi folyamatok körét fel kell tárni. A belső folyamatokból származó robbanás vagy bármilyen terhek keletkezésének számítása során nem lehet csökkentő tényezőt figyelembe venni: pl. hidrogén keletkezésénél mindazon anyagokat (pl. cirkónium) 100%-os értékkel kell figyelembe venni, amelyek az adott hatást előidéznek.

A beton, acél és más szerkezeti anyagok összetételét és méreteit úgy kell meghatározni, hogy a sugárzási szint semmilyen körülmények között, még baleset esetén se – tekintettel a szerkezetek aktuális állapotára - érje el a lakosság számára előírt határértéket.

## **6.2. A konténment szerkezeti típusaira vonatkozó ajánlások**

### *6.2.1. A beton konténment*

#### **Általános szempontok**

Ebben a pontban felsorolt tervezési ajánlások a vasbeton, előfeszített beton vagy ezek kombinációira vonatkoznak.

A sugárzással szembeni ellenállás, a megengedett szivárgási fok, a szerkezet élettartama, valamint a terhek tervezési értékei a konténment tervezési alapjában kerülnek rögzítésre.

A konténment esetén alkalmazandó számítási módszerek és a konténment geometriai méreteinek meghatározása esetén a jelenleg elfogadott és járatos műszaki irányelveket kell alkalmazni.

A konténment tartószerkezeti elemeinek tervezésekor figyelembe kell venni, hogy a konténment statikailag határozatlan szerkezetében átrendeződnek az igénybevételek a betonszerkezetek húzott zónáiban kialakuló repedések merevségcsökkentő hatása miatt.

A rövid és hosszú lefolyású geotechnikai hatásokat figyelembe kell venni az épületszerkezet tervezésekor.

Az előfeszített konténment szerkezetek esetén a számítások során figyelembe kell venni a kúszási jellemzőket, valamint a vastag szerkezeti elemekre jellemző hatásokat. Ezek a szempontok elsősorban a támasztó és gyűrűmerezítő bordák méretezéseit érintik.

### **A konténment héjszerkezetére vonatkozó ajánlások**

A konténment szerkezetek alapvetően vékony héjszerkezetek. A belső erők, elmozdulások és stabilitásvizsgálat számításait rugalmas állapot feltételezésével kell végezni.

A szerkezet szempontjából külső terhek és a belső erők közötti egyensúly továbbá ezek által generált szerkezeti igénybe ellenőrzése szükséges a számítások során.

A héjszerkezet elméletén alapuló számításokon felül szükséges más elméletek figyelembevétele is, amikor a membrán erőjáték felborul: hajlító és nyíróerő koncentráció az áttörések környezetében, hőmérséklet ingadozás okozta szerkezeti feszültségek stb.

Igazolni kell a konténment stabilitását, mely során figyelembe veszik a nagymértékű alakváltozásokat (lehajlás, elfordulás), a kúszás hatását és az előzetesen rögzített megengedett elmozdulási értékeket.

A betonok tervezésére vonatkozóan további ajánlásokat a „3.29. Nukleáris környezetbe lévő beton- és vasbeton szerkezetek” című útmutató tartalmaz.

Speciális megfontolások:

- Bórsavas víz és beton viszonya,
- Takart csővezetékek,
- Acélbetétek típusa, építési technológiája.

#### 6.2.2. Acél konténment (nyomástartó edény)

**Határvonalak:**

Az acél konténment tervezésekor egyértelműen meg kell határozni a szerkezet részeit és el kell határolni az acél konténmenten kívüli elemektől. A határvonalakat a tervezési specifikációban rögzíteni kell.

A csatlakozó elemek csoportjába azok az elemek tartoznak, melyek kapcsolatban vannak vagy közvetlenül illeszkednek kívülről vagy belülről a nyomástartó szerkezethez.

A csatlakozó elemeknek lehet nyomástartó és nem nyomástartó szerepe valamint tartószerkezeti és nem tartószerkezeti funkciója.

A tervezési nyomás érték nem lehet kevesebb, mint amennyit a konténment funkciójából adódó nyomásérték esetén feltételezni kell. A szerkezet stabilitását egyrészt a szerkezeti kialakítás, másrészt a szerkezet külső megtámasztása biztosítja.

Speciális megfontolások:

- Korrózió,
- Burkolat,
- Különböző anyagtulajdonságú fémek közötti hegesztett kapcsolat,
- Hegesztett kötések tönkremenetele. (NBSZ 3a.3.3.0800.)

**További tervezési szempontok**

További útmutatások a nyomástartó rendszerekre, rendszerelemekre vonatkozó tervezési útmutatóban találhatóak.

**6.3. Acélburkolat tervezése**

Az acélburkolat elsődleges szerepe a hermetizálás, továbbá fontos szerepe van a betonszerkezetek védelmében is a külső és belső hatások ellen.

**Hermetikus burkolat**

A burkolatok a vasbeton konténment fal és födém szerkezeteire kerülnek.

A burkolat és a rögzítő horgonyok tervezése során figyelembe kell venni a fogadó szerkezet terheit és teherkombinációit is.

A rögzítéseket úgy kell megtervezni, hogy megfeleljenek a tervezési terheléseknek és csak olyan mértékben szenvedhetnek deformációt, hogy megőrizzék szerkezeti épségüket és szivárgásmentességüket.

Az átvezetéseket úgy kell megtervezni, hogy az átvezetés szerkezete és a burkolat között megmaradjon a szivárgásmentesség.

## Új atomerőmű konténmentjének építészeti tervezése

---

A burkolatnak a szivárgásmentesség megtartásával kell ellenállnia az egyenlőtlen terheléseknek, hőmérsékleti hatásoknak, helyi hatásoknak és a baleseti körülmények között bekövetkező hatásoknak.

A hermetikus burkolati elemeket nem szabad tartószerkezeti elemként figyelembe venni a számítások során, kivéve, ha jelenlétük a számítás eredményei szempontjából kedvezőtlenek.

*3a.3.3.0800. "Csak külön elemzés elvégzése esetén, egyedi, indokolt esetben, szabad varratokat alkalmazni olyan helyeken, ahol ezek hajlító-igénybevételnek vannak kitéve, és ahol a feszültség koncentrálódik. A nyomástartó berendezés és csővezeték hegesztésénél teljes beolvadást biztosító kötést kell alkalmazni."*

A hermetikus burkolatok toldásainál a teljes beolvadás biztosításához kiegészítő alátétlemezt érdemes beépíteni, hiszen a betonszerkezet nem megy tönkre, a lemezek összehegesztését viszont lényegesen megkönnyíti.

A burkolati elemeket egymáshoz hegesztve kell kapcsolni, szivárgásmentességet biztosító hegesztési technológiát előírva.

A konténment határoló szerkezete nem lehet pusztán acél anyagú azokon a helyeken, ahol kiemelkedő hőhatás várható: mivel az acél szilárdsága nagymértékben hőfüggő, nagymértékű szilárdságcsökkenése nem vezethet korlátlan megfolyáshoz, melynek végén a hermetikus integritását elvesztené.

A burkolati elemekhez kapcsolódó konzolokat, egyéb szerkezeti elemeket úgy kell megtervezni, hogy az erőátadást a burkolati elem mögötti teherhordó szerkezetre továbbítsák.

Minden esetben ellenőrizni kell az új szerkezeti elemek hatását a burkolati elemekre.

Amennyiben a burkolati elem átlukasztása válik szükségessé, úgy annak szivárgásmentes helyreállításáról és ellenőrizhetőségéről a tervezés során gondoskodni kell.

### **Szénacél burkolat**

Az acél alapanyagú lemezek a nagy tartósság és a megfelelő kopásállóság miatt alkalmazásra kerülhetnek dekontaminálható szerkezetként is. Ezeknek az elemeknek nem kell hermetizálási funkciót ellátniuk viszont a takart szerkezetek védelmében nagy szerepet játszanak.

### **Bevonatok**

A nehezen, vagy nem cserélhető elemek felaktiválódás elleni védelmét a személyzet érdekében meg kell oldani. Dekontaminálható bevonattal a

felületek védelmét részben biztosítani lehet, továbbá a dekontaminálási folyamat nem a szerkezeti elemet, csak annak védőrétegét érinti. A bevonatokkal az acél elemek korrózióvédelmét is biztosítani kell.

## **6.4. Csőtartók, kábeltartók és egyéb tartók**

A tartókat az általuk rögzített technológiai elem és a tartószerkezet által esetlegesen veszélyeztetett környezete alapján kell fontossági osztályba sorolni. Több besorolási szempont esetén mindig a legszigorúbb osztályba sorolási szempont lesz a meghatározó. A tartókra vonatkozó biztonsági és földrengésállósági követelmények szintjét a besorolási osztály mutatja meg.

A hermetikus burkolathoz kapcsolódó rendszerelemek tekintetében az anyagmegválasztás figyelembe kell venni, hogy az a burkolat anyagával csatlakozva negatív hatást ne okozzon.

## **6.5. Átvezetések és zsilipek kialakítására vonatkozó ajánlások**

*3a.4.6.0700. "A konténmentet úgy kell megtervezni, hogy lehetőség legyen*

*...*

*e) a rugalmas tömítéssel és expanziós toldattal rendelkező átvezetések, közlekedőnyílások, zsilipek tömörségének periodikus, lokális tesztelésére."*

A hermetikus tér hermetizáló felületeinek áttöréseinek lévő szerkezeti elemek vizsgálatát a megfelelőség igazolásához ciklikusan biztosítani szükséges. A feladatok elvégzéséhez a vizsgáló eszközök számára a kívánt területet hozzáférhetően szükséges kialakítani.

### **6.5.1. Zsilipek tervezése**

*3a.4.6.1000. „Az üzemeltető személyzet konténmentbe való belépését olyan reteszelt zsilipeken keresztül kell megvalósítani, ahol biztosítható, hogy legalább a zsilip egyik ajtaja zárt állapotban van a TA1-4 és TAK1 üzemállapotokban.”*

*3a.4.6.1100. „Meg kell határozni a konténment zsilipeknek a TAK1-2 üzemállapotra érvényes funkcionális követelményeit.”*

Az egyes üzemállapotokban a legtöbb konténment rendszer nagy része készenléti állapotban van. A reaktor leállítása után (karbantartáskor) a konténment rendszerei nyitott állapotba kerülhetnek (légzsilipek, beszállítói kapuk vagy tartalék átvezetések kinyitása miatt), hogy biztosítható legyen a karbantartási munkák elvégzése vagy a szükséges karbantartási terület.



**Új atomerőmű konténmentjének építészeti tervezése**

A légszilip ajtóit úgy kell megtervezni, hogy megakadályozzák a radioaktív anyagok nem megengedett mértékű kijutását a konténmentből a TA1-4 és TAK1-2 üzemállapotokban.

A zsiliprendszer hermetikus ajtóit ugyanolyan feltételekre kell tervezni, mint a konténmentet. A zsilipkamra külső ajtóinál azonban nem kell figyelembe venni olyan ideiglenes hatásokat, mint pl. a hidrogénégés.

A zsilipkamra méreteit úgy kell megtervezni, hogy a reaktor leállásakor a karbantartáshoz használt gépek/berendezések és az üzemeltető személyzet áthaladását lehetővé tegye.

A belső ajtók hermetikusan záródóak és nyomástartóak kell legyenek. Kettős tömítést kell alkalmazni a külső és belső ajtókon és biztosítani kell az ajtók és a tömítések közötti tér szivárgásellenőrzésének lehetőségét.

*3a.3.5.1200. „Az atomerőmű építményeit úgy kell megtervezni, hogy veszélyhelyzet esetén az atomerőmű telephelyén tartózkodó személyek kimenekítése és mentése gyorsan és biztonságosan megvalósítható legyen.”*

A konténment tervezése során, figyelembe kell venni a redundancia elvét, az építménybe történő bejutást minden üzemállapotban biztosítani szükséges. A zsilipek ajtóinak állapotjelzéssel kell rendelkeznie.

### 6.5.2. Beszállító kapuk tervezése

A beszállító kapuk olyan nagyméretű nyílások a konténment szerkezetén, melyek általában zárva vannak. Ezeket általában csavarozott karimával tervezik, melynek szivárgásmentességét biztosítani kell.

A beszállító kapuk tervezése során figyelembe kell venni a hőhatás okozta terheket és a kialakuló alakváltozásokat.

Bizonyos esetekben szükség lehet a beszállítói kapuk kinyitására nem hideg leállított állapotú reaktor mellett is, amikor a művelet elvégzése kellően kis kockázattal jár. A konténment beszállítói nyílása(i) csak olyan körülmények között használható(k), ha a gyors visszazárás megvalósítható a tervezési alapon figyelembe vett balesetek esetén is.

A konténmenten lévő nyílások (pl. átvezetések, zsilipek, kapuk) normál üzemállapotban zárva kell legyenek, hogy minimalizálják egy baleset során a konténmentből kijutó szennyeződés mértékét. Szükség esetén üzemeltetési szempontok miatt ettől el lehet térni amennyiben biztosítható a nyílások gyors visszazárása és megfelel a baleseti üzemállapotra vonatkozó megfelelőségi kritériumnak. A konténmentnyílások állapotának jelzésére intézkedéseket kell hozni.

**Új atomerőmű konténmentjének építészeti tervezése**

A kapukat úgy kell megtervezni, hogy megakadályozzák a radioaktív anyagok nem megengedett mértékű kijutását a konténmentből a TA1-4 és TAK1-2 üzemállapotokban. Biztosítani kell, hogy a nyílások szivárgásmentessége önálló elemként is igazolható legyen.

**6.5.3. Átvezetések**

A konténment határán áthaladó csővezetékek és villamos kábelátvezetések számát minimalizálni kell.

Az átvezetéseket úgy kell megtervezni, hogy biztosítsák a tűzgátlást és hermetikusak maradjanak a tervezési alapba tartozó feltételezett kezdeti események és meghatározott súlyos baleseti helyzetek esetén is.

Minden egyes konténment határoló falán áthaladó csővezeték két megbízhatóan és függetlenül működtetett soros elrendezésű hermetizáló szerelvényel kell ellátni.

Minden egyes hermetizáló szerelvénynek vagy automatikusan működőnek vagy zárt állapotban reteszeltnek kell lennie. Állapotukról helyzetjelzésnek kell megjelennie a blokkvezénylőben. A hermetizáló szerelvények specifikációját a tervezési alapba tartozó valamennyi üzemállapot figyelembe vételével kell meghatározni.

**6.6. A konténment belső tereinek kialakítása:**

*3a.3.1.0900. „Biztosítani kell, hogy a biztonsági rendszerek, rendszerelemek, azok segédrendszerei a lehető legnagyobb mértékben védettek legyenek a belső és külső veszélyeztető tényezők hatásaitól, a meghibásodott rendszerek, rendszerelemek közötti kölcsönhatásoktól.”*

*3a.4.6.0900 „A konténmenten megfelelő méretű átvezetésekről kell gondoskodni a belső helyiségek vagy térrészek között, hogy a nyomáskülönbség vagy a konténment közegének nagy áramlási sebessége ne okozzon károsodást a szerkezetben vagy más rendszerelemben.”*

A konténment tervezése során figyelembe veendő szempont, hogy csőtöréssel járó üzemzavar esetén nyomottvizes reaktorok esetében a hermetikus térben a nyomás lokálisan gyorsan felfut, miközben a többi térrészben még alacsonyabb a parameter. A nagynyomású vízgőz károsító hatásai teljesen nem zárhatóak ki, ezért a biztonság szempontjából fontos berendezéseket egyedi védelemmel lehet ellátni. A kis keresztmetszetű nyílások kialakítását a konténmenten belül kerülni kell.

## 6.7. Segéd és kiegészítő rendszerek

### 6.7.1. Éghető gázok eltávolítása

3a.2.2.7400. „A tervezés során baleset-kezelési funkciókat és azokat megvalósító, baleseti nyomáscsökkentő és hidrogén eltávolító rendszereket olyan terjedelemben kell meghatározni, hogy az üzemanyag-olvadást okozó eseményeknél a nagynyomású folyamatok, valamint a korai konténment sérülések elkerülhetők legyenek.”

Az éghető gázok eltávolítására a konténmentben olyan helyekre szükséges elhelyezni a probléma kezelésére szolgáló berendezéseket, ahol igazolható annak várható felgyülemzése. A berendezések szempontjából előnyös, ha azok fizikai elven beavatkozás nélkül működnek a kritikus határértékek elérése előtt.

### 6.7.2. Zsompok

3a.5.2.0100. „A dekontaminálás lehetőségét minden olyan helyen meg kell teremteni, ahol az üzemeltető személyzet sugárterhelését ésszerűen csökkenteni lehet. A radioaktív közegek szivárgásának megakadályozásával, az ürítő-, légtelenítő, valamint túlfolyóvezetékek zárt rendszerű kialakításával minimalizálni kell a dekontaminálás szükségességének mértékét.”

A konténment szerkezeten belül az esetlegesen kiáramló közegek mind a hermetikus burkolatokat, mind azok bevonatait többletterhelésnek teszik ki. A megfelelő sebességű közegvezetéssel az anyagok állapot fenntartását hosszabb ideig igazolni lehet. Az összefolyók elhelyezése befolyásolja az adott helyiség padlóburkolatának lejtésviszonyait.

A megfelelő korrozív közeg elvezető rendszerek a betonszerkezetek tekintetében lejátszódó degradációs folyamatok mérséklődésére is kedvezőbben hatnak.

### 6.7.3. Olvadék felfogás

3a.2.2.7500. „Balesetek következményeit enyhítő funkciókat és szükség esetén azokat megvalósító rendszereket olyan terjedelemben kell meghatározni, hogy súlyos balesetknél az üzemanyag olvadék konténmenten belül lehűtött állapotban megtartható legyen.”

A konténment alsó határoló szerkezetének valamint az alatta elhelyezkedő környezet védelme zónaolvadással járó üzemzavar esetét feltételezve kiemelten fontos. Ilyen üzemzavari helyzetben a négy fizikai gát közül három sérült. A hermetizáló funkció megtartásának szempontjából

**Új atomerőmű konténmentjének építészeti tervezése**

---

pozitívan hat a hőhatásokkal szemben jobb ellenálló képességgel rendelkező anyagok használata.

**6.7.4. Nyomás érték kezelése**

*3a.2.1.1800. „Atomerőmű tervezése során, a mélységben tagolt védelem elvével összhangban:*

...

*c) biztosítani kell az üzemeltetés vagy a karbantartás során bekövetkező emberi hiba káros következményeinek elkerülését,”*

*3a.3.3.1200. „A nyomástartó berendezéseket és csővezetéseket, amennyiben a megengedettnél nagyobb nyomás alakulhat ki bennük, megfelelő nyomáshatároló eszközzel kell felszerelni. A nyomáshatároló eszközöket úgy kell megtervezni, hogy működésük esetén a környezetbe kikerülő radioaktív anyag mennyisége az ésszerűen elérhető legalacsonyabb szintű legyen.”*

A konténment tekintetében a nyomásértékek növekedése során jelentős mértékű igénybe vételek lépnek fel. Ennek következtében lejátszódó káros hatások elkerülése érdekében a paraméter maximalizálásával szükséges gondoskodni a konténment tartó szerkezeteinek állékonyságáról. A hermetikus tér hermetizáló funkciójára minden jellegű üzemzavar után szükség van. A végleges leállás után is biztosítani kell a konténment határoló elemein belül lévő RRE védelmére, valamint a kibocsátások korlátozására. Ezt a funkciót valamint az állékonyság megőrzését a leszerelésig biztosítani kell.

## 7. SZERKEZETI ANYAGOKRA VONATKOZÓ AJÁNLÁSOK

### 7.1. Általános követelmények

3a.2.2.3800. „A nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerek és rendszerelemek alapvető fizikai jellemzőire tervezési korlátokat és határértékeket kell meghatározni az atomerőmű minden üzemállapotában. A tervezési korlátoknak és határértékeknek meg kell felelniük a nukleáris biztonsági követelményeknek és az alkalmazott szabványoknak.”

3a.2.4.1400. „A radioaktív kibocsátásokat visszatartó vagy korlátozó fizikai gát funkciót ellátó rendszerek és rendszerelemek a biztonsági funkció ellátása érdekében teljes élettartamuk során a maximális nyomására, maximális és minimális hőmérsékletére, a termikus és nyomástranziensekre, a degradációra, valamint a megadott hőmérsékleti tartomány függvényében a feszültségekre vonatkozóan kritériumokat kell meghatározni.”

A konténment szerkezeti elemeinek esetében a tervezés során figyelembe kell venni azt a tényt, hogy a hermetikus tér határoló szerkezetei nem cserélhetőek, és építészeti funkciójukat, mint teherhordó elemek a leszerelésig el kell látniuk.

3a.4.6.1200. „A konténment nyomástartó részére vonatkozó tervezési tartaléknak biztosítania kell, hogy az üzemeltetés, karbantartás, vizsgálat, valamint a TA1-4 és TAK1 üzemállapotokban feltételezett igénybevételek hatására a ferrites szerkezetű anyagok nem fognak ridegen viselkedni, és az instabil repedésterjedés valószínűsége minimális lesz.”

3a.4.6.1300. „A burkolatok és bevonatok anyagát a konténment funkciójának megfelelően kell kiválasztani, alkalmazásukat specifikálni. Alkalmazásuk, kopásuk, meghibásodásuk nem befolyásolhatja a biztonsági funkciók ellátását.”

3a.3.2.1700. „Biztosítani kell, hogy a konténmentben használt anyagok fizikai-kémiai tulajdonságai megakadályozzák a TA2-4 és TAK1 üzemállapotot eredményező események során a hidrogénképződést.”

3a.3.2.0600. „A nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerek, rendszerelemek tervezésekor olyan szerkezeti anyagokat kell alkalmazni, amelyek:

a) kipróbáltak, környezetállósági szempontból minősítettek, megfelelnek a tervezési és környezeti feltételeknek,

**Új atomerőmű konténmentjének építészeti tervezése**

b) minőségi osztályuk, jellemzőik igazoltan a tervezésnél alkalmazott szabvány vagy tervezői specifikáció által megadott határértéken belüliek,

c) neutronsugárzásnak kitett rendszerek, rendszerelemek esetében

ca) a felaktiválódásra a lehető legkevésbé hajlamosak, szerkezetük pedig olyan, hogy felaktiválódás esetén a felaktiválódott részek helyben maradnak,

cb) a sugárzás hatására sem romlik a feszültségkorrózióállóság) a neutronsugárzásnak kitett ABOS 1. biztonsági osztályba sorolt rendszerelemek esetén anyagtulajdonságainak változása a lehető legkisebb és ellenőrizhető a teljes élettartam alatt,

e) degradációs folyamataik az adott körülmények között és közegben ismertek, a degradáció a tervezett élettartamon belül a funkciót nem korlátozza,

f) olyan felületi kiképzést tesznek lehetővé, amelyek az üzemeltetés és a leszerelés során a lehető legnagyobb mértékben dekontaminálhatók, továbbá

g) tűzállóak, vagy a tűzveszélyességük kellően korlátozható.”

A tervezési specifikációnak az alábbiak szerinti információkat ajánlott tartalmaznia a szerkezeti anyagokra vonatkozóan:

a) hőmérsékleti határértékek,

b) tervezési feszültség értékek, határfeszültség, fáradási görbék a környezeti feltételek alapján,

c) bevonatokkal kapcsolatos korlátozások,

d) alkalmazható anyagok a szerkezetek és a helyszín függvényében,

e) hőkezelési korlátozások,

f) tisztasági követelmények,

g) ütésvizsgálati követelmények,

h) korróziós vagy eróziós követelmények,

i) hegesztéssel járó hőhatásokra vonatkozó követelmények.

## 7.2. Beton, Vasbeton és feszített beton

A beton (vasbeton, feszített beton) szerkezetekre vonatkozó tervezési szempontok a konténment kialakításától is függenek: a feszített vasbeton konténment általában mind a teherbírást mind a szivárgásmentességet biztosítja, míg vasbeton konténment esetén a szerkezet csak a teherbírást biztosítja, a szivárgásmentességet az acél burkolat adja.

## Új atomerőmű konténmentjének építészeti tervezése

---

A tervezés során figyelembe kell venni, hogy a betonnak el kell viselnie a tervezési alapon meghatározott balesetek által okozott terheket (nyomásteher, hőmérsékleti teher) és környezeti körülményeket (hőmérséklet, nedvességtartalom és sugárzás). Ezen szempontok alapján kell meghatározni a beton teherbírására és szivárgásmentességére vonatkozó szigorú kivitelezési, ill. gyártási előírásokat.

Megfelelő szilárdságú, hőtágulású és nyomásálló betont kell alkalmazni valamennyi átvezetésnél, nagy nyílásoknál (pl. beszállítói kapuk) és az alaplemezhez való csatlakozás kialakításánál. A csőátvezetés-beton kapcsolat kialakítását úgy kell megtervezni, hogy minimalizálja a közvetlen szivárgást az érintkező felületen. (Javasolt tömített csőátvezetéseket tervezni.)

Olyan betonminőséget kell használni, amely korlátozza a beton kúszását vagy zsugorodását alacsony porozitás mellett. A betonnak egyenletes anyagminőségi jellemzői és teljesítménye (teherbírás, porozitás és vízzáróság) legyen a használat során.

A tervezés során meg kell becsülni és figyelembe kell venni azt a lehetőséget, hogy a konténment feszítőkábeleivel elvesztik előfeszítettségüket az erőmű működési ideje alatt. A feszített állapotnak azonban baleseti körülmények között (TA3-4) is meg kell maradnia.

A tervezés és kivitelezés során is fokozottan ügyelni kell arra, hogy megelőzhető legyen az olyan repedések kialakulása, melyek magas szivárgású zónák kialakulását idézhetik elő.

A különböző típusú betonok kiválasztása és tervezése során figyelembe kell venni az öregedés hatásait.

A betonok tervezésére vonatkozóan további ajánlásokat a „3.29. Nukleáris környezetbe lévő beton- és vasbeton szerkezetek” című útmutató tartalmaz.

### **Beton**

Minimális szilárdsági osztálya C-20, a feszített betonoké C-30. Megengedett speciális betonok alkalmazása, nehézbeton, vízalatti-, tűzálló, egyéb nagyszilárdságú, nagy-teljesítőképességű beton. Nem megengedett olyan adalékanyagok bevitele, amelyek a betonacélok, a csatlakozó burkolatok, vagy magának a betonnak a korrózióját okozza.

A normál üzemi körülmények között dolgozó (50-200C hőmérsékleten, normál légköri nyomáson) betonok tervezéséhez szükséges szilárdsági alakváltozási karakterisztikus és szélső értékeit az építési anyagszabványok szerint szabad felvenni.(pl. SzNiP 2.03.01-84)

**Új atomerőmű konténmentjének építészeti tervezése**

A normál állapotoktól eltérő körülmények között dolgozó betonokhoz a megfelelő szabványokat kell kiválasztani (pl. SzNiP 2.03.04-84)

A dinamikus hatásokra megfelelő betonszabványt kell alkalmazni (pl. SzNiP II -11-77\*).

A földrengés hatásokra megfelelő szabványokat kell alkalmazni (pl. SzNiP II-7-81)

A feszített betonszerkezetek esetén a betonok szilárdsági értékeit az alkalmazott szabványoknak megfelelően és a biztonsági tényezők növelésével kell tervezni.

A beton fagyállóságát és vízzáróságát a kiemelt létesítményekre és körülményekre való tekintettel kell megállapítani a követelmények függvényében (pl. SzNiP 2.03.01-84)

A neutronsugárzás hatását a beton szilárdsági alakváltozási jellemzőinek csökkenésére megfelelő útmutatók alapján kell figyelembe venni.

**Betonacél, feszített acél**

A betonacélok és feszítópásmák karakterisztikus (alapértékű) és szélsőértékű szilárdsági-alakváltozási jellemzőit a normál körülmények között az építési anyagszabvány (pl. SzNiP 2.03.01-84) e fölötti hőmérsékleten (pl. SzNiP 2.03.04-84), a dinamikus hatásokra (pl. SzNiP II-11-77\*) és földrengésre (pl. SzNiP II-7 81 szerint) kell figyelembe venni.

A feszített szerkezetek húzószilárdságára növelt biztonsági tényező alkalmazandó.

**7.3. Nehézbeton**

A konténmentben fellépő sugárzások elleni biológiai védelmet elsősorban vasbeton szerkezetek alkalmazásával lehet kielégíteni. Nagyobb sűrűségű adalékanyagok alkalmazásával kedvezőbb sugárvédelmi jellemzővel rendelkező beton készíthető.

A nehézbeton szerkezetekkel szemben támasztott követelmények:

- a) magas hidráttartalom a neutronsugárzás elnyelésére (min 200 kg/m<sup>3</sup> víztartalom, magas hidrogéntartalmú adalékszerek alkalmazása),
- b) repedésmentesség,
- c) magas testsűrűség, nagyobb mint 2600 kg/m<sup>3</sup>,
- d) önmagában nem lehet vízzáró vagy fagyálló betonként alkalmazni.



A nagy fajlagos tömeg kialakításához nagy testsűrűségű adalékanyagokat kell alkalmazni. Ezek betonban alkalmazhatóságáról meg kell győződni. Elsősorban a cementkötéssel kapcsolatos stabilitásukat kell ismerni. Vasbeton szerkezeteknél az acél melletti viselkedésük is lényeges szempont, ezért olyan anyagok használhatók, amelyek stabilitása acél és cementhidrátok jelenlétében bizonyított. A stabilitást a cementhidrátokkal és az acélbetétekkel kapcsolatban is bizonyítani kell.

Dekontaminálhatóság céljából a vasbeton felületeket úgy kell kiképezni, hogy az vizes-bórsavas oldattal lemosható legyen. Ezért a vasbetont jó mechanikai ellenállású, hőálló, penészálló (pl.: radiofil gombák ellen) sima felületet adó műgyantával kell bevonni. Azokon a helyeken, ahol a szerkezet hermetikus zártsága is fontos (határoló falak) az acéllemez burkolatot kell ellátni mosható műgyanta felülettel.

A nehézbetonok tervezésére vonatkozóan további ajánlásokat a „3.29. *Nukleáris környezetbe lévő beton- és vasbeton szerkezetek*” című útmutató tartalmaz.

## 7.4. Fémek

A konténmentben használt fém anyagoknak, beleértve a hegesztésekhez használt anyagokat is, magas minőségűnek, minősítettnek és tanúsítottnak kell lennie, amely megfelel a nukleáris szabványokban előírtaknak.

A fém anyagok kiválasztása során a következő szempontokat kell figyelembe venni:

- hőmérsékleti és mechanikai terhek,
- lehetséges kémiai reakciók/kölcsönhatások azokkal a vegyi anyagokkal is, melyeket a konténment vízpermet hűtésében használnak,
- rideg töréssel szembeni ellenállóság,
- korrózióállóság.

Az olyan fémeket, pl. cink és alumínium, melyek víz vagy gőz hatására hidrogént fejlesztenek nem szabad a konténmenten belül használni. Amennyiben ezen anyagok alkalmazása mégis elengedhetetlen, akkor a használatukat korlátozni kell és elemezni kell a lehetséges hidrogén képződés hatásait.

## 7.5. Rugalmas tömítőanyagok

A rugalmas tömítőanyagok használata a konténmentben általános és sokrétű mint pl. a szellőző szelepek tömítése vagy a légszilipek felfújható tömítései.

Normál üzemi körülmények (TA1-2) között ezek a tömítések nagyon magas légzárást biztosítanak, azonban TA3-4 üzemállapotban való viselkedésüket is megfelelően bizonyítani kell.

Rugalmas tömítések esetén tönkremeneteli módok lehetnek: magas hőmérséklet és besugárzás miatt megkeményedés és repedés, nedvesség és gőz hatására felbomlás valamint hőmérséklet ingadozás hatására duzzadás vagy zsugorodás. Ezen lehetőségeket az anyagok kiválasztása során figyelembe kell venni.

Hidrogénégés és/vagy felhalmozódott radioaktív gázok közvetlen hatásai ellen a tömítőanyagok védelméről gondoskodni kell. Szélsőséges körülmények között az ilyen anyagok olyan mértékben legyengülhetnek, ami megváltoztatja a mechanikai tulajdonságaikat.

Meg kell határozni a rugalmas tömítések tervezett élettartamát és az anyag tulajdonságaira hatással lévő öregedési folyamatokat és biztosítani kell a megfelelő karbantartási időt.

A tömítőanyagokat úgy kell megtervezni, hogy könnyen ellenőrizhetők és cserélhetők legyenek.

## 7.6. Hőszigetelő anyagok

A hőszigetelő anyagok nem veszélyeztethetnek semmilyen biztonsági funkciót tönkremenetelük során.

Úgy kell elhelyezni és felerősíteni, hogy megelőzhető legyen a meglazulás és ennek következtében a szűrők és szelepek lehetséges eltömődése.

Különösen a konténmenten belül használt cső- és tartályszigeteléseket úgy kell kiválasztani és megtervezni, hogy teljesítse a következőket:

- minimális legyen a keletkezett hulladék, ami a konténment padozatán felhalmozódva eltömítheti a zompokat vagy károsíthatja a keringtető szivattyúkat,
- biztosítsa a könnyű dekontaminálhatóságot ha szükséges,
- elkerülhető legyen a tűz kockázat növekedése,

**Új atomerőmű konténmentjének építészeti tervezése**

---

- felmelegedésük alatt minimális legyen a mérgező gázok kibocsátása a reaktor indulásakor.

Meg kell határozni azon öregedési folyamatokat melyek hatással vannak a hőszigetelésekre, és megfelelő karbantartási időt kell előírni.

**7.7. Bevonatok**

A burkolatok és bevonatok (pl.: festék, szigetelés és műgyanta) anyagát úgy kell kiválasztani, hogy biztosan ne zavarják a normál működést vagy a biztonsági funkciókat, például a levált darabok vagy a szerves jód képződés a zompiszűrőt ne tömítse el.

Megfelelő festékeket és bevonatokat kell alkalmazni, ami elősegíti a falak dekontaminálhatóságát.

Amennyiben szerves bevonatok alkalmazását tervezik, hogy a konténmentszerkezet szivárgásmentességét növeljék, akkor azokat úgy kell kiválasztani, hogy biztonsági funkciójuk elvesztése nélkül ellenálljanak a konténment belső környezeti feltételeinek, a hőmérsékleti és nyomásterheléseknek.

Ezen szerves bevonatokra öregedéskezelési intézkedéseket kell készíteni, amely tartalmazza a karbantartásra és a felügyeletre vonatkozó rendelkezéseket is.

A festékeket és bevonatokat úgy kell kiválasztani, hogy ne növeljék a tűz kockázatát.

A festékek és bevonatok kiválasztása során figyelembe kell venni azok oldószereinek hatását a zompban használt szerves bevonatra.

## 8. GYÁRTÁSI ÉS ÉPÍTÉSI KÖVETELMÉNYEK

3a.3.2.1600. „Új anyagok és gyártási módszerek esetén környezetállósági és szeizmikus minősítési eljárást kell lefolytatni, amely alapján a felhasználás céljának és követelményeinek való megfelelés igazolható.”

3a.3.2.4500. „A tervezés során meg kell határozni a rendszerelemek gyártóművi, átvételi vizsgálataira vonatkozó előírásokat. A gyártás közbeni ellenőrzési módszereknek a későbbi összehasonlíthatóság érdekében illeszkedni kell az üzem közben tervezett vizsgálati módszerekhez. Külön előírásokat kell meghatározni azon rendszerelemek gyártás során elvégzendő vizsgálataira, amelyek esetében az ellenőrzés a rendszerelem üzemeltetése során nem végezhető el hozzáférés hiányában vagy a rendszerelemek felaktiválódása miatt.”

Az OAH a rendszerelemszintű engedélyezés során a nukleáris biztonságra való hatás szerinti differenciált megközelítést alkalmaz. A biztonsági osztályba sorolástól függően szükséges az OAH gyártási vagy beszerzési engedélyének megszerzése.

Az OAH ABOS 1 biztonsági osztályba sorolt rendszerelemknél nem engedi meg a kereskedelmi termékek beépítését, de ezek alkalmazása az ABOS 2 biztonsági osztályba sorolt rendszerelemknél – a szoftverek kivételével – már megengedett.

A konténment épületszerkezeti elemeit is ABOS 1 osztályba kell sorolni, amennyiben ABOS 1 kritériumot teljesítő funkciót látnak el.

A biztonsági osztályba sorolástól függően az OAH gyártási vagy beszerzési engedélyének megszerzése szükséges a következők szerint:

ABOS 1	ABOS 2	ABOS 3	ABOS 4
Minden rendszerelem	Minden rendszerelem	Nukleáris biztonsági hatósági engedélyezési kötelezettség alá tartozó nyomástartó berendezések és csővezetékek	-

Az épületszerkezetek és építési termékek gyártásához, ill. beépítéshez szükséges engedélyeztetés folyamatáról az N1.7 „Atomerőművi

**Új atomerőmű konténmentjének építészeti tervezése**

---

*rendszerlemek gyártásának és beszerzésének engedélyezési dokumentációja*” című útmutató tartalmaz ajánlásokat.

Az alacsonyabb biztonsági osztályba sorolt rendszerlemeknél (ABOS 3, ABOS 4) nincs differenciált megközelítés és beépítésükhöz az OAH engedélye nem szükséges.

Ezen termékeknel és szerkezeteknél a tervezés, gyártás és építés során figyelembe kell venni és alkalmazni kell az építési termékek alkalmazásáról szóló jogszabály előírásait, mely a beépítendő építési termékekkel kapcsolatos elvárt műszaki teljesítménnyel, az építési termék építménybe történő betervezésének és beépítésének szabályaival, az építési termékek teljesítmény igazolásával valamint a nemzeti műszaki értékelés és az építési termékek kölcsönös elismerésének szabályaival foglalkozik.

Az atomerőmű rendszerei és rendszerlemei előírt megbízhatóságát a szabványok szerinti tervezéssel, megfelelő szintű gyártással, szereléssel, üzemeltetéssel és a megkövetelt állapot üzem közbeni ellenőrzésével, illetve fenntartásával, és mindezek során alkalmazott minőségbiztosítási intézkedésekkel kell elérni.

A tervezési előírásoknak ki kell terjedniük minden olyan gyártási folyamatra, amelyek speciális elváltozásokat okozhatnak az anyagban a gyártási folyamatok során, ha ezek hatással vannak a szerkezet illetve szerkezeti elem megfelelőségére.

Mind az üzemi, mind a helyszíni gyártás követelményeit részletes technológiai tervben kell rögzíteni.

## 9. DOKUMENTÁLÁS, MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS

9.3.1.0100. „Az engedélyesnek biztosítani kell, hogy a tervezés megfelelő minőségirányítási rendszerben történjen. A tervezés minőségirányítási rendszerét az atomerőművi blokk teljes életciklusára kell tervezni. Biztosítani kell a nukleáris biztonság szempontjából fontos dokumentáció és információ megőrzését és az engedélyes általi hozzáférhetőségét az atomerőművi blokk egész élettartama során.”

A tervezés folyamatának a legmagasabb minőségi követelmények és minőségbiztosítás mellett kell megvalósulnia. Biztosítani kell a terv minőségét, a tervek közötti egységet és a tervezésre vonatkozó normáknak való megfelelést. Ez legjobban minőségbiztosítási rendszer működtetésével valósítható meg, melynek létrehozása és fenntartása az engedélyes feladata. Az ebben rögzített biztonsági normákat a tervezés valamennyi résztvevője köteles betartani.

A minőségirányítási rendszer legfontosabb szabályozási elemei a tervezés szempontjából a következők:

- a) a tervező szervezet minősítése,
- b) a tervezés megkezdése előtt a tervezési eljárások, előírások, szabályok rögzítése,
- c) a terv független ellenőrzése, felülvizsgálata,
- d) a tervezésben részt vevők közötti kommunikáció,
- e) a tervezés során a megrendelő megfelelő szaktudással és kompetenciával rendelkező mérnökeinek koordinációja vagy generáltervező szervezet foglalkoztatása,
- f) hatékony IT támogatás.

Nemzetközi tervek esetében a tervezést felügyelő rendszer súlyponti kérdései a következők:

- a) a terv adaptálása a telephelyi viszonyokra,
- b) tervhonosítás
- c) a megrendelő maximális és rendszerezett terv-ellátottsága.

A tervezés fázisait és elemeit a jelenleg előkészítés alatt álló jogszabály tartalmazza. A tervezés során figyelembe kell venni a tervek tartalmi és formai követelményeire vonatkozó hatályos jogszabályokat, a Magyar Építész Kamara és a Magyar Mérnöki Kamara által kiadott szabályzatokat is.

**Új atomerőmű konténmentjének építészeti tervezése**

---

3a.2.1.0800. *„Biztosítani kell, hogy az engedélyes minden olyan tervezési információ birtokosa legyen, amely az atomerőmű biztonságos üzemeltetéséért viselt felelősségének fenntartásához szükséges. Az engedélyesnek képesnek kell lennie az atomerőmű teljes élettartama alatt az atomerőmű biztonságát szolgáló tevékenység végzésére vagy végeztetésére, a biztonsággal összefüggő döntések meghozatalára.”*

3a.2.3.0500. *„A biztonság igazolására szolgáló elemzéseket oly módon és olyan mélységben kell dokumentálni, hogy azok az atomerőmű teljes élettartama során megismételhetők, független felülvizsgálatnak alávetethetők, és az átalakítások értékeléséhez szükséges terjedelemben módosíthatóak legyenek, továbbá az alkalmazott konzervativizmusok mértéke és az elemzés alapján rendelkezésre álló tartalékok mértéke felülvizsgálható és újraértékelhető legyen.”*

A tervezési információkat a létesítés során folyamatosan frissíteni, ellenőrizni, és érvényesíteni szükséges annak érdekében, hogy a tényleges megvalósult állapotról rendelkezzen információval az engedélyes. A folyamatos nyomon követéshez és dokumentáláshoz a tudomány mindenkori állásához mérten igazodva érdemes a feladatot ellátni. Térinformatikai rendszerekben a 3D-s ábrázoláson túl az anyagjellemzők és egyéb adatok is rögzíthetők.