



**3.25. sz. útmutató**

# **Üzemelő nyomástartó berendezések szilárdsági felülvizsgálata**

Verzió száma:

**3.**

**2015. november**

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 fejt 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>10</b>
<b>1.1. Az útmutató tárgya és célja</b>	<b>10</b>
1.1.1. Az útmutató hatálya alá tartozó tételek részletes meghatározása	10
<b>1.2. Vonatkozó jogszabályok és előírások</b>	<b>12</b>
<b>1.3. Felelősségek, minősítések</b>	<b>13</b>
<b>2. MEGHATÁROZÁSOK ÉS RÖVIDÍTÉSEK</b>	<b>14</b>
<b>2.1. Meghatározások</b>	<b>14</b>
<b>2.2. Rövidítések</b>	<b>19</b>
<b>3. KÓDVÁLASZTÁS</b>	<b>21</b>
<b>3.1. A kódrendszer kiválasztása</b>	<b>21</b>
<b>3.2. Kódosztályba sorolás</b>	<b>21</b>
3.2.1. A komponens kódosztályának megállapítása a minőségi csoport alapján	22
3.2.2. A kódosztály módosítása konstrukciós jellemzők alapján	22
<b>3.3. Többszörös kódosztályú komponensek</b>	<b>23</b>
<b>3.4. A kódosztályok használata</b>	<b>23</b>
3.4.1. A kódosztályok eredeti besorolástól eltérő alkalmazhatósága	23
<b>4. A SZILÁRDSÁGI MEGFELELŐSÉG IGAZOLÁS DOKUMENTUMAI</b>	<b>24</b>
<b>4.1. A dokumentumok kezelése</b>	<b>24</b>
<b>5. TERVEZÉSI SPECIFIKÁCIÓ</b>	<b>25</b>
<b>5.1. A tervezési specifikáció meghatározása</b>	<b>25</b>
<b>5.2. A tervezési specifikáció minimális tartalma</b>	<b>25</b>
<b>5.3. Tervezési alap</b>	<b>26</b>
5.3.1. A szilárdsági számítás alapját képező kód meghatározása	26
5.3.2. Határok	26
5.3.2.1. <i>A vizsgált komponens és más csatlakozó komponensek közötti határok</i>	26
5.3.2.2. <i>A vizsgált komponens részei közötti határok</i>	26
5.3.3. Üzemállapotok és próbák	26
5.3.4. A tervezési, üzemi terhelések és határértékek	27
5.3.4.1. <i>Tervezési terhelés</i>	27
5.3.4.2. <i>Üzemi terhelések</i>	28
5.3.4.3. <i>Ciklusszámok</i>	30
5.3.4.4. <i>A földrengés által kiváltott terhelések</i>	31

## Üzemelő nyomástartó berendezések szilárdsági elemzése

5.3.4.4.1. Földrengési terhelés egyszerűsített számításához	32
5.3.4.5. Épületmozdulások által kiváltott terhelés	32
5.3.4.6. Tömítőegység csavarok által átadott terhelések	32
5.3.4.7. A tervezési nyomás meghatározásának szempontjai	32
5.3.4.8. Az üzemállapotok határértékekhez rendelésének szempontjai	34
5.3.5. A túlnyomásvédelem igazolására vonatkozó követelmények	35
5.3.6. Környezeti állapotok	35
<b>5.4. Szerkezeti anyagokra vonatkozó követelmények</b>	<b>35</b>
5.4.1. A tervezési feszültségintenzitás és megengedett feszültség meghatározásához szükséges anyagjellemzők forrása	38
5.4.2. A kifáradási görbék meghatározása	39
5.4.3. Ütőmunka igazolására vonatkozó követelmények	39
5.4.3.1. Esetek, amelyekben ütőmunka igazolása nem szükséges	39
5.4.3.2. Az igazolt ütőmunka értékekre vonatkozó követelmények	40
5.4.3.2.1. ABOS 1 komponensekre vonatkozó követelmények	41
5.4.3.2.2. ABOS 2 és ABOS 3 komponensekre vonatkozó követelmények	41
5.4.4. Vizsgálatok és próbák	41
5.4.5. Eróziós-korróziós hatások	41
<b>5.5. A komponens aktív elemeire vonatkozó követelmények</b>	<b>42</b>
<b>5.6. A különböző berendezéstípusokra vonatkozó speciális követelmények</b>	<b>42</b>
5.6.1. Tartályok	42
5.6.1.1. Hőcserélők, szűrők	43
5.6.1.2. Class 2 és Class 3 besorolású tartályok csonkjainak értékelése	43
5.6.2. Szivattyúk	44
5.6.3. Szelepek	44
5.6.4. Csővezetékek	45
5.6.5. Atmoszferikus állóhengeres tárolótartályok	46
5.6.6. Kisnyomású tárolótartályok	46
5.6.7. Reaktorbelső elemek	47
5.6.8. Tartószerkezetek	47
5.6.8.1. Class 2 és Class 3 besorolású csőtartók	47
<b>5.7. A komponens meglévő állapotával kapcsolatos kiegészítő követelmények</b>	<b>47</b>
5.7.1. Az üzemelő berendezés bemutatása	47
<b>5.8. A specifikált előírásoktól való eltérés kezelése</b>	<b>48</b>
<b>5.9. A Nukleáris Biztonsági Szabályzatok által specifikált követelmények</b>	<b>48</b>
<b>5.10. A tervezési specifikáció tanúsítása</b>	<b>49</b>

<b>6. SZILÁRDSÁGI SZÁMÍTÁS</b>	<b>50</b>
<b>6.1. A szilárdsági számítás meghatározása</b>	<b>50</b>
<b>6.2. A szilárdsági számítás minimális tartalma</b>	<b>50</b>
<b>6.3. A vizsgálandó helyek kijelölése</b>	<b>51</b>
<b>6.4. A tervezési feszültségintenzitás vagy megengedett feszültség meghatározása</b>	<b>51</b>
<b>6.5. A számítás módszere</b>	<b>51</b>
<b>6.6. A számítás dokumentálása</b>	<b>52</b>
<b>6.7. A számítást bemutató dokumentumok</b>	<b>53</b>
<b>6.8. A számítás ellenőrzése</b>	<b>53</b>
<b>6.9. A számítás jóváhagyása</b>	<b>54</b>
<b>6.10. A számítás elfogadása</b>	<b>54</b>
<b>6.11. A komponens meglévő állapotával kapcsolatos kiegészítő követelmények</b>	<b>54</b>
6.11.1. Figyelembe veendő adatok	54
6.11.1.1. Méretadatok	54
6.11.1.1.1. Adathiány kezelése	55
6.11.1.1.2. Méret- és alakhibák	55
6.11.2. Class 1 komponensek megfelelés értékelése	55
6.11.2.1. A megfelelés értékelése analízissel	57
6.11.2.1.1. A vizsgálandó helyek beazonosítása	57
6.11.2.1.2. A ciklikus terhelési állapotok értékelése	58
6.11.2.2. Az FSRF értékének meghatározása varratminősítés alapján:	60
6.11.2.3. Class 1 csővezetékvarratok FSRF tényezői	60
6.11.3. Class 2 és Class 3 komponensek megfelelés értékelése	61
6.11.3.1. A megfelelés értékelésének módjai	61
6.11.3.1.1. Megfelelés igazolás a feszültség kiszámításával	62
6.11.3.1.2. Megfelelés igazolás tervezési szabályok teljesülésének bemutatásával	67
6.11.3.1.3. Megfelelés igazolás a feszültségszámítás és tervezési szabály alkalmazásának kombinálásával	69
6.11.3.2. A kód által nem szabályozott részletek kezelése	69
6.11.3.2.1. Beazonosítás a szabvány eredete alapján	69
6.11.3.2.2. Beazonosítás azonos témájú és státuszú más nemzetiségű szabvány alapján	70
6.11.3.2.3. A szükséges falvastagság és a feszültség számításának módszere	71



<b>7. EGYÉB KAPCSOLÓDÓ DOKUMENTUMOK</b>	<b>72</b>
<b>7.1. Konstruktív felülvizsgálat alapját képező rajzdokumentáció</b>	<b>72</b>
<b>7.2. Túlnyomásvédelmi jelentés</b>	<b>72</b>
7.2.1. Túlnyomásvédelmi jelentés meghatározása	72
7.2.2. A túlnyomásvédelmi jelentés minimális tartalma	72
<b>7.3. Terheléskatalógus</b>	<b>73</b>
<b>7.4. Háttér dokumentációk</b>	<b>73</b>
<b>8. HIVATKOZÁSOK</b>	<b>75</b>
<b>FÜGGELÉK: MINŐSÉGI CSOPORTBA SOROLÁS</b>	<b>77</b>

## **1. BEVEZETÉS**

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

Jelen útmutató ajánlásokat tartalmaz az NBSZ 3. kötetének 3.3.3 „Nyomástartó berendezés és csővezeték tervezése” című fejezetében rögzített előírások teljesítésére már üzemelő nyomástartó berendezések konstrukciós felülvizsgálata esetén. A csővezetékek nyomástartó berendezésnek minősülnek, ezért az útmutató tárgykörébe tartoznak.

Az üzemelő blokk új nyomástartó berendezései tervezésére, és a meglévő nyomástartó berendezésének átalakítására vonatkozó előírások teljesítésének részletezésével a 3.3 útmutató [1] foglalkozik.

Az üzemelő atomerőművi blokk, és üzemelő nukleáris létesítmény meghatározását az NBSZ 10. kötetének 165., illetve 166. meghatározása tartalmazza.

Jelen útmutató az engedélyes által végzett vagy végeztetett, a vizsgált berendezés szilárdsági megfelelőségének megítélését lehetővé tevő szilárdsági számításokra vonatkozik. Az útmutatónak nem tárgya az aktív elemek működőképességének igazolása.

Az útmutató szerinti számítások kiterjednek az üzemeltetésből adódó ciklikus feszültségek elemzésére, és az öregedés értékeléséhez szükséges feszültség számításokra, de csak a szilárdsági számítások vonatkozásában fedik le az öregedés kezelésével kapcsolatos problémákat, illetve azokat a speciális kérdéseket, amelyekre más önálló útmutató vonatkozik, mint pl. az öregedési folyamatok figyelembe vétele [2], reaktor-tartály neutron sugárzás hatására történő ridegdedése, vagy a nyomás alatti hősokk értékelése [3].

#### *1.1.1. Az útmutató hatálya alá tartozó tételek részletes meghatározása*

Az útmutatóban előírt szabályok az engedéllyel üzemeltetett (röviden: üzemelő) atomerőműben létesített nyomástartó rendszerek üzemidő-hosszabbítási engedélykérelemhez szükséges szilárdsági elemzéseit szolgálják. Az útmutató új létesítmény tervezéséhez szükséges szilárdsági elemzésekhez nem ajánlott. Az útmutató hatálya a Class 1, Class 2 és Class 3 konstrukciós kód osztályú rendszerekre, a reaktor belső elemeire, és a D minőségi osztályba sorolt elemekre korlátozódik.

Egy atomerőművi nyomástartó rendszer biztonságát a szilárdsági elemzések által megkövetelt kritériumok teljesülése mellett más

**Üzemelő nyomástartó berendezések szilárdsági elemzése**

---

konstrukciós megfontolások is szolgálják. A konstrukciós előírások fogalmkörébe az alábbiak tartoznak:

- a) Anyagtulajdonságok
- b) Tervezés (ennek része a szilárdsági elemzés)
- c) Gyártás
- d) Vizsgálatok (üzemelés előtti)
- e) Felügyelet (üzemeltetési időszakos vizsgálatok)
- f) Próbák
- g) Bizonylatok
- h) Túlnyomásvédelem

A szilárdsági elemzés a konstrukciós biztonsági előírásrendszer integráns része, attól elválaszthatatlan.

Az útmutató nem vonatkozik az armatúrák működtető szerkezeteire, szabályozókra, helyzetjelzőkre, szintjelzőkre, hajtásokra vagy más kiegészítőkre és egységekre, kivéve, ha azok nyomástartó részek vagy támaszok, illetve, ha ezen elemek meghibásodása különböző paraméterű közegek keveredéséhez vezet.

A nem nyomástartó tartozékok vagy a csatlakozó csövek első összekötő varratát az alkalmazott kód határok meghatározására vonatkozó előírásai szerint sorolják a nyomástartó komponenshez vagy a tartozékhoz illetve csőhöz.

Az útmutató nem vonatkozik a műszerek, vagy műszerek állandóan tömített folyadékkal töltött csőrendszerei tervezésére, csak abban az esetben, ha azt a tervezési specifikáció előírja.

A reaktor tartályhoz csatlakozó szabályozó rúd hajtásának házát úgy tekintik, mint részegységet, vagy mint egy önálló nyomástartó edényt. Jelen útmutató alkalmazható azon részek szilárdsági számításánál, amelyek a nyomástartó határt alkotják.

A komponensekben alkalmazott fűtőberendezések, fűtőpatronok azon részét, amelyik a nyomástartó határt alkotják, a komponens részeként veszi figyelembe.

A folyadék-kezelő vagy áramlás-ellenőrző egységek részeit, mint például a szűrőket, csapdákat, szűkítőket, Venturi-csöveket, mérőperemeket (kivéve a karimák közé befogott, 14 mm névleges falvastagságot meg nem haladó

mérőperemeket), a gőzsugár-szivattyúkat és más hasonló egységeket, amelyek a nyomástartás határát alkotják, a komponens részének tekintik.

A falátvezetések olyan elektromos- vagy mechanikai részegységek vagy szerelvények, amelyek arra szolgálnak, hogy a csővezetékek, mechanikai egységek vagy elektromos kábelek áthaladjanak a komponens nyomáshatároló részén, tehát a falátvezetések nyomáshatárolásban résztvevő elemeit jelen útmutató szerint kezelik.

A hasadó-tárcsa befogó szerkezetét, amely a nyomáshatárolásban részt vesz, a komponens részeként, részegységként, vagy szerelvényként veszik figyelembe.

## **1.2. Vonatkozó jogszabályok és előírások**

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

A nyomástartó berendezések szilárdsági számításánál a Rendelet mellékleteit képező Nukleáris Biztonsági Szabályzatok 3, az atomerőművek tervezési követelményeit tartalmazó kötetet veszik figyelembe.

A 3. kötet 3.3.3. Nyomástartó berendezések és csővezetékek tervezése alcím előírásai vonatkoznak közvetlenül a nyomástartó berendezések szilárdsági elemzésére. Ezen túlmenően a következő alcímek tartalmaznak olyan előírásokat, amelyek a szilárdsági elemzésre vonatkoztathatók.

*3.2. Általános tervezési követelmények,*

*3.3.2. Tervezés élettartamra,*

*3.3.6. Specifikus veszélyeztető tényezők*

*3.4.2. A fővízkör tervezése*

Az alábbi felsorolás a szilárdsági számítással kapcsolatos fontosabb kérdésköröket, és a kérdéskörre vonatkozó követelményt tartalmazó NBSZ pontot mutatja be:

- a) Tartalékok biztosítása a tervezési módszerek hibái, gyártási, szerelési tűrései, üzem alatti romlási folyamatokra: 3.2.1.2000.
- b) Alkalmazandó szabvány megválasztása: 3.2.1.2100.
- c) Tervezési korlátok, határértékek meghatározása: 3.2.2.2500.
- d) Tervezési eszközök, modellek verifikálása, validálása: 3.2.3.0100.
- e) Felhasznált adatok megfelelősége, bizonytalanságok kompenzálása: 3.2.3.0300.

**Üzemelő nyomástartó berendezések szilárdsági elemzése**

---

- f) Felhasznált adatok bizonytalanságának értékelése: 3.2.3.0400.
- g) Az elemzések dokumentálásának szempontjai: 3.2.3.0500.
- h) Nem cserélhető és nem cserélendő elemek élettartamának bizonyítása: 3.3.2.0200.
- i) Üzemi körülmények, mechanikai terhek, terhelési ciklusok meghatározása a TA1-4 üzemállapotokra: 3.3.3.0100.
- j) Számításokhoz megfelelő szabványok figyelembevétele, a számítások bemutatása: 3.3.3.0200.
- k) Egységes szabványrendszer alkalmazására vonatkozó követelmény: 3.3.3.0300.
- l) Szerkezeti anyag szívósságára, repedésterjedéssel szembeni ellenállásra vonatkozó követelmény: 3.3.3.0500.
- m) Az anyagok fizikai, mechanikai tulajdonságainak neutronfluxus hatására történő megváltozásának figyelembevétele: 3.3.3.0600.
- n) Nyomáshatároló eszközök alkalmazására vonatkozó követelmények: 3.3.3.1200.
- o) Nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszer alacsonyabb üzemi nyomású rendszerrel való kapcsolatára vonatkozó követelmények: 3.3.3.1300.

Az engedélyes az útmutató alkalmazásánál figyelembe veszi, hogy az NBSZ 3. kötetében a tervezésre, méretezésre, az ellenőrzésre, illetve a konstrukció általános értelemben vett szilárdsági megfeleléségre vonatkozó követelmények teljesítését más útmutatók is támogatják. Ezek az útmutatók a konstrukció kialakításának, speciális terhekre vagy folyamatokra történő ellenőrzésének módszertanát, eljárásait írják le, amelyek az adott tárgykörben végzett szilárdsági számításokra speciális ajánlásokat tartalmaznak.

### **1.3. Felelőségek, minősítések**

Az engedélyes, számítást végző és alvállalkozó felelősségét és szükséges minősítését a 3.3 útmutatóban [1] részletezettek szerint határozzák meg.

## 2. MEGHATÁROZÁSOK ÉS RÖVIDÍTÉSEK

### 2.1. Meghatározások

Az útmutatóban használt fogalmak, műszaki kifejezések az MSZ 27003 szabványrendszer [4] szerinti értelmezésnek felelnek meg.

Ez a fejezet azokat a magyar nyelven más értelemben is használt fogalmakat azonosítja, melyeknek a jelen útmutató specifikus tartalmat ad.

Jelen fejezet az Atv. 2. §-ában, valamint a Rendelet 10. számú mellékletében ismertetett meghatározásokat csak olyan esetben tartalmazza, ha a szilárdsági számítás szempontjából való értelmezés ezt indokolja.

#### **Diszkontinuitás:**

A diszkontinuitás a nyomáshatároló szerkezeti elem olyan része, amelyben a szerkezet helyi sajátossága következtében helyileg többlet feszültség ébred, amely megengedhetőségének ellenőrzése általában szükséges. Az alábbi diszkontinuitás fajtákat különböztetik meg:

- a) Nagy szerkezeti diszkontinuitás, amelynél a geometriai kialakítás, vagy a szerkezeti anyag megváltozása miatt olyan belső kényszerek lépnek fel, amelyek hatására létrejövő feszültségeloszlás falvastagság mentén történő integrálása eredményeként többlet feszültség mutatható ki. A nagy szerkezeti diszkontinuitás következtében ébredő megnövekedett keresztmetszeti feszültségeket a kódok lokális feszültségként kezelik, amelyekre külön, az általános feszültségre érvényesnél nagyobb határértékeket határoznak meg. Nagy szerkezeti diszkontinuitás például a hengeres köpeny és fenék csatlakozási helye, vagy két azonos átmérőjű, de eltérő falvastagságú hengeres köpeny, vagy azonos átmérőjű, azonos falvastagságú, de eltérő rugalmassági modulusú, vagy eltérő hőtágulási tényezőjű szerkezeti anyagból készült hengeres köpeny csatlakozási helye.
- b) Helyi szerkezeti diszkontinuitás, amelynél a geometriai, vagy a szerkezeti anyag helyi megváltozása miatt létrejövő feszültségeloszlás változás csak a falvastagság kis részében lép fel. A feszültségeloszlás teljes falvastagság mentén történő integrálása eredményeként számottevő többlet feszültség nem mutatható ki. A lokális diszkontinuitások helyén fellépő csúcspontfeszültségek jelentős kifáradási igénybevétel forrása lehetnek. Helyi szerkezeti diszkontinuitás például a kis lekerekítési sugár, bemetszés, vagy a falvastagsághoz képest kisméretű csatlakozó elem.

- c) A szakirodalom megkülönböztet terhelési diszkontinuitást, ez olyan helyi terhelésátadás, amely az érintett elemben helyi feszültségnövekedést kelt. Ilyen terhelési diszkontinuitás a csatlakozó csővezetékek által átadott külső terhelés, vagy a tartószerkezet által a nyomáshatároló elemnek átadott súlyterhelés. A terhelés átadási hely szerkezeti kialakítása miatt a terhelési diszkontinuitás általában egyben szerkezeti diszkontinuitás. Az elvi különbség abban áll, hogy a többletfeszültségnek a belső kényszereken kívül a külső terhelések is forrásai.

**Feszültségkategória:**

A szerkezeti anyag tönkremeneteli mechanizmusában játszott szerepük alapján a kódok különböző feszültségkategóriákat azonosítanak. Ezek, vagy ezek meghatározott kombinációjára a kódok különböző határértékeket írnak elő. Ilyen feszültségkategóriák például az elsődleges általános és elsődleges lokális membránfeszültség, elsődleges hajlítófeszültség, a másodlagos membrán és hajlító feszültség, és a csúcsfeszültség. A szilárdsági számítás során a kód szerinti határértékekben szereplő feszültségkategóriákat határozzák meg és értékelik megengedhetőségüket.

**Határérték:**

Az egyes feszültségkategóriáknak a szerkezeti anyag tönkremeneteli mechanizmusában játszott szerepe, és az adott terhelésre megállapított megengedhető mértékű károsodás alapján a kód az egyes feszültségkategóriákra illetve ezek kombinációjára előírja az elfogadhatóság kritériumát képező megengedett feszültség meghatározási módját. Határértéknek nevezik az előírt módon meghatározott megengedhető feszültség értéket. A keresztmetszeti feszültségkategóriákra (membrán, hajlító) a határértéket a szerkezeti anyagra a kód alapján megállapított tervezési feszültségintenzitás vagy megengedett feszültség, és a tönkremeneteli mechanizmusban játszott szerep és megengedett károsodás alapján meghatározott konstans szorzataként határozzák meg.

A kifáradási károsodásra meghatározott határérték ellenőrzéséhez a szerkezeti anyagra jellemző kifáradási görbét és az alkalmazási környezet kifáradásra gyakorolt hatását figyelembe vevő környezeti hatástényezőt azonosítanak.

**Komponens:**

Olyan tartály, szivattyú, nyomáslefüvató szelep, elzáró- és szabályozószelep, tárolótartály, csővezetékrendszer vagy zónatartó szerkezet, amelyet az elfogadott kódrendszer követelményei szerint létesítenek. A komponens a

nyomáshatároló rendszer külön egységként gyártott, meghatározott funkciót ellátó összetevője, amelyet a rendszer többi komponenséhez körvarrattal vagy csavarkötéssel egyesítenek a helyszínen.

**Kód:**

A kód a komponens létesítésénél, ezen belül a szilárdsági elemzésénél figyelembe veendő kötelező, összefüggő előírás gyűjtemény. A kód előírásokat tartalmaz a megengedett szerkezeti anyagokra, a számítandó feszültségkategóriákra, az ezekre megengedett feszültségekre, a figyelembe veendő terheléskombinációkra, a minimálisan szükséges falvastagság meghatározására, szabályokat tartalmaz a nem szabványos elemek tervezésére és a szabványos elemek alkalmazhatóságára.

A különböző felhasználási területeken alkalmazott nyomástartó berendezésekre összefüggő kódrendszereket dolgoztak ki. Ilyen kódrendszert alkotnak a nukleáris nyomástartó berendezésekre vonatkozó kódok. A kódok, kódrendszerek esetenként szabvány formájában jelennek meg, mint például az MSZ 27003 [4], vagy a KTA 3201 [5] szabványsorozat, más esetben szabályzatként, mint a PNAE [6], esetenként pedig kód formájában, mint az ASME BPVC [7] jelennek meg.

A tervezés alapjául szolgáló kódrendszert, azon belül az adott berendezésre alkalmazandó kódot az illetékes hatóság előírásai alapján azonosítják.

**Kódosztály:**

Egyes komponens típusok – tartályok, szivattyúk, szelepek, csővezetékek – a nukleáris biztonság szempontjából eltérő fontosságú helyekre lehetnek betervezve, ezért az adott beépítési helyen szükséges megbízhatóságot a megfelelő szigorúságú előírásrendszert tartalmazó kód alkalmazása biztosítja. Az ilyen komponens típusokra egy kódrendszer általában több, különböző szigorúságú előírásrendszereket tartalmazó kódokat tartalmaz. Adott beépítési hely esetén a szükséges szigorúság mértékét a komponens kódosztályba sorolással határozzák meg. A kódrendszeren belül az alkalmazandó kódot a kódosztályba sorolás alapján azonosítják be. Egyes dokumentumokban a „kódosztály” helyett a „szilárdsági osztály” elnevezést használják.

**Környezeti hatás:**

A környezet olyan fizikai, vegyi hatásai, amelyek hozzájárulhatnak a nyomáshatároló elem tönkremeneteléhez. A környezeti hatások általában lassan, a különböző komponens részekre eltérő intenzitással hatnak. A legismertebb környezeti hatások a korrózió, erózió.



***Legalacsonyabb üzemi hőmérséklet:***

A komponens által határolt folyadék, vagy a szerkezeti anyag legalacsonyabb hőmérséklete olyan üzemállapotban, amelynél az üzemi nyomás az az üzembe helyezés előtti nyomáspróba nyomásának 20 %-ánál nagyobb. <sup>1</sup>

***Létesítés:***

Általános kifejezés, amely magában foglalja a komponens előállításához és szereléséhez szükséges anyagok kiválasztását, tervezést, gyártást, szerelést, vizsgálatot, próbát, ellenőrzést és tanúsítást.

***Nyomáshatár integritás:***

A nyomáshatár integritás feltétele a nyomáshatároló szerkezeti elem nyomástartó funkciójának biztosítása. A nyomáshatár integritás feltétele a nyomáshatár folytonosságának megmaradása, de nem feltétele a nyomáshatároló elem alak- vagy mérettartása. A nyomáshatár integritás a szerkezeti integritás nyomástartó berendezésekre értelmezett változata.

***Nyomáshatároló rendszer:***

Egy nyomáshatároló rendszert alkotnak mindazon komponensek, amelyekben a közeg az egyik komponensből a másikba áramolhat, és amelyek rendszer szinten egy meghatározott funkciót látnak el. A nyomáshatároló rendszer nyomását szükség esetén egy vagy több túlnyomásvédelmi eszköz korlátozza. A nyomáshatároló rendszer végpontjai elzáró szerelvényekkel csatlakozhatnak más nyomáshatároló rendszerekhez.

***Nyomáshatároló szerkezeti elem:***

A komponens azon szerkezeti elemei, amelyeknek a nyomással arányos terhelés viselésében számottevő szerepük van, meghibásodásuk a nyomástartó képesség elvesztésével jár. A nyomástartó szerkezeti elem az a legkisebb egység, amelyre egy adott kódosztály szerinti előírásokat alkalmaznak. A héjszerű nyomáshatároló szerkezeti elemeket összefogó csavarok nyomáshatároló szerkezeti elemnek minősülnek.

***Szabvány***

---

<sup>1</sup> A meghatározás az NB-3211 bekezdéshez tartozó 1. sz. lábjegyzeten, az NC-2311 bekezdéshez tartozó 4. sz. lábjegyzeten, illetve az ND-2311 bekezdéshez tartozó 3. sz. lábjegyzeten alapul. Az NB meghatározása minimális mértékben eltér az NC és ND szerinti meghatározástól.

A szabványok előírásokat tartalmaznak az egyes komponens fajták (pl. szelepek, karimák, csővezetéki elemek) kialakítására. A szabványok általános típusai az anyagszabványok, a méretszabványok és névlegesnyomású elemekre vonatkozó szabványok. A méretszabványok célja, hogy a különböző gyártók által előállított azonos funkciójú komponensek beépítési méretei azonosak, és egymással kicserélhetőek legyenek. A névlegesnyomású elemekre vonatkozó szabványok célja, hogy a nyomásterhelésre azonos mértékben megfelelő, előre méretezett komponensek álljanak rendelkezésre.

A szabványok alkalmazhatóságát a hatóság általában nem szabályozza, az alkalmazhatóság szabályait a szabványokat meghivatkozó kódok tartalmazzák.

**Szilárdsági számítás:**

A vizsgálat tárgyát képező komponens szilárdsági megfelelőségét a tervezési specifikáció alapján igazoló dokumentum, részletes meghatározását a 6.1 pont tartalmazza. A szilárdsági számítás a létesítés valamennyi elemének megfelelőségét igazoló tervezési jelentés része.

**Tartók, támaszok:**

Olyan szerkezeti elemek, amelyeknek nincs nyomástartó funkciójuk, de részt vesznek a komponensek megfogásához, megtámasztásához szükséges terhelések épületszerkezetnek való átadásában.

**Tervezési specifikáció:**

A komponens létesítését, ezen belül a szükséges szilárdsági elemzéseket műszakilag megalapozó dokumentum, részletes meghatározását az 5.1 pont tartalmazza.

**Tömítőegység:**

Nyomáshatároló szerkezeti elemek között nyomástartó és oldható csatlakozást biztosító szerkezet. Részei: karimák, csavarok anyákkal és alátétekkel, tömítések.

**Tönkremeneteli elmélet:**

A tönkremeneteli elméletek arra keresik a választ, hogy a szabványos szakítóvizsgálat során tönkremenő próbadarabnál melyik az a feszültségkategória, amellyel a szerkezeti anyagra számolt azonos kategóriájú feszültséget összehasonlítva a vizsgált szerkezeti anyag tönkremenetelére lehet következtetni. Általában az alábbi tönkremeneteli elméletek alapozzák meg a szilárdsági számításokhoz előírt megengedett feszültség értékeket.

**Üzemelő nyomástartó berendezések szilárdsági elemzése**

- a) A maximális főfeszültség elmélet szerint a szerkezeti anyag akkor megy tönkre, ha a benne ébredő három egymásra merőleges főfeszültség közül a legnagyobb meghaladja a szerkezeti anyagra meghatározott folyáshatárt. Az ezen az elméleten alapuló szilárdsági elemzésnél a legnagyobb főfeszültséget számítják, és hasonlítják össze a szakítóvizsgálatnál folyást okozó húzófeszültség figyelembevételével meghatározott megengedett feszültség alapján származtatott határértékkel.
- b) A maximális nyírófeszültség elmélet szerint a szerkezeti anyag akkor megy tönkre, ha a benne ébredő maximális nyírófeszültség meghaladja a szakítóvizsgálat során a próbadarab megfolyási pontjában megfolyáskor ébredő nyíró feszültséget. Az ezen elméleten alapuló szilárdsági elemzésnél lényegében a maximális nyírófeszültséget (pontosabban annak kétszeresét) számítják, és hasonlítják össze a szakítóvizsgálatnál folyást okozó nyírófeszültség figyelembevételével meghatározott tervezési feszültségintenzitás alapján származtatott határértékkel.

A maximális nyírófeszültség elmélet írja le pontosabban a szerkezeti anyag tönkremenetelét, ezért az igényesebb, a biztonság szempontjából legfontosabb komponensekre vonatkozó számításoknál ezt alkalmazzák. A maximális főfeszültség elmélet alapulvételének előnye az egyszerűbb számítási eljárás.

**Üzemállapot:**

Az NBSZ által használt üzemállapot meghatározást az NBSZ 10. kötetének 163. meghatározása tartalmazza. Az NBSZ a tervezési alap részét képező TA1-4 üzemállapotokat olyan a 3.2.2.3000. pontban felsorolt külső kezdeti események, és a 3.2.2.3100. pontban felsorolt belső események alapján származtatja, amelyeknek radiológiai következményei lehetnek.

A szilárdsági számítások vonatkozásában üzemállapot alatt olyan eseményt, üzemvitel változást értenek, amelynek következtében a nyomáshatároló elem szilárdsági számításnál figyelembe veendő terhelési állapota (egyidejűleg ható nyomás, erő, nyomaték, stb. kombinációja) létrejön vagy megváltozik.

**2.2. Rövidítések**

ABOS	Atomerőművi berendezések biztonsági osztályba sorolása
ATWS	ÜV-1 nélküli várható üzemi események. Olyan

**Üzemelő nyomástartó berendezések szilárdsági elemzése**

---

	események, amelyeknél a reaktorvédelem működése tervezett, de a reaktorvédelem működés nem következik be.
CUF	Halmozódó károsodási tényező
IEP	Időszakos Ellenőrzési Program
F <sub>en</sub>	Környezeti hatástényező
NB(C,D)-nnnn	NB-nnnn és NC-nnnn és ND-nnnn összevont jelölése. A különböző szabványok azonos „nnnn” számú bekezdéseinek összevont jelölése
TA1-4	A TA1, TA2, TA3, TA4 összevont jelölése. A tervezési alap részeként figyelembe vett üzemállapotokra vezető események gyakoriságuk alapján történő, NBSZ 3.2.2.0200. pont szerinti besorolása
VBJ	Végleges biztonsági jelentés
LOCA	Loss of Coolant Accident – Hűtőközeg vesztéssel járó üzemzavar
PNAE előírások	Právila i normü atomnoj energii - Orosz hatósági előírások

## 3. KÓDVÁLASZTÁS

### 3.1. A kódrendszer kiválasztása

A 3.3.3.0200. NBSZ pont szerint a méretezést megalapozó, a rendszerelemek megfelelőségét alátámasztó számításokat egységes, a nukleáris iparban elfogadott előírásrendszer, szabvány szerint, a rendszerek, rendszerelemek biztonsági osztályának megfelelően kell elvégezni. E követelménynek a 2. pont szerinti „kód” meghatározásnál példaként felsorolt [4, 5, 6, 7], vagy az ezekkel egyenértékű szigorúságú és kidolgozottságú, megfelelő referenciával rendelkező előírásrendszerek felelnek meg.

Az útmutató alapját képező kódrendszer az MSZ 27003 szabványsorozat [4].

### 3.2. Kódosztályba sorolás

A 3.3.1.1600. NBSZ pont szerint a biztonsági osztályba sorolt rendszerek, rendszerelemek tervezése során biztosítani kell, hogy minőségük és az általuk megvalósított biztonsági funkciók megbízhatósága megfeleljen osztályba sorolásuknak.

A 3.3.1.1700. a) NBSZ pont szerint az egyes biztonsági osztályokra meg kell határozni a tervezés során alkalmazandó megfelelő követelményeket és szabványokat.

A biztonsági funkció osztályba sorolásának megfelelő megbízhatóságú szilárdsági számítás a választott kódrendszer által kínált megfelelő kódosztályú előírásrendszer kiválasztásával valósul meg olyan komponens típusok esetében, amelyek eltérő fontosságú helyekre lehetnek betervezve. Ilyen típusú komponensek a tartályok, szivattyúk, szelepek, csővezetékek.

Az MSZ 27003 szabványsorozat a Class 1, Class 2 és Class 3 kódosztályokat határozza meg, és a kódosztályoknak megfelelő differenciált előírásrendszereket tartalmaz.

A komponens nukleáris biztonság szempontjából való fontossága az alábbiaktól függ:

- a) a komponens nyomástartó határa-e a reaktornak vagy a primerkörnek,
- b) a komponens leválasztható-e a primerkörtől kellő biztonsággal a reaktor bármely üzemi állapotában
- c) a komponens része-e a radioaktív közeget tartalmazó rendszerek és a környezet közötti nyomástartó határfelületnek

d) a komponens működik-e normálüzemben

E szempontok alapján a komponenseket az A, B, C, vagy D minőségi csoportok egyikébe sorolják. A minőségi csoportba sorolás kritériumait a Függelék tartalmazza.

A kódosztályba sorolás lépései az alábbiak:

- a) A komponens kódosztályának megállapítása a minőségi csoportba sorolás alapján,
- b) A minőségi csoportba sorolás alapján megállapított kódosztály felülvizsgálata a komponens 3.2.2 pont szerinti konstrukciós jellemzői alapján

### 3.2.1. *A komponens kódosztályának megállapítása a minőségi csoport alapján*

A kódosztályt az alábbi táblázat alapján állapítják meg.

A minőségi csoport:	Class 1 kódosztály
B minőségi csoport:	Class 2 kódosztály
C minőségi csoport:	Class 3 kódosztály
D minőségi csoport:	Nincs kódosztályhoz rendelés

### 3.2.2. *A kódosztály módosítása konstrukciós jellemzők alapján*

A csővezetéki szerelvények kódosztályba sorolása a befoglaló csővezetékével azonos.

Ha a biztonságra és a szükséges konzervativizmusra vonatkozó megfontolások nem zárják ki, akkor a csőtartók, támaszok egy kódosztállyal lejjebb sorolhatók, mint a komponens, amelyhez tartoznak.

Ha biztonsági osztályba sorolt kisátmérőjű csővezeték nagyobb átmérőjű biztonsági osztályba sorolt csővezetékhez vagy komponenshez csatlakozik, az engedélyes az alábbi eljárást követi:

- a) Az  $NA < 20$  méretű, 1. biztonsági osztályú, nagyobb átmérőjű csővezetékhez vagy komponenshez csatlakozó csővezeték 2. biztonsági és kódosztályba sorolható;
- b) Az  $NA < 50$  méretű, 2. biztonsági osztályú, nagyobb átmérőjű csővezetékhez, vagy komponenshez csatlakozó csővezeték a 3. biztonsági és kódosztályba sorolható;
- c) Az  $NA < 50$  méretű, 3. biztonsági osztályú, nagyobb átmérőjű csővezetékhez vagy komponenshez csatlakozó csővezeték esetében megfontolható a 4. biztonsági osztályba sorolás.

A kisátmérőjű csővezetékekre a fentiekben adott alacsonyabb osztályba sorolási szabály nem alkalmazható, ha a kisátmérőjű csővezeték törése biztonsági funkciót veszélyeztethet.

### **3.3. Többszörös kódosztályú komponensek**

Az összetett komponensek (pl. hőcserélő, gőzfejlesztő) részei eltérő kódosztályokba sorolhatók. Ilyen esetben a tervezési specifikáció határolja el az egyes részek besorolását és a rájuk vonatkozó tervezési követelményeket.

### **3.4. A kódosztályok használata**

A tervezési specifikáció szerint egy adott kódosztályba sorolt tétel számítása elvégezhető a magasabb osztály előírásai szerint, ha a tétel létesítésének többi elemére (szerkezeti anyag, gyártás-szerelés, vizsgálat, próbák, túlnyomásvédelem) teljesülnek a magasabb osztályra vonatkozó előírások. Ha egy tétel számítását magasabb osztályba sorolják, a tervezési specifikáció tartalmazza a minimálisan megkövetelt osztályt és a választott magasabb osztályt.

#### *3.4.1. A kódosztályok eredeti besorolástól eltérő alkalmazhatósága*

A kódosztályok alkalmazhatóságára meglévő berendezések esetén az alábbi kiegészítő szabályok érvényesek.

- a) Ha a komponensen olyan részletet azonosítanak, amely csak egy alacsonyabb osztályba sorolás esetén fogadható el (pl. hegesztési varrat vizsgálati terjedeleme), akkor az alacsonyabb osztályba sorolás szerint a kialakításra alkalmazott előírást veszik figyelembe.<sup>2</sup>
- b) Ha egy komponens típusra a konstrukciós osztálya által meghatározott szabványban nincs előírás, az alacsonyabb osztályba sorolt esetén van, akkor az alacsonyabb osztályhoz tartozó szabvány előírásait alkalmazzák.<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> Ha például egy Class 2 besorolású komponensen lévő hegesztési varratának vizsgálati terjedelme csak a Class 3 komponensre előírt szabványban van kezelve, akkor az itt alkalmazott, egynél kisebb E csatlakozás hatékonysági tényezőt meghatározzák, és a vonatkozó képletekben figyelembe veszik. A Class 2 és Class 3 komponensekre vonatkozó előírások szigorúságának közel azonos szintje alapján ez az engedmény elfogadható.

<sup>3</sup> Ilyenek az ND-3329 szerinti merevített és kihorgonyozott felületekre vonatkozó szabályok, amelyeknek nincs NC megfelelője.

## **4. A SZILÁRDSÁGI MEGFELELŐSÉG IGAZOLÁS DOKUMENTUMAI**

A komponens szilárdsági megfelelőségével kapcsolatos valamennyi információt az alábbi dokumentumok tartalmazzák:

- a) Tervezési specifikáció, az 5. fejezet szerinti tartalommal
- b) Szilárdsági számítás, a 6. fejezet szerinti tartalommal, 6.7. fejezet szerint dokumentálva

A szilárdsági elemzés dokumentumaihoz kapcsolódó egyéb dokumentumok:

1. Konstruktív felülvizsgálat alapját képező rajzdokumentáció, a 7.1. fejezet szerinti tartalommal
2. Túlnyomásvédelmi jelentés, a 7.2. fejezet szerinti tartalommal
3. Terheléskatalógus, a 7.3. fejezet szerint tartalommal
4. Háttér dokumentációk, a 7.4. fejezet szerinti tartalommal

### **4.1. A dokumentumok kezelése**

A tervezési specifikációt és a szilárdsági számítást a berendezés tervezett élettartama alatt az engedélyes megőrzi a tervezési, illetve életrajzi dokumentációkra vonatkozó szabályok szerint.

Az engedélyes biztosítja, hogy a dokumentumokba a hatóság egyeztetett módon betekinthessen.



## 5. TERVEZÉSI SPECIFIKÁCIÓ

### 5.1. A tervezési specifikáció meghatározása

A tervezési specifikáció tartalmazza mindazokat az adatokat, és előírja mindazon követelményeket, amelyek alapján készülő szilárdsági számítás megalapozottan igazolja a komponens nyomástartó funkciójának elvárt biztonsággal való teljesülését a meghatározott üzemidőn belül.

A tervezési specifikáció meghatározza a szilárdsági számításnál figyelembe veendő üzemállapotokat, terheléseket, ciklusszámokat, egyéb a számításnál input adatként kezelendő mennyiségeket, körülményeket.

A tervezési specifikáció az MSZ 27003 szabványsorozatból kijelöli a komponens szilárdsági számításához alkalmazandó szabványt, és ennek bázisán az igazolandó szükséges és elégséges előírásokat. Az adott komponens sajátosságainak megfelelően a tervezési specifikáció meghatározza azokat a kiegészítő követelményeket, amelyek a választott kód követelményeit az adott komponens vonatkozásában teljessé teszik.

A tervezési specifikáció elkészítése vagy elkészíttetése az engedélyes felelősségi körébe tartozik.

### 5.2. A tervezési specifikáció minimális tartalma

A tervezési specifikáció tartalmával kapcsolatos minimális követelményeket az MSZ 27003-0 szabvány NCA-3252 bekezdése tartalmazza. További követelményeket tartalmaz az MSZ 27003-1-9 szabvány B melléklete.

A tervezési specifikáció minimális tartalmát a 3.3. útmutató 6.2. pontja részletezi.

Az MSZ27003-0 szabvány NCA-3256(b) albekezdését figyelembe véve, az NA100 névleges átmérőjű, vagy annál kisebb szivattyúkra, szerelvényekre, katalógus szerinti csőtartókra, valamint az alább felsorolt nukleáris biztonsági hatósági engedélyezési eljárás alá nem tartozó csővezetésekre és edényekre végzett szilárdsági számításnál a minősített vállalkozó használhatja az engedélyes által ellenőrzött és elfogadott saját tervezési specifikációit.

Az NBSZ 1.9.1.0200. illetve 1.9.1.0300. pontja szerint *Nem tartozik nukleáris biztonsági hatósági engedélyezési eljárás alá a nukleáris biztonsági hatósági felügyelet alá tartozó nyomástartó berendezés és csővezeték, ha az:*

a) 2. vagy annál alacsonyabb biztonsági osztályú NA<50 méretű csővezeték

- b) 3. vagy annál alacsonyabb biztonsági osztályú NNY<20 bar nyomású csővezeték
- c) 2. vagy 3. biztonsági osztályba sorolt, 100 dm<sup>3</sup>-nél kisebb térfogatú edény

### 5.3. Tervezési alap

#### 5.3.1. A szilárdsági számítás alapját képező kód meghatározása

Az „A”, „B”, „C” minőségi osztályba sorolt nyomástartó berendezések számításának alapja az MSZ 27003 szabványsorozat 3.2.1. pontban beazonosított szabványa.

#### 5.3.2. Határok

##### 5.3.2.1. A vizsgált komponens és más csatlakozó komponensek közötti határok

A tervezési specifikáció meghatározza a komponens és a csatlakozó más komponensek közötti határokat. A határok közé eső komponens elemek képezik a vizsgálat tárgyát.

A határ akkor meghatározott, ha a határ geometriailag pontosan ki van jelölve, a csatlakozást biztosító elem (hegesztés, csavar, tömítés) vagy a vizsgált komponens vagy a határoló elem részeként be van azonosítva, valamint valamennyi a határoló komponens által a vizsgált komponensnek átadott terhelés, kényszer meg vannak adva.

##### 5.3.2.2. A vizsgált komponens részei közötti határok

A tervezési specifikáció meghatározza a komponensen belül a nyomáshatároló elem és a csatlakozó elemek közötti határokat. Csatlakozó elemeknek minősülnek a komponens nyomáshatároló részének külső vagy belső felületéhez csatlakozó, vagy azzal érintkezésben lévő komponensrészek. A vizsgált komponensen belül ezek a határok jelölik ki azon komponensrészeket, amelyeket a választott kód meghatározott fejezete, vagy más kapcsolódó kód alapján elemeznek, illetve amelyeket nem a kód szerint elemeznek. Ilyen határ például a nyomáshatároló rész és a tartó közötti határ, vagy a nyomáshatároló és elemzést nem igénylő belső elemek közötti határ.

#### 5.3.3. Üzemállapotok és próbák

Üzemállapot, próba alatt a komponens olyan üzemeltetési állapotát és/vagy külső esemény által kiváltott a komponensre gyakorolt hatást értenek, amelynek következtében a nyomáshatároló elemek terhelése (nyomás, nyomaték, erő, hőmérsékleteloszlás, elmozdulás) megváltozik. Üzemállapot

például az indítás, leállítás, terhelésváltozás, üzemi nyomáspróba, szét- és összeszerelés, üzemzavar, földrengés, stb., illetve, ha a tervezési specifikáció fáradás elemzés elvégzését előírja, ezek ismétlődése.

Az üzemállapottól, próbától megkülönböztetik a terheléseket, amelyek az üzemállapot által keltett, számszerűen kifejezhető fizikai hatások (nyomás, erő, nyomaték, hőmérsékleteloszlás, illetve ezek időben való változása). A szerkezeti anyagban ébredő feszültségeket a terhelések alapján számítják.

Próbák alatt az üzembe helyezést megelőző próbákat értik, az üzembe helyezést követő próbák a szilárdsági számítás szempontjából üzemi terhelésnek minősülnek.

A szilárdsági számításnál figyelembe veendő üzemállapotok meghatározásánál elemzik a blokk tervezési alapját képező TA1-4 üzemállapotokat, és az üzemeltetés során fellépő, TA1-4 üzemállapotba nem sorolt, terhelést keltő üzemi eseményeket (pl. karbantartás).

#### 5.3.4. *A tervezési, üzemi terhelések és határértékek*

A feszültség számításnál a komponens adott helyén egyidejűleg ható terhelések egy vagy több kombinációját veszik figyelembe. Egy beazonosított üzemállapotban a terhelések több eltérő kombinációja hathat, amelyek közül számítás nélkül nem mindig állapítható meg, hogy melyik esetén lép fel a szerkezeti anyag legnagyobb igénybevétele.

A specifikált terheléskombinációra való megfelelés értékeléséhez kiszámítják a terheléskombináció által keltett, tervezési specifikáció által meghatározott feszültségkategóriák értékeit. A számított feszültségeket a specifikált feszültséghatárokkal való összehasonlítással értékelik.

A továbbiakban az útmutatóban „terhelés”, illetve „terhelési állapot” alatt a specifikált terheléskombinációkat értjük.

##### 5.3.4.1. Tervezési terhelés

A szilárdsági számításoknál ellenőrzendő alapvető terhelés kategóriát képeznek a tervezési terhelések, amelyeket a tervezési specifikáció minden esetben meghatároz. A tervezési terhelést NCA-2142 bekezdése által meghatározott kritériumok alapján, a specifikált üzemi terhelések figyelembevételével azonosítják. A tervezési terhelések által keltett feszültségeket a választott kód által meghatározott tervezési határértékek alapján értékelik.

#### 5.3.4.2. Üzemi terhelések

A tervezési specifikáció általában beazonosít üzemi terheléseket, amelyek által keltett igénybevétel megengedhetőségére a tervezési határértékeknek való megfelelés alapján nem lehet következtetni. Ilyenek a ciklikus, és a nem normál üzemállapotok által keltett terhelések. Az egyes üzemi terhelések által keltett feszültségeket a terhelésekhez rendelt „A”, „B”, „C” vagy „D” szintű határértékek alapján értékelik.

A terhelés szintjének megadásával határozzák meg, hogy a terhelés fellépése esetén a komponens milyen mértékű károsodása fogadható el. A terhelési szint és az elfogadható károsodás összefüggését az 1. táblázat foglalja össze.

### Üzemelő nyomástartó berendezések szilárdsági elemzése

1. táblázat: Üzemállapotok határérték szinthez rendelése

Határérték szint	Határértékhez rendelés kritériuma	Elfogadható károsodás	Példa az üzemállapotra
A	Az üzemi funkció közvetlen teljesítése (energiatermelés) érdekében fellépő normál üzemállapotok.	Javítást szükségessé tevő károsodás az élettartam alatt nem fogadható el.	Indítás, leállítás, normálüzem, normálüzemi terhelésváltozások.
B	Várható, tervezett események, állapotok, amelyek az üzemi funkció közvetlen teljesítéséhez nem szükségesek, de a normál üzemvitel velejárói, bekövetkezésük esetén a komponens nem áll le.	Javítást szükségessé tevő károsodás az élettartam alatt nem fogadható el.	Nyomáspróba, üzemi földrengés
C	Események, amelyek után a komponenst ellenőrzésre, javításra esetleg ki kell vonni az üzemelésből. <sup>1), 2)</sup>	A szerkezeti diszkontinuitások nagymértékű deformációja a nyomáshatár integritás megmaradása mellett.	Nem várt nyomásnövekedési tranziens (pl. ATWS esetén)
D	Események, amelyek után a komponenst javítani kell, esetleg véglegesen ki kell vonni az üzemelésből. <sup>1), 3)</sup>	A szerkezet nagymértékű általános deformációja a nyomáshatár integritás megmaradása mellett.	Biztonsági földrengés

Megjegyzések:

- 1) A „C” illetve „D” szintű határérték csak olyan üzemállapot által keltett terheléshez rendelhető hozzá, amelynek fellépésekor, vagy azt követően a komponens üzemképtelensége nem sérti a biztonsági követelményeket.
- 2) A „C” szintű határértékek csak olyan üzemállapotok által keltett terhelésekhez rendelhető hozzá, amelyek bekövetkezési gyakorisága elég kicsi ahhoz, hogy a halmozódó károsodáshoz ne járuljon hozzá számottevően. A megengedhető gyakoriságot az MSZ 27003-1-1 szabvány meghatározza.
- 3) A „D” szintű határértékhez rendelt üzemállapot következtében a komponens általában tönkremegy, ezért a ciklusszám értelemszerűen egy. Ha a komponenst megjavítják, és ismét üzembe helyezik, ennek megalapozásához külön specifikáció készül.

A terhelési szint megállapításánál nem a gyakoriság, hanem a vizsgált komponens elfogadható károsodása a kritérium, így kisgyakoriságú eseménynél szükséges lehet az esemény következményeit kezelő komponensek üzemképességének megtartása, ami „A” vagy „B” határértékek hozzárendelésével biztosítható.

#### 5.3.4.3. Ciklusszámok

A tervezési specifikáció tartalmazza az összes beazonosított „A” és „B” szintű üzemállapot élettartam alatt várható, tervezett ciklusszámát. A ciklusszámot az adott üzemállapot bekövetkezési számának bizonytalanságát figyelembe véve megfelelő konzervativizmussal határozzák meg, hogy az élettartam alatt a ténylegesen bekövetkező ciklusok száma ne haladja meg a tervezettet.

Egyes üzemállapotok bekövetkezésekor egynél nagyobb ciklusszám veendő figyelembe. Az alábbi üzemállapotokra figyelembeveendő szempontok:

Főosztósíkok szerelése:

A főosztósíkok szerelésénél a csavarokat több fokozatban húzzák meg. A későbbi fokozatban elvégzett meghúzások hatására a korábban meghúzott csavaroknál a feszültség lecsökken. E folyamat következtében a szerelés alatt több feszültségciklus azonosítható be. Ezeket a feszültségciklusokat a reaktortartály főosztósíkjá értékelésénél figyelembe veszik. A többi berendezés főosztósíkjá esetében a nemzetközi gyakorlat alapján nem veszik figyelembe ezeket a ciklusokat.

### Földrengési ciklusok

A földrengés terhelés válaszspektrum alapján történő értékelése esetén földrengésenként öt feszültségciklust vesznek figyelembe.

#### 5.3.4.4. A földrengés által kiváltott terhelések

A biztonsági földrengést az NBSZ 10. kötetének 24. számú meghatározása, az üzemi földrengést a 172. számú meghatározása szerint értelmezik. Meglévő berendezésekre vonatkozó számítási dokumentumokban a biztonsági földrengés SL-2 vagy SSE, az üzemi földrengés SL1 vagy OBE jelöléssel szerepelhet.

Ha a tervezési specifikáció osztályba-sorolásai alapján a komponens biztonsági földrengésre kell méretezni, akkor a biztonsági földrengés által keltett komponensre ható terhelést a tervezési specifikáció tartalmazza.

A földrengés által kiváltott terheléseket a 3.3.6.0100. NBSZ pontja szerint meghatározott, a biztonsági földrengést jellemző szabadfelszíni válaszspektrum és az ennek megfelelő gyorsulás-időfüggvény alapján határozzák meg. A szabadfelszíni válaszspektrum és a komponensek felállítási helyét magában foglaló épület dinamikus válasza alapján meghatározzák a komponens felállítási helyére jellemző válaszspektrumot, gyorsulás-időfüggvényt, amit a tervezési specifikáció tartalmaz.

Ha a komponens tömege olyan nagyságrendű, hogy a komponens alátámasztó szerkezet vagy épület dinamikus válaszára számottevő módon visszahat, akkor földrengési terhelésként a komponens-alátámasztó szerkezet együttesre ható válaszspektrumot vagy gyorsulás-időfüggvényt határozza meg a tervezési specifikáció, és az együttes elemeinek közös modellezését írja elő.

A tervezési specifikáció tartalmazza a földrengés által kiváltott teherrel kombinált terheket a 3.3.6.1000. NBSZ pont figyelembevételével.

Ha a tervezési specifikáció osztályba-sorolásai alapján a 3.3.6.0600. NBSZ pontja szerint a komponens védelmét biztosítani kell egyéb rendszerelemek biztonsági földrengés hatására bekövetkező sérülésével, kölcsönhatásával szemben, akkor a tervezési specifikáció beazonosítja a potenciálisan sérülést okozó rendszerelemeket, és az ezek által keltett terheléseket vagy megadja, vagy előírja meghatározásukat.

Üzemelő berendezéseket üzemi földrengésre nem szükséges méretezni. Ha elvégzik a tervezési specifikáció alapján a komponens kifáradásra való ellenőrzését, akkor ehhez az üzemi földrengés által keltett ciklikus

igénybevételt figyelembe veszik. Ebben az esetben az üzemi földrengés által keltett komponensre ható terhelést a tervezési specifikáció tartalmazza.

#### 5.3.4.4.1. Földrengési terhelés egyszerűsített számításhoz

Ha a földrengési terhelésre való megfelelést egyszerűsített statikus módszerrel értékelik, akkor terhelésként a vonatkozó válaszspektrumon található legnagyobb gyorsulás érték 1,5-szeresét veszik figyelembe.

#### 5.3.4.5. Épületelmozdulások által kiváltott terhelés

Ha a komponens – jellemzően csővezeték – olyan épülethatáron halad át, amely a komponens folytatását magában foglaló szomszédos épülethez vagy a talajhoz képest az élettartam alatt süllyedés, vagy földrengés okozta talajfolyósodás, vagy egyéb hatásra elmozdulhat, a várható elmozdulás mértékét a tervezési specifikáció tartalmazza.

#### 5.3.4.6. Tömítőegység csavarok által átadott terhelések

A tömítőegységek tömörségének igazolása kívül esik az útmutató terjedelmén. Mindazonáltal a tömörség biztosításához alkalmazott csavarmeghúzási terheléseket meghatározzák, amelyeket a nyomáshatároló elemek igénybevételének számításánál vesznek figyelembe. A csavarmeghúzási terhelést a megkívánt fokú tömörség biztosítását igazoló számítás, vagy tapasztalat alapján adatszolgáltatásként biztosítják a szilárdsági számításhoz. Ilyen adatszolgáltatás hiányában a tervezési specifikáció előírja a csavarterhelés meghatározását. A meghatározás módszere igazodik az alkalmazott tömítési technológiához. A számításhoz a tervezési specifikáció megadja a tömítőgyűrű tömítési tényezőjét és szerelési tömítőanyag jellemzőjét és egyéb a számításhoz szükséges adatot. Ha ezek az adatok nem ismertek, Class 2 és Class 3 komponensek esetén a tervezési specifikáció előírhatja irodalmi adatok felhasználását.

#### 5.3.4.7. A tervezési nyomás meghatározásának szempontjai

Az üzemelő nyomástartó berendezések és környezetük sajátosságai alapján a tervezési nyomás meghatározásánál az NCA-2142.1(a) szerinti kritériumon kívül az alábbi szempontokat veszik figyelembe.

A tervezési nyomást az NCA-2142.1(a) szerinti feszültség - megengedett feszültség arány kritérium alapján határozzák meg. A kritériumnak általában eleget tevő egyszerűsített megfogalmazás szerint a tervezési nyomás nem lehet kisebb, mint a legnagyobb nyomást keltő „A” szintű üzemállapotnál fellépő nyomás. Az NCA-2142.1(a) szerinti kritériumot kielégítő nyomásnál



nagyobb tervezési nyomás érték tetszés szerint választható, ha a számítás igazolja a nagyobb nyomáshoz rendelt tervezési határértékekre való megfelelést. Az esetek jelentős részénél a kritérium alapján meghatározott nyomás kisebb, mint az egyes komponensek gépkönyvében vagy a VBJ-ben megadott tervezési nyomás, amelyet sok esetben a komponens gyártója határozott meg.

A tervezési nyomás és a túlnyomásvédelem beállított értékei között az ND-7000 szerint meghatározott összefüggés áll fenn. A tervezési nyomás csökkentése következtében a meglévő túlnyomásvédelem beállítási értéke nem megfelelővé válhat, és a megfelelés csak a biztonsági szelep beállítási értékének csökkentésével állítható helyre.

A tervezési nyomás és a komponens próbanyomás értékei között meghatározott összefüggés áll fenn. A tervezési nyomás növelése következtében a meglévő próbanyomás érték nem megfelelővé válhat, és a megfelelés csak a próbanyomás értékének növelésével állítható helyre.

Egyes komponensfajták (Class 2 és Class 3 szivattyúk, szelepek) esetén az egyes üzemi feszültséghatárok mellett a szabvány előírja a megengedhető maximális nyomást. A megengedett maximális nyomás a tervezési nyomás és a szabvány által megadott konstans szorzata. Ha a tervezési nyomásra a kritérium szerintinél nagyobb értéket specifikálnak, akkor nagyobbra adódik a megengedhető maximális nyomás „B”, „C” és „D” üzemállapotokban, vagyis nagyobb „B”, „C” és „D” szintű nyomás specifikálható.

Szivattyúk jellemző nyomásaként, illetve tervezési nyomásaként a gépkönyvben, VBJ-ben gyakran a szivattyú szállítómagassága szerepel. Tervezési nyomásként a megadott szállítómagasság nem fogadható el, az alábbiak figyelembe vétele nélkül.

A szivattyú szívócsonkjára sok esetben jelentős hidrosztatikai nyomás hat, mivel a szivattyú sok esetben magasabb szinten beépített tartályból szív<sup>4</sup>. A tervezési nyomás meghatározásánál a szívó csonkon ható nyomást hozzáadják a szállító magassághoz. A gyártók a szállító magasságot általában a jelleggörbe optimális munkapontjára adják meg, ami nem minden esetben alkalmazható a tervezési nyomás meghatározásához. Ha a szivattyú nyomóoldalán szabályozó szelep van beépítve, amelynél a nulla vagy közel nulla térfogatáram biztosítása a normál térfogatáram tartományhoz tartozik, akkor a szivattyú jelleggörbe szerinti legnagyobb nyomásértékét veszik figyelembe szállítómagasságként. Ha a szivattyú

---

<sup>4</sup> Például a Paksi Atomerőmű lokalizációs tornyában a felső tálca kb. 40 m-el van magasabban az elszívó szivattyúnál.

nyomóoldalának normálüzemi állapotában minden szelep nyitva van, akkor nem a jelleggörbe szerinti legnagyobb nyomásértéket veszik figyelembe, mivel ez csak egy elzáró szelep téves zárása illetve zárva maradása esetén léphet fel, ami nem tekintett normálüzemi állapotnak. Ha a tervezési specifikáció a szelep téves zárása üzemállapotot beazonosította, akkor a jelleggörbe szerinti maximális nyomás „B”, esetleg „C” szintű terhelésként azonosítható be.

Ha a szivattyú atmoszferikus vagy kisnyomású tartályba, vagy nyíltvízű csatornába szállít, akkor a szivattyú az optimális munkapontjánál kisebb emelőmagasságot állíthat elő, ami megfelelő megalapozással figyelembe vehető.

#### 5.3.4.8. Az üzemállapotok határértékekhez rendelésének szempontjai

Az NCA-2142(a) albekezdés szerint Class 2 és Class 3 csővezeték kivételével nem szükséges üzemi határértékeket beazonosítani, ha a tervezési terhek által keltett feszültségek és az ezekre megengedett feszültségek hányadosa nagyobb a beazonosított üzemállapotok által keltett feszültségek és az ezekre megengedett feszültségek viszonyánál. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy ha a tervezési terhelésekre való megfelelés biztosítja a beazonosított üzemállapotokra való megfelelést is, akkor az utóbbiakat nem kell a tervezési specifikációban szerepeltetni.

Class 2 és Class 3 komponensek esetén általában a normálüzemi terheléseket a tervezési terhelések kezelik, ezért a tervezési specifikáció nem azonosít be „A” szintű terheléseket. Ha a tervezési specifikáció beazonosít nem normálüzemi terheléseket, akkor ezekhez „B”, „C”, vagy „D” szintű határértékeket rendel hozzá.

Class 1 komponensek esetén a tervezési specifikáció minden esetben beazonosít „A” szintű terheléseket, mivel a tervezési terhekre való megfelelés igazolása nem tartalmazza a másodlagos feszültségre vonatkozó határértékek vizsgálatát, és a fáradásszámítást. Ez utóbbiak ellenőrzését Class 2 és Class 3 tartályok, szivattyúk, szelepek esetén a szabvány nem írja elő az „A” szintű üzemi terhelések esetén.

Class 2 és Class 3 csővezetékek esetén a tervezési specifikáció minden esetben beazonosít „A” szintű üzemi terheléseket. Ennek oka, hogy a hőtágulásból eredő, „A” szintű terheléseknél ellenőrzendő feszültséget a tervezési terhelésekre való megfelelés igazolásánál nem veszik figyelembe.

A „D” határérték szint alkalmazására F-1200 tartalmaz útmutatást. Eszerint nem kell a „D” szintű határértékeket alkalmazni azokra a komponensekre,

amelyek meghibásodása feltételezett.<sup>5</sup> A LOCA kezelésére szolgáló rendszerek komponenseit a LOCA kezelési funkciójuk teljesítéséhez szükséges határértékekre kell igazolni.

#### 5.3.5. A túlnyomásvédelem igazolására vonatkozó követelmények

A tervezési specifikáció előírja a komponens túlnyomás elleni védettségének igazolását. Az igazolás módjai:

- a) A követelményeknek megfelelően beállított és beépített biztonsági szelep alkalmazása,
- b) A komponens olyan módon való megtervezése, hogy a lehetséges nyomásemelkedések hatására a feszültség nem haladja meg a tervezési specifikációban meghatározott üzemi határértékeket.

Primerköri berendezések esetén a nyomásemelkedés által kiváltott reaktorvédelmi működést figyelembe lehet venni a túlnyomásvédelem értékelésénél.

A túlnyomásvédelem igazolása keretében értékelik, hogy a beépített biztonsági szelepek beállított megszólalási nyomásértékei megfelelnek-e az NB(C,D)-7400 előírásainak.

Meglévő lefúvató készülékek esetén a lefúvató kapacitás megfelelőségének felülvizsgálatát a tervezési specifikáció nem írja elő.

#### 5.3.6. Környezeti állapotok

A tervezési specifikáció meghatározza a komponens beépítési helyén várható nyomás, hőmérséklet, nedvesség, sugárzás adatokat. A környezeti adatokat csak azokra az üzemi körülményekre adják meg, amelyek esetén a komponens üzemelésére szükség van. Ha a komponens működése adott üzemzavari állapotban nem szükséges, akkor arra az üzemzavari állapotra a környezeti adatokat megadni nem szükséges.

### 5.4. Szerkezeti anyagokra vonatkozó követelmények

Az egyes feszültségkategóriákra számított értékek elfogadhatóságának értékelése a határértékek alapján történik. A határértékek számszerűsítéséhez meghatározzák a komponens szerkezeti anyagainak

---

<sup>5</sup> Nagy LOCA esetén a LOCA által érintett rendszerrészre (az eltört cső, az eltört csőhöz tartozó főelzáró szerelvény, főkeringtető szivattyú) nem kell a „D” határértékek teljesülését igazolni, mivel ezek a komponensek a meghibásodás következtében elvesztik funkciójukat, nyomáshatárük integritásának megőrzésének nincs jelentősége.

**Üzemelő nyomástartó berendezések szilárdsági elemzése**

---

teherviselő képességére a mértékadó tönkremeneteli elmélet szerint jellemző tervezési feszültségintenzitást vagy megengedett feszültséget.

A komponensbe beépített nem ASME Section II szabvány [8] szerinti szerkezeti anyagokra a határérték képzéséhez felhasznált származtatott anyagjellemzőt a 2. táblázat alapján határozzák meg.

**Üzemelő nyomástartó berendezések szilárdsági elemzése**

2. táblázat: A határérték meghatározás alapját képező származtatott anyagjellemző és képzésére vonatkozó előírás

Szerkezeti anyag kategória	A határérték alapját képező származtatott anyagjellemző és képzésére vonatkozó előírás
Nem csavaranyagok a Class 1, az NC-3200 alapján elemzett Class 2 kódosztályú, és a reaktorbelső komponensekhez	Tervezési feszültségintenzitás: Table 2-100(a) of Appendix 2 vagy PNAE G-7-002-88 3.4 pontja
Csavaranyagok a Class 1, az NC-3200 alapján elemzett Class 2 kódosztályú, és reaktorbelső komponensekhez	Tervezési feszültségintenzitás: Table 2-100(c) of Appendix 2 vagy PNAE G-7-002-88 3.5 pontja <sup>1)</sup>
Nem csavaranyagok a Class 2 <sup>2)</sup> és Class 3 komponensekhez	Megengedett feszültség <sup>3)</sup> : Table 1-100 of Appendix 1 vagy PNAE G-7-002-88 3.4 pontja
Csavaranyagok a Class 2 <sup>2)</sup> és Class 3 komponensekhez	Megengedett feszültség: Table 2-100(b) of Appendix 2 vagy PNAE G-7-002-88 3.5 pontja
Komponensek, amelyekre az MSZ 27003 szabványsorozat fentiéktől eltérő értékeket határoz meg: Felületi nyomófeszültség (NB-3227.1(a)) Csővezetékcsonk nyakrész NC(ND-3324.12(b)) Kisnyomású tartály (ND-3922) Tartók lineáris rugalmas analízise (NF-3322.1)	Folyáshatár: Anyagjellemző elfogadott forrás szerint.

### Üzemelő nyomástartó berendezések szilárdsági elemzése

Szerkezeti anyag kategória	A határérték alapját képező származtatott anyagjellemző és képzésére vonatkozó előírás
Öntöttvas komponensek, ha mind a szakítószilárdság, mind a folyáshatár meg van adva (tempervas, gömbgrafitos öntöttvas) <sup>4)</sup>	Megengedett feszültség: Table 1-100 of Appendix 1 vagy PNAE G-7-002-88 3.4 pontja
Öntöttvas komponensek, ha csak a szakítószilárdság van megadva (lemezgrafitos öntöttvas) <sup>4)</sup>	Megengedett feszültség = szakítószilárdság tizede <sup>5)</sup>

Megjegyzések:

- 1) Az NB-3231(a) szerinti tervezési állapotra történő ellenőrzéshez nem választható.
- 2) Kivéve az NC-3200 alapján elemzett Class 2 elemeket.
- 3) Hengeres héjakra megengedett nyomófeszültség értéket NC(D)-3112.4(b) szerint határozzák meg.
- 4) Egyes üzemelő ABOS 2 és ABOS 3 elzáró szerelvények és szivattyúk házának anyaga öntöttvas.
- 5) A megengedett feszültség a [9] UCI-23 szakasza szerinti táblázatban megadott értékek alapján lett meghatározva. Nyomásra a megengedett feszültség a húzásra megengedett érték kétszerese.

Ha egy komponens esetén a PNAE-G-7-002-88 szerint határozzák meg a tervezési feszültségintenzitást illetve megengedett feszültséget, akkor a komponensbe beépített minden elemre eszerint kell ezeket az értékeket meghatározni, kivéve a Class 1 csavar esetét, amelynél a tervezési állapotra Appendix 2 Table 2-100(c) szerint kell eljárni.

#### 5.4.1. A tervezési feszültségintenzitás és megengedett feszültség meghatározásához szükséges anyagjellemzők forrása

A tervezési feszültségintenzitás és megengedett feszültség meghatározásához szükséges mechanikai anyagjellemzők forrásaként az alábbi dokumentumok fogadhatók el:

- a) A szerkezeti anyagra vonatkozó ASTM, AWS, CEN, GOSZT, MSZ, DIN, egyéb szabványok,
- b) A szerkezeti anyagra vonatkozó egyedi szabványok, pl. atomerőművi

szabványok,

- c) A komponens eredeti szilárdsági számítása,
- d) A PNAE G-7-002-88 1. sz. melléklete.

Előfordulhat, hogy a rendelkezésre álló forrásanyag nem tartalmazza valamennyi szükséges anyagjellemzőt. Például a szakítószilárdság hőmérséklettől függő értékeit az anyagszabványok sok esetben nem adják meg. Ilyen esetben megengedett a vizsgált acéllal közel azonos vegyi összetételű és hőkezelésű másik acélmárkára vonatkozó értékek figyelembe vétele.

#### 5.4.2. *A kifáradási görbék meghatározása*

Ha a vizsgált komponens szerkezeti anyaga az ASME BPVC Section II. Part D [8] által elfogadott anyagok listájában nem szerepel, akkor az anyagra a komponens létesítésénél figyelembe vett szabályzat által elfogadott fáradásgörbe vehető figyelembe a fáradásgörbére megadott alkalmazhatósági határokon belül. E fáradásgörbe alapján a szilárdsági számítás során meghatározzák a vizsgált pontra vonatkozó halmozódó károsodási tényezőt (CUF). Ha a vizsgált pont nem érintkezik a hőhordozó közeggel, akkor ezt a CUF értéket fogadják el eredményként.

Ha a szerkezeti anyag vizsgált pontja érintkezik a hőhordozó közeggel, akkor el kell járni az NRC RG 1.207 [10] C. fejezetében megfogalmazott állásfoglalás szerint. Eszerint a NUREG/CR-6909 [11] „A” mellékletében található, levegő közegre vonatkozó fáradásgörbe és a NUREG/CR-6909 által adott acélfajtára meghatározott  $F_{en}$  környezeti tényező alapján meghatározzák a halmozódó károsodási tényezőt a NUREG/CR-6909 A.20 képlete figyelembevételével. A vizsgált pontra az eredeti fáradásgörbe alapján számított CUF és a NUREG/CR-6909 által meghatározott módszerrel számolt CUF értékek közül a nagyobbat fogadják el eredményként.

#### 5.4.3. *Ütőmunka igazolására vonatkozó követelmények*

##### 5.4.3.1. *Esetek, amelyekben ütőmunka igazolása nem szükséges*

Az ütőmunka igazolása nem szükséges a 3. táblázatban felsorolt esetekben.

**Üzemelő nyomástartó berendezések szilárdsági elemzése**

3. táblázat: Az ütőmunka szükségtelenségének feltételeire vonatkozó előírások

Komponens	Feltétel
Class 1 osztályú komponensek nyomáshatároló anyagai	Ha NB-2311(a)(1)-(7) feltételek legalább egyike teljesül, vagy Ha 1) vagy 2) megjegyzés szerinti további feltételek egyike teljesül.
Class 2 osztályú komponensek nyomáshatároló anyagai	NC-2311(a)(1)-(9) feltételek legalább egyike teljesül Ha 1) vagy 2) megjegyzés szerinti további feltételek egyike teljesül
Class 3 osztályú komponensek nyomáshatároló anyagai	ND-2311(a)(1)-(9) feltételek legalább egyike teljesül
Tartók	NF-2311(b)-(13) feltételek legalább egyike teljesül
Reaktor belső anyagai	NG-2311(a)(1)-(6) feltételek legalább egyike teljesül

Megjegyzések:

1) a szerkezeti elemek anyagainak (beleértve a hegesztett kötések) folyáshatára 20 °C-on kisebb, mint 300 MPa, és a szerkezeti elem falvastagsága nem több 25 mm-nél.

2) a vizsgált szerkezeti elem falvastagsága megfelel a PNAE [6] 5.8.1.9 pontja 4) sz. bekezdése szerinti feltételnek.

#### 5.4.3.2. Az igazolt ütőmunka értékekre vonatkozó követelmények

Az igazolt ütőmunka a legalacsonyabb üzemi hőmérsékletre, vagy annál alacsonyabb hőmérsékletre vonatkozik.

A tervezési specifikáció meghatározza a legalacsonyabb üzemi hőmérséklet értékét.

A 2. fejezet szerinti meghatározás szerint azt az üzemállapotot veszik figyelembe a minimális üzemi hőmérséklet meghatározásánál, amelynél az üzemi nyomás az üzembe helyezés előtt elvégzett nyomáspróba nyomása



### Üzemelő nyomástartó berendezések szilárdsági elemzése

20 %-ánál nagyobb. E kritérium alapján a nyomásmentes illetve kisnyomású állapotok hőmérsékletének figyelembevétele sok esetben nem szükséges.

#### 5.4.3.2.1. ABOS 1 komponensekre vonatkozó követelmények

ABOS 1 komponens nem csavar eleménél olyan bizonylatolt ütőmunkavizsgálat szükséges, amely igazolja a PNAE [7] 2. Melléklet 5. fejezetében foglaltak szerint értelmezett  $T_{ko}$  átmeneti hőmérséklet értékét.

Csavarelemre a 4 táblázat szerinti ütőmunka szükséges.

4. táblázat. Csavarokra vonatkozó ütővizsgálati követelmények

Névleges csavar átmérő (mm)	Legkisebb megengedett $C_v$ ütőmunka (J)	Az U bemetszésű próbatesten mért legkisebb megengedett KCU fajlagos ütőmunka <sup>1)</sup> (J/cm <sup>2</sup> )
25 és 102 között	54	80
102 felett	61	100

Megjegyzések:

1) A kritérium akkor alkalmazható, ha a csavar anyagára a komponens engedélyezésének időpontjában hatályos GOSZT szabvány szerinti U bemetszésű próbatestre vonatkozó fajlagos KCU ütőmunka érték van megadva.

#### 5.4.3.2.2. ABOS 2 és ABOS 3 komponensekre vonatkozó követelmények

ABOS 2 és ABOS 3 komponenseknél az OAH által engedélyezett szerkezeti anyagok esetében az anyagszabványban a legalacsonyabb üzemi hőmérsékletre előírt ütőmunka meglétét kell igazolni.

#### 5.4.4. Vizsgálatok és próbák

A tervezési specifikáció meghivatkozta a vizsgált berendezésre előírt vizsgálatokat és próbákat tartalmazó IEP-eket.

#### 5.4.5. Eróziós-korróziós hatások

Üzemelés során a rendszerlemek falvastagsága – a fallal érintkező közeg kémiai és áramlási tulajdonságainak függvényében csökkenhet. Ezért a falvastagságot – szükség esetén komponensenként vagy szerkezeti elemenként differenciáltan – pótlékolják a megfelelési kritériumokban

számításba vett falvastagságokhoz képest. A falvastagság pótlékolására irányadók:

- a) A PNAE G-7-002-88 szilárdsági normák 4. fejezete
- b) Helyspecifikus, tényleges üzemi falvastagság-csökkenési adatok felső határértékének figyelembevétele.

## **5.5. A komponens aktív elemeire vonatkozó követelmények**

A komponens aktív elemeire vonatkozó követelmények meghatározása a tervezési specifikáció terjedelmén kívül esik.

A tervezési specifikáció figyelembe veszi a működési követelmények teljesüléséhez szükséges nyomáshatároló elemeket érintő korlátozásokat. Ilyen korlát a nyomáshatároló elem megengedett maximális alakváltozása.

## **5.6. A különböző berendezéstípusokra vonatkozó speciális követelmények**

Valamennyi berendezéstípusra érvényesek az MSZ 27003 szabványsorozat vonatkozó szabványa szerinti NB(C,D)-3100, NF-3100 és NG-3100 fejezet szerinti általános követelmények.

A különböző berendezés típusokra az alábbi alpontok szerinti további specifikus követelmények érvényesek.

### *5.6.1. Tartályok*

A Class 1 besorolású tartályokra az MSZ 27003-1-1 szabvány NB-3300 fejezete szerinti követelmények érvényesek.

A Class 2 besorolású, NC-3200 szerinti alternatív tervezésű, NC-3800 szerinti atmoszferikus, és NC-3900 szerinti kisnyomású tartálynak nem minősülő tartályokra az MSZ 27003-1-2 szabvány NC-3300 fejezete szerinti követelmények érvényesek. A 3.4.1. pont szerinti feltételek egyikének fennállása esetén a tartálynál eltérő konstrukciós osztályra vonatkozó szabályok alkalmazása válhat szükségessé.

Az NC-3200 szerinti alternatív tervezési előírások alkalmazása csak akkor választható, ha az NC-3211.1(d) szerinti speciális követelmények teljesülése igazolt.

A Class 3 besorolású, ND-3800 szerinti atmoszferikus, és ND-3900 szerinti kisnyomású tartálynak nem minősülő tartályokra az MSZ 27003-1-3 szabvány ND-3300 fejezete szerinti követelmények érvényesek.

#### 5.6.1.1. Hőcserélők, szűrők

Tartálynak minősülnek az üzemelő hőcserélők és szűrők. Az olyan csővezetékbe beépített szűrőt, amely jellemző mérete és kialakítása alapján csővezetéki elemnek minősül, a csővezetékekre vonatkozó előírások szerint értékelik.

Az MSZ 27003 szabványsorozat hőcserélőkre nem tartalmaz külön előírásokat. A specifikusan hőcserélő elemek (csőköteggel, hőcserélő csövek rögzítése) értékelése ASME BPVC Section VIII [9] vonatkozó előírásai, vagy a gyártómű által készített szilárdsági számításban alkalmazott szabvány előírásai alkalmazhatók.

#### 5.6.1.2. Class 2 és Class 3 besorolású tartályok csonkjainak értékelése

Ha a csonkhoz csatlakozó cső a csonknak terheléseket ad át, NC(D)-3324.14(b) szerint membrán plusz hajlító feszültséget számítanak a csonkban, és membrán feszültséget a helyi csonk-köpeny csatlakozási tartományban. E feszültségek, de különösen a helyi membrán feszültség meghatározása vagy végeselemes modellezéssel, vagy a [12] szerinti kézi számítással lehetséges.

Az üzemelő erőműben nagyszámú Class 2 és Class 3 tartály van beépítve, amelyeken számos csonk található. Az azonos kialakítású és funkciójú, egymás redundanciáját képező tartályok azonos csonkjaihoz eltérő nyomvonalú csövek csatlakoznak, amelyek tovább növelik a számítási területet. A csonkok többségéhez hideg közeget szállító, kisnyomású, jól tartózkodó, rugalmasan kialakított cső csatlakozik, amelyek nem adnak át számottevő terhelést a csonknak. Az alábbiak szerinti mérnöki megítéléssel ezek jelentős részénél megállapítható a megfelelés.

Az NC(D)-3324.14(a) szerint a csonk számára a köpenybe vágott nyílás megfelelő megerősítettségének ellenőrzésével igazolni kell a nyílás nyomásterhelésre való megfelelését. A csatlakozó cső által átadott terhelések értékelésénél az ND-3330, nyílásokat és a nyílások megerősítését tárgyaló szakaszhoz tartozó 9. sz. megjegyzés vehető figyelembe. Eszerint a csatlakozó cső hőtágulásából, súlyterheléséből eredő igénybevételt szokatlan kialakítás vagy ciklikus terhelési állapot esetén kell figyelembe venni. A csatlakozó cső kialakításának, tartózkodásának értékelésével megállapítják a feszültségszámítás szükségességét vagy elhagyhatóságát, figyelembe véve a külső terhelések által megengedett feszültségre vonatkozó ND-3324.14(b) szerinti kitélt.

### 5.6.2. Szivattyúk

A Class 1 besorolású szivattyúkra az MSZ 27003-1-1 szabvány NB-3400 fejezete szerinti követelmények érvényesek.

A Class 2 besorolású szivattyúkra az MSZ 27003-1-2 szabvány NC-3400 fejezete szerinti követelmények érvényesek.

A Class 3 besorolású szivattyúkra az MSZ 27003-1-3 szabvány ND-3400 fejezete szerinti követelmények érvényesek.

NC(B)-3414 előírja a csatlakozó csővezetékek által átadott terheléseknek a szivattyúház tervezésénél való figyelembevételét. Azt vizsgálják, hogy a csonkterhelések nem okozzák-e a szivattyúház olyan mértékű vetemedését, ami a mozgó elemek funkcióképességét veszélyezteti. A vizsgálat elvégzéséhez az MSZ EN ISO 5199 [13] szabvány B melléklete szerinti módszer elfogadott.

### 5.6.3. Szelepek

A Class 1 besorolású szelepekre az MSZ 27003-1-1 szabvány NB-3500 fejezete szerinti követelmények érvényesek.

A Class 2 besorolású szelepekre az MSZ 27003-1-2 szabvány NC-3500 fejezete szerinti követelmények érvényesek.

A Class 3 besorolású szelepekre az MSZ 27003-1-3 szabvány ND-3500 fejezete szerinti követelmények érvényesek.

Az üzemelő berendezésekben beépített nagyszámú szelep mindegyikének kód előírások szerinti ellenőrzése nem szükséges.

Class 1 besorolású szelepek esetén szelep típusonként kiválasztanak legalább egy referencia szerelvényt. A kiválasztás kritériuma, hogy a kiválasztott referencia szerelvény hőmérsékleti és nyomás ciklikus igénybevétele nagyobb a többi azonos típusú szelepénél. A referencia szerelvény kiválasztásánál további szempont, hogy melyik szerelvény beépítési környezete esetén lépnek fel a legnagyobb csonkterhelések. A vonatkozó kód szerinti számítást a referencia szerelvényre végzik el. A referencia szerelvény terhelései gyakorlatilag burkolják az összes többi azonos konstrukciójúét, ezért a referencia szerelvény megfelelősége esetén elfogadják a többi azonos konstrukciójú szerelvény megfelelőségét.

Class 2 és Class 3 besorolású szelepek esetén a szelep csővezetéki elemként értékelhető. A nyomásterhelésre való megfelelést a szelep névleges nyomása alapján értékelik. A csonkok megfelelését az NC(D)-3594(a) albekezdés szerinti feltételek teljesülése alapján értékelik.

Class 2 és Class 3 besorolású szelepek esetén alkalmazható a Class 1 szelepekre megengedett referencia szerelvény vizsgálat.

#### 5.6.4. Csővezetékek

A Class 1 besorolású csővezetékekre az MSZ 27003-1-1 szabvány NB-3600 fejezete szerinti követelmények érvényesek.

A Class 2 besorolású csővezetékekre az MSZ 27003-1-2 szabvány NC-3600 fejezete szerinti követelmények érvényesek.

A Class 3 besorolású csővezetékekre az MSZ 27003-1-3 szabvány ND-3600 fejezete szerinti követelmények érvényesek.

Üzemelő csővezetékeknél alkalmazhatók a vonatkozó kód által lehetővé tett egyszerűsített értékelési eljárások. Az NC(D)-3673 szerint nem szükséges a csővezeték rugalmasságának számítása<sup>6</sup>, ha az alábbi feltételek egyike teljesül:

- a) A rendszer műszakilag megfelelőnek ítéltető előzőleg analizált rendszerekkel való mérnöki összehasonlítással.
- b) A csővezeték üzemi hőmérséklete 66 °C-nál nem nagyobb, és ND-3672.7 albekezdésben meghatározottak szerint rugalmasan alakították ki.
- c) A csővezeték üzemi hőmérséklete 121 °C-nál nem nagyobb, és a rugalmasságát egyszerűsített számítási módszerrel ellenőrizték. Az egyszerűsített módszerek kézikönyvekből, diagramokból vehetők.

A nyomásra, önsúlyra való megfelelés NC(D)-3652 szerinti kritériuma olyan diagramok segítségével ellenőrizhető, amely az NC(D)-3652 (8) képlet alapján készült, figyelembe véve mind a nyomás-, mind a nyomatékterhelést.

Az NA 50 méretűnél nem nagyobb csővezetékek az ASME BPVC Section III. alkalmazási kérdéseit tárgyaló [14] kézikönyv „Methods of analysis” című fejezetében<sup>7</sup> az NA 50-nél nem nagyobb csővezetékekre ismertetett egyszerűsített módszerek szerint értékelhetők. Ugyanezen kézikönyv „Simplified Seismic Analysis” című fejezetében ismertetett módszer szintén alkalmazható.

---

<sup>6</sup> Az NC(D)-3653.2 albekezdés szerinti kritérium teljesülését nem szükséges számítással igazolni.

<sup>7</sup> A kézikönyv B178. oldalától kezdődően tartalmazza a módszert.

### 5.6.5. Atmoszferikus állóhengeres tárolótartályok

A Class 1 besorolású atmoszferikus tartályokra az MSZ 27003 szabványsorozat nem tartalmaz követelményeket.

A Class 2 besorolású atmoszferikus tartályokra az MSZ 27003-1-2 szabvány NC-3800 fejezete szerinti követelmények érvényesek.

A Class 3 besorolású atmoszferikus tartályokra az MSZ 27003-1-3 szabvány ND-3800 fejezete szerinti követelmények érvényesek.

A szabvány szempontjából atmoszferikusnak minősül a tartály, ha kialakítása állóhengeres, a gázterének nyomása az NC(D)-3821.1 albekezdés, és a hozzátartozó lábjegyzet szerint atmoszferikus, plusz-mínusz 215,5 Pa, és a tervezési hőmérséklet NC(D)-3821.2 szerint nem nagyobb 93 °C-nál.

### 5.6.6. Kisnyomású tárolótartályok

A Class 1 besorolású kisnyomású tartályokra az MSZ 27003 szabványsorozat nem tartalmaz követelményeket.

A Class 2 besorolású kisnyomású tartályokra az MSZ 27003-1-2 szabvány NC-3900 fejezete szerinti követelmények érvényesek.

A Class 3 besorolású kisnyomású tartályokra az MSZ 27003-1-3 szabvány ND-3900 fejezete szerinti követelmények érvényesek.

A szabvány szempontjából kisnyomásúnak minősül a tartály, ha atmoszferikus, de nem állóhengeres, vagy nyomása nagyobb az atmoszferikusra meghatározott értéknél és a gázterének nyomása nem nagyobb 103 kPa-nál, és tervezési hőmérséklete NC(D)-3921.2 szerint nem nagyobb 93 °C-nál.

Ha a vizsgált tartály tervezési nyomása 103 kPa-nál, vagy a tervezési hőmérséklete 93 °C-nál nagyobb, akkor NC(D)-3300 fejezet szerint végzik el a szilárdsági számítást.

A külső nyomással terhelt kisnyomású tartályok a geometriai jellemzőik alapján általában kívül esnek az NC(D)-3133 bekezdés érvényességi tartományán. Ilyen esetben a külső nyomásra való megfelelés API 650 [15] V. sz. melléklete alapján ellenőrizhető.

NC(D)-3900 a tartálykonstrukció számos olyan kérdésével kapcsolatban nem tartalmaz előírást, amelyekre az NC(D)-3800 tartalmaz<sup>8</sup>. Ezek az

---

<sup>8</sup> Például állóhengeres tartály alátámasztott kúpos tetejének kialakítása, létrák, kezelőpódiumok, búvónyílások kialakítása, figyelembe vehető karbantartási terhelések.

előírások alkalmazhatók kisnyomású tárolótartályok esetén, ha ezáltal az NC(D)-3900 szerint meghatározott kritériumok nem sérülnek.

#### 5.6.7. *Reaktorbelső elemek*

A reaktorbelső elemekre az MSZ 27003-1-6 szabvány előírásai érvényesek.

NG-1120 meghatározásai megkülönböztetik a zónatartó szerkezeteket és a reaktortartály belsejében lévő többi elemeket. A zónatartó szerkezeteket MSZ 27003-1-6 előírásai szerint tervezik. A többi reaktorbelső elem esetében akkor kell MSZ 27003-1-6 előírásainak teljesülését igazolni, ha a műszaki specifikáció ezt előírja. Igazolni kell, hogy a többi reaktorbelső elem nem veszélyezteti a zónatartó szerkezetek szerkezeti integritását.

A zónatartó szerkezetek és reaktortartály, a zónatartó szerkezetek és többi reaktorbelső elem közötti határokat NG-1130 szerint határozzák meg.

#### 5.6.8. *Tartószerkezetek*

A Class 1, Class 2 és Class 3 besorolású tartószerkezetekre az MSZ 27003-1-5 szabvány szerinti követelmények érvényesek.

A 3.2.2. alcím szerint, ha a biztonságra és a szükséges konzervativizmusra vonatkozó megfontolások nem zárják ki, akkor a csőtartók, támaszok egy szilárdsági osztállyal lejjebb sorolhatók, mint a komponens, amelyhez tartoznak.

##### 5.6.8.1. Class 2 és Class 3 besorolású csőtartók

Az üzemelő blokkok csőtartói minősített csőtartó katalógus szerinti tartók, amelyek az NF-1214 meghatározása szerinti szabványos tartóknak minősülnek. Ezek alkalmazását az OAH jóváhagyta. A tartók MSZ 27003-1-5 szerinti minősítésére az átfogó felülvizsgálat során nincs szükség.

## **5.7. A komponens meglévő állapotával kapcsolatos kiegészítő követelmények**

### 5.7.1. *Az üzemelő berendezés bemutatása*

Az NCA-3250 és az MSZ-27003-1-8 B melléklete szerinti követelmények a jövőben létesítendő komponensre vonatkoznak, feltételezve, hogy a szerkezeti anyagokat, konstrukciós rajzokat a követelmények alapján választják, illetve dolgozzák ki. Üzemelő komponens tervezési specifikációja a meglévő állapotot rögzíti. A komponens meghatározó dokumentációkat a tervezési specifikáció az alábbiak szerint felsorolja.



- a) Összeállítási rajzok (az összeállítási rajzok darabjegyzékében felsorolt részletrajzokat nem sorolják fel),
- b) Beépítési rajzok,
- c) Egyéb, a komponens kialakításának, működésének megismerését elősegítő rajzok,
- d) A komponens gépkönyve,
- e) A komponensre vonatkozó karbantartási utasítás,
- f) A komponensre vonatkozó IEP.

A tervezési specifikáció az üzemelő komponens funkcióját, működését, konstrukciós sajátosságait röviden ismerteti.

### **5.8. A specifikált előírásoktól való eltérés kezelése**

A vizsgálandó komponenseket nem az MSZ 27003 szabványsorozat követelményeinek megfelelően tervezték és gyártották, ezért várhatóan nem minden specifikált előírás szerinti követelmény teljesülését igazolja a tervezési jelentés. Ilyen esetekre a tervezési specifikáció az alábbi szempontok szerinti értékelést írja elő:

- a) Az eltérő konstrukciós jellemzők milyen mértékben feleltethetők meg az MSZ 27003 szabványsorozat filozófiájának és szándékának,
- b) Az eltérő konstrukciós megoldás megfelel-e ipari szabványnak,
- c) A komponens eddigi üzemeltetése alatti meghibásodások, üzemi tapasztalatok értékelése.

Fentiek figyelembevételével a tervezési jelentés értékeli az eltérés fenntarthatóságát. Ha az eltérés fenntarthatósága nem igazolható, akkor javító vagy adminisztratív intézkedéseket javasolnak.

### **5.9. A Nukleáris Biztonsági Szabályzatok által specifikált követelmények**

A tervezési specifikáció tartalmazza a komponens felállítási helyén illetékes hatóság megnevezését.<sup>9</sup>

Az NBSZ „Atomerőművek tervezési követelményei” című 3. kötete szerinti, atomerőmű tervezésére vonatkozó követelmények figyelembe vételét a tervezési specifikáció előírja.

---

<sup>9</sup> Országos Atomenergia Hivatal, 1036 Budapest, Fényes Adolf u. 4., Magyarország



A tervezés specifikáció előírja az Országos Atomenergia Hivatal vizsgált komponensre vonatkozó határozatainak figyelembevételét.

## **5.10. A tervezési specifikáció tanúsítása**

A tervezési specifikációt egy vagy több, a Magyar Mérnöki Kamara névjegyzékében nyilvántartott ASME BPVC szerinti nukleáris nyomástartó berendezésekre vonatkozó, NSZ-5.2. minősítéssel rendelkező szakértő mérnök tanúsítja.

A tanúsító igazolja, hogy a tervezési specifikáció korrekt és teljes, megfelel az MSZ 27003 szabvány NCA-3250 szakasza és ezen útmutató követelményeinek.

A tanúsítónak nem kell függetlennek lennie a tervezési specifikáció készítőjétől.

A tanúsítás formailag összhangban van az MSZ 27003-1-8 szabvány XXIII. melléklete A-1 formalapja szerinti mintával.

A szakértő mérnök tanúsítása az MSZ 27003 szabványsorozat követelményeinek teljesülését biztosító információk korrektségének és teljességének igazolására szorítkozik. Azon többletinformációk helyességét, amelyeket a készítő egyéb megfontolásból – működés leírás, aktív elemek, hatósági követelmények – szerepeltet a tervezési specifikációban, a műszaki ellenőr igazolja. Ezért célszerű a szakértő mérnök és a műszaki ellenőr által igazolandó információkat külön főfejezetekben szerepeltetni.

## 6. SZILÁRDSÁGI SZÁMÍTÁS

### 6.1. A szilárdsági számítás meghatározása

A szilárdsági számítás a vizsgálat tárgyát képező komponensre készült tervezési specifikációban felsorolt terhelések, körülmények figyelembevételével megfelelő részletességgel, ellenőrizhető módon igazolja a tervezési specifikáció által meghatározott követelmények teljesülését.

A szilárdsági számítás igazolja, hogy az alkalmazott elemzési, számítási módszerek, technikák alkalmasak az adott elemzés, számítás elvégzésére. A szilárdsági számításból kitűnik, hogy a tervezési specifikációban foglalt követelmények, előírások értelmezése a vizsgált elem vonatkozásában helyesen történt.

A szilárdsági számítás ellenőrizhető módon mutatja be, hogy a tervezési specifikációban foglalt követelmények teljes körűen, valamennyi terhelés figyelembevételével igazoltak, és az elemzések, számítások, az eredmények értékelései megfelelő pontossággal, részletességgel történtek.

A tervezési jelentés elkészítése a minősített tervező felelőségi körébe tartozik.

A tervezési jelentés felülvizsgálata és jóváhagyása az engedélyes felelőségi körébe tartozik.

### 6.2. A szilárdsági számítás minimális tartalma

A szilárdsági számításnak minimálisan az alábbiakat tartalmazza:

- a) a komponens vizsgálandó helyeinek kijelölése, és az egyes helyeken a szerkezeti anyag potenciális tönkremenetelét előidéző feszültségkategóriák beazonosítása a szerkezet helyi kialakítása és terhelései alapján,
- b) a komponens szerkezeti anyagaina a tervezési feszültségintenzitás vagy megengedett feszültség meghatározása,
- c) az a) pont szerint beazonosított feszültségkategóriák számításához alkalmas módszer ismertetése,
- d) az a) pont szerint beazonosított helyekre a beazonosított feszültségkategóriák számítása,
- e) a kód által meghatározott határértékek teljesülésének értékelése.

### **6.3. A vizsgálandó helyek kijelölése**

A komponens ábrázoló rajzok, ábrák segítségével egyértelműen beazonosítják és listába foglalják a vizsgálandó helyeket. A lista tartalmazza valamennyi egymástól eltérő méretű vagy anyagú nyomáshatároló elemet, ezek általános feszültségkategóriákra történő ellenőrzésére alkalmas reprezentatív keresztmetszetét és a nyomástartó elem nagy és/vagy helyi szerkezeti diszkontinuitásait.

### **6.4. A tervezési feszültségintenzitás vagy megengedett feszültség meghatározása**

A komponens valamennyi beazonosított vizsgálandó helyének szerkezeti anyagára a tervezési specifikáció által előírt módon és források alapján meghatározzák a tervezési feszültségintenzitást vagy megengedett feszültséget a tervezési hőmérsékletre és a tervezési specifikáció által azonosított üzemi terhelések és próbák hőmérsékletére.

A kód által előírt módon meghatározzák továbbá a tervezési specifikáció által azonosított speciális terhelésekre – külső nyomás, nyomóigénybevétel, felületi terhelés, nyírás – a korlátokat.

### **6.5. A számítás módszere**

Az alkalmazott számítás módszere összhangban van a tervezési specifikációban meghatározott kód szerinti megfelelési kritériumokkal.

Ha valamely feszültségkategória (feszültségintenzitás, főfeszültség vagy közvetlen feszültség) értékének, vagy halmozódó hatásának megadott korlát alatt maradása a megfelelési kritérium, akkor az értékelendő feszültségkategória számítására vagy a szilárdságtan által levezetett zárt képletrendszer, vagy numerikus, közelítő módszer alkalmazható.

Zárt képletrendszer alkalmazása esetén a szilárdsági számítás bemutatja a képletek forrását, érvényességi területüket, adott feladatra való alkalmazhatóságukat.

Numerikus módszert megvalósító végeselemes modellezés esetén a 3.2.3.0100. NBSZ pont szerinti validációt és verifikációt a szilárdsági számítás bemutatja. Numerikus módszer alkalmazása esetén a modell hibájának becslését a vizsgált elem kritikusságával összhangban lévő részletességgel mutatja be a szilárdsági számítás.

Ha valamely tervezési szabály teljesülése a megfelelési kritérium, a szilárdsági számítás bemutatja a tervezési szabály forrását, érvényességi

területét, az adott feladatra való alkalmazhatóságát és korrekt alkalmazását.<sup>10</sup>

Tipikus, gyakran előforduló szerkezeti diszkontinuitások kialakítására – pl. karima, köpeny-fedél átmenet – sok esetben szabványos megoldások állnak rendelkezésre, amelyek kialakítása bizonyos terhelések esetén – pl. belső nyomás – biztosítják a határérték teljesülését. Az alkalmazott kód által elfogadott esetekben a megfelelés számítás nélkül megállapítható. A szabványos kialakítás alapján történő elfogadás esetén a tervező meggyőződik arról, hogy a tervezési specifikáció nem azonosított-e be olyan terhelést, amelyre való megfelelést a szabványos kialakítás nem garantálja.

## 6.6. A számítás dokumentálása

A számítás egyértelműen beazonosítja az elemzett komponenst, és az elemzés alapjául szolgáló tervezési specifikációt.

A számítás bemutatja, hogy a tervezési specifikációban megadott összes kiinduló adatot, anyag- és környezeti paramétereket, terheket és terheléskombinációkat a tervezési specifikációban előírt kritériumoknak megfelelően a számításnál figyelembe vették.

Az elemzéseket oly módon és olyan mélységben dokumentálják, 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 dokumentum a számítás menetét olyan részletességgel tartalmazza, hogy abból a számítás módszerének megfelelőségét külső, független szakértők megítélhessék, és az eredményekből egyértelműen kiderül, hogy a komponenst érő hatásokból származó feszültségek a választott kód szerinti megengedett értékek alatt maradnak.

A számítás eredményeit egy külön fejezetben összefoglalják. Az összefoglaló fejezet tartalmazza a komponens megfelelőségének megítélését lehetővé tevő megállapításokat, valamint mindazon adatokat, megállapításokat, amelyeket egyéb dokumentációban (pl. VBJ) szerepeltetnek.

---

<sup>10</sup> Ilyen szabály a szükséges falkastagság számítási, a kritikus környezet kellő megerősítettségének igazolási, a stabilitás, pl. külső nyomásnak való megfelelés számítással való igazolási módszere.

A számítás elvégzése során a tervezési specifikációban vagy egyéb felhasznált dokumentumokban, valamint a számítás folyamatában végrehajtott módosításokat, azonosított eltéréseket a számításról készült dokumentum egyértelműen rögzíti az ok, a forrás megjelölésével.

A szilárdsági számítás részletes hivatkozás listát tartalmaz, amely a jelentésben megnevezett dokumentumok beazonosítását külső, független felülvizsgáló személy számára biztosítja.

## **6.7. A számítást bemutató dokumentumok**

A Class 1 kódosztályú komponensek szilárdsági számítását az alábbi öt dokumentumból álló sorozat mutatja be.

1. Vizsgált komponens konstrukciós felülvizsgálati jelentése, I. fejezet, Összefoglalás
2. Vizsgált komponens konstrukciós felülvizsgálati jelentése, II. fejezet, Felhasznált Input adatok
3. Vizsgált komponens konstrukciós felülvizsgálati jelentése, III. fejezet, Tervezési szilárdsági számítások
4. Vizsgált komponens konstrukciós felülvizsgálati jelentése, IV. fejezet, Ridegtörés elleni védelem igazolása
5. Vizsgált komponens konstrukciós felülvizsgálati jelentése, V. fejezet, Élettartam és kifáradás számítások

A Class 2 és Class 3 kódosztályú komponensek szilárdsági számítása elkészíthető a fenti felsorolás szerinti öt dokumentum, vagy az alábbi formában.

### **6.7.1. Vizsgált komponens tervezési jelentése**

Tervezési jelentés készítése esetén a jelentés az ötdokumentumos szerkezetben bemutatott összes információt tartalmazza.

## **6.8. A számítás ellenőrzése**

A számítást a választott kód előírásainak megfelelő szakképzettségű és minőségű egy vagy több szakértő mérnök ellenőrzi. A szakértő mérnök lehet a számítást végző szervezet munkatársa, vagy független szakértő. A szakértő ellenőrzi, hogy:

- a) a számítás a tervezési specifikációnak megfelel,
- b) a komponens megfelelésének megállapításához szükséges valamennyi vizsgálandó hely ki lett-e jelölve

- c) a számítás módszere a feladat korrekt megoldását adja,
- d) a számítás helyes és pontos,
- e) a kiszámított jellemzők az alkalmazott kód szerinti szilárdsági megfelelésértékelésére alkalmasak,
- f) a számítási dokumentáció teljes és kellően részletes.

## **6.9. A számítás jóváhagyása**

A számítást az ellenőrzés elvégzését és dokumentálását követően a számítást végző szervezet arra jogosult vezetője hagyja jóvá, az elfogadott minőségbiztosítási rendszer szerint.

## **6.10. A számítás elfogadása**

A számítási dokumentációt, illetve a benne foglalt eredményeket és értékelést az engedélyes fogadja el.

Az elfogadás alapját a szilárdsági számítás felülvizsgálata képezi annak megállapítása céljából, hogy a tervezési specifikációban szereplő minden tervezési, üzemi terhelés kiértékelése megtörtént, a specifikált elfogadási kritériumok teljesültek. Az elemzés módszeréért és a számítás helyességéért, pontosságáért a számítást elvégző és ellenőrző tervező felel.

A felülvizsgálatba az engedélyes - szükség vagy jogszabályi előírás esetén - bevonhat a számítást végzőtől független egy vagy több minősített szakértőt vagy szervezetet.

A számítás elfogadásához indokolt esetben független szervezet által végzett és/vagy eltérő módszerrel történő számítás készül.

## **6.11. A komponens meglévő állapotával kapcsolatos kiegészítő követelmények**

### *6.11.1. Figyelembe veendő adatok*

#### 6.11.1.1. Méretadatok

A tervezési jelentés bemutatja, hogy a szilárdsági elemzéshez felhasznált rajzok (beleértve az azokon feltüntetett, a számításokhoz felhasznált méretadatokat) az elemzés tárgyát képező komponens ténylegesen megvalósított állapotának felelnek meg. Igazolt adatforrásnak tekinthetők:

- a) a gyártómű által készített, a szállítási dokumentáció részét képező rajzok,

**Üzemelő nyomástartó berendezések szilárdsági elemzése**

---

- b) az eredeti tervdokumentációkhoz készített megvalósulási tervek, csővezetéki rendszerek szerelés-összeállítási tervei,
- c) a jóváhagyott és végrehajtott átalakítások, javítások tervei,
- d) az alkalmazott szerelvények gépkönyvei,
- e) az időszakos ellenőrzések során készített mérési jegyzőkönyvek adatai.

**6.11.1.1.1. Adathiány kezelése**

Hiányzó, ellentmondó vagy nem igazolt forrásból származó méretadat esetén az alábbi eljárások követhetők.

- a) Az elemzések felfüggesztése mindaddig, amíg a kérdéses méretet a feladatra helyszíni méréssel megállapítják és dokumentálják.
- b) Ha ez célszerű, akkor az elemzések elvégezhetők feltételezett méretadatokkal. Ez esetben a szilárdsági elemzés csak akkor válik érvényessé, ha a feltételezett adatok igazolása megtörténik. Feltételezett adatok alkalmazása esetén a tervezési jelentés erre a tényre felhívja a figyelmet, és a feltételezett adatokat külön fejezetben sorolja fel.

**6.11.1.1.2. Méret- és alakhibák**

A szilárdsági elemzés során a felhasznált rajzokon szereplő méret- és alaktűréseket veszik figyelembe, az elfogadhatósági kritériumok szempontjából konzervatív módon eljárva. A méret- és alaktűrések felvételekor az engedélyes figyelembe veszi az időszakos ellenőrzések által feltárt méreteltéréseket.

Hiányzó méret és alaktűrések esetén a tervezés, gyártás, szerelés során figyelembe vett szabványok előírásait lehet felhasználni. Ha a figyelembe vett szabványok a rendelkezésre álló szállítási dokumentáció alapján nem azonosíthatók, akkor a gyártás idején a gyártóműre vonatkozóan kötelező szabványokat lehet figyelembe venni.

**6.11.2. Class 1 komponensek megfelelés értékelése**

A Class 1 kódosztályú komponensek megfelelés értékeléséhez szükséges követelményeket az 5. táblázat foglalja össze.

### Üzemelő nyomástartó berendezések szilárdsági elemzése

5 táblázat: A megfelelőség igazolás követelményeinek áttekintése

Berendezés típus	Berendezés altípus	Alternatívák	Igazolandó követelmények		
			Általános követelmények	Tervezés analízissel	Berendezés specifikus követelmények <sup>1)</sup>
Tartály	--	-	NB-3100	NB-3200	NB-3300
Szivattyú	Nagyméretű szivattyú <sup>4)</sup>	-	NB-3100	NB-3200 <sup>2)</sup>	NB-3400 <sup>3)</sup>
	Kisméretű szivattyú <sup>5)</sup>	-	NB-3100 <sup>2)</sup>		NB-3400
Szelep	Nagyméretű szelep <sup>4)</sup>	a	NB-3100		Szabványos tervezési szabályok NB-3512.1 szerint. Falvastagság, egyszerűsített feszültségintenzitás és fáradáselemzés.
		b	NB-3100		Alternatív tervezési szabályok egyike NB-3512.2 szerint
	Kisméretű szelep <sup>5)</sup>	a	NB-3100		Szabványos tervezési szabályok NB-3513.1 szerint
		b	NB-3100		Alternatív tervezési szabályok egyike NB-3512.2 szerint
	Kisméretű biztonsági szelep <sup>6)</sup> folyadékhoz	-	NB-3100		NB-3591.3 meghatározása szerint.



**Üzemelő nyomástartó berendezések szilárdsági elemzése**

Berendezés típus	Berendezés altípus	Alternatívák	Igazolandó követelmények		
			Általános követelmények	Tervezés analízissel	Berendezés specifikus követelmények <sup>1)</sup>
	Biztonsági és biztonsági lefúvató szelep	-	NB-3100		NB-3590
Csővezeték		-	NB-3100		NB-3600

Megjegyzések:

1) Ha az általános és berendezés-specifikus követelmények egyaránt elő vannak írva, és közöttük ellentmondás van, akkor a berendezés specifikus előírások a mértékadóak.

2) Alternatív előírás: Appendix II.

3) Szabványban említett kiegészítő előírás: NB-3211(d)

4) Belépő csomák méret DN100-asnál nagyobb

5) Belépő csomák méret DN100-as vagy kisebb

6) Belépő csomák méret DN50-es vagy kisebb.

A táblázat szerint csak tartálynál és nagyméretű szivattyúnál van előírva az NB-3200 szerinti analízis. Nagyméretű szelep esetén egyszerűsített feszültségintenzitás és fáradásszámítás van előírva.

#### 6.11.2.1. A megfelelés értékelése analízissel

Azoknál a komponenseknél, amelyeknél a megfelelés értékelése az 5. táblázat szerint az NB-3200 szerinti analízist magában foglalja, az alábbiak veendőek figyelembe.

##### 6.11.2.1.1. A vizsgálandó helyek beazonosítása

A 7.1 pont szerint beazonosított helyeken kívül az alábbi helyekre végzik el az ellenőrzést

- Az üzemi tapasztalatok, korábbi számítások által kritikusként beazonosított hely,
- Előzetes számítás eredményeként beazonosított, a határértékekhez viszonyítva magas feszültségállapotú hely (például végeselemes számítás eredményeként kapott feszültségeloszlás nagy feszültséget mutató helyei).

A ciklikus terhelési állapotok értékelésénél a következő helyeket bevonják a vizsgálatba:

- a) Az engedélyes hatóság által jóváhagyott öregedéskezelési programjában megjelölt helyek,
- b) Az elsődleges és másodlagos feszültségintenzitás határértékekre való ellenőrzés eredményeként beazonosított legnagyobb csúcsfeszültségű helyek.

#### 6.11.2.1.2. A ciklikus terhelési állapotok értékelése

A komponens ciklikus terhelési állapotokra való alkalmasságát az NB-3222.4 albekezdés alapján értékeli, egyebek közt az alábbiakat figyelembe véve.

A komponens a tervezési specifikációban meghatározott ciklikus terhelési állapotokra az alábbi esetekben tekinthető alkalmasnak:

- a) Ha az NB-3222.4(d) albekezdésrészben felsorolt hat feltétel mindegyike teljesül, akkor az alkalmasság analízis nélkül megállapítható.
- b) Ha az NB-3222.4(e) albekezdésrész szerint meghatározott halmozódó károsodási tényező számított értéke a komponens valamennyi kijelölt pontjánál nem nagyobb 1-nél.
- c) Ha a számított halmozódó károsodási tényező érték nagyobb 1-nél, az alább felsorolt feltételek legalább egyike teljesül:
  - Az MSZ 27011 szabvány L melléklete szerinti megfelelés igazolása,
  - Az adott helyre vonatkozó kifáradás-monitorozási program kidolgozása és végrehajtása
  - Olyan üzemviteli intézkedés vagy átalakítás végrehajtása, amely az  $U \leq 1$  feltételt biztosítja

#### 6.11.2.1.2.1 A halmozódó károsodási tényező értékének számítása

NB-3222.4(e)(2) figyelembevételével gondoskodni kell arról, hogy a helyi strukturális diszkontinuitásokban ébredő jelentős helyi feszültségeket az értékelés figyelembe vegye.

Ha az alkalmazott számítási módszer a helyi strukturális diszkontinuitásokban ébredő helyi feszültségek elvárt pontossággal meghatározását biztosítja, akkor további intézkedésre nincs szükség. Ilyen módszer lehet bizonyos diszkontinuitások esetén a megfelelő háló alkalmazásával készülő végeelemes számítás.

Ha a számítási módszer nem alkalmas a helyi feszültség meghatározására, akkor elméleti vagy kísérleti úton meghatározott feszültségkoncentrációs

### Üzemelő nyomástartó berendezések szilárdsági elemzése

tényező (jelölése SCF) vagy kísérleti úton meghatározott fáradási szilárdságot csökkentő tényező (jelölése FSRF) alkalmazandó.

Általános esetben a kifáradási szilárdságot csökkentő hatás az alábbi tényezők szorzatából számítható:

$$FSRF = SCF \cdot FSRM_M \cdot FSRF_{NDE}$$

Ahol:

SCF: a geometriai és anyagi diszkontinuitást figyelembe vevő elméleti feszültségkoncentrációs tényező (ld. WRCB 432 Appendix 3). Az SCF meghatározható a tervezési segédletekben közölt analitikus formulákkal, az adott formula érvényességi tartományán belül. Az alkalmazott formulák helyességét a szilárdsági számításban igazolni kell.

$FSRF_M$ : a varrat és a hőhatás övezetben az anyagminőség helyi változását kifejező tényező, amely az alkalmazott hegesztési technológia és hőkezelés módjától függ.

$FSRF_{NDE}$ : a varrat üzembe helyezés előtti, vagy azt követő időszakos roncsolásmentes vizsgálatának módjától függő tényező.

Az FSRF tényezőt, értelmezéséből következően az MSZ 27003-1-1 komponens-specifikus bekezdései szerinti egyszerűsített rugalmas-képlékeny elemzésnél alkalmazott „Ke” tényező számításánál nem kell figyelembe venni (l. részletesen WRCB-432).

A kifáradási szilárdságot csökkentő tényező az itt megadott módszerekkel számítható. Más, részletesen dokumentált számítási módszerek alkalmazhatók, amelyek nem ellentétesek a komponensre vonatkozó MSZ 27003-1-1 szabvány szerinti korlátozásokkal.

Az  $FSRF_M$  értékének számítása:

$$FSRF_M = 1/\varphi_s$$

Ahol:  $\varphi_s$  a hegesztett kötések PNAE szerinti anyagminőségi tényezője:

$\varphi_s = 1$  varrat nélküli, homogén anyagban, vagy

$\varphi_s = a$  PNAE 5.8. vagy az 5.9 táblázatában megadott számérték.

Az  $FSRF_{NDE}$  értékének számítása:

$$FSRF_{NDE} = 1/\varphi_w$$

Ahol:  $\varphi_w$  a hegesztett kötések PNAE szerinti, vizsgálat-minőségi tényezője:

$\varphi_w = 1$  varrat nélküli, homogén anyagban

$\varphi_w = a$  PNAE 4.5 táblázatában megadott számérték.

6.11.2.2. Az FSRF értékének meghatározása varratminősítés alapján:

Varratokra vonatkozóan az SCF számítása nélkül az FSRF tényező meghatározható a WRCB-432 módszere szerint. Kivétel az NB-, NC-3650 szerinti csővezeték-elemzések.

6.11.2.3. Class 1 csővezetékvarratok FSRF tényezői

Csővezetéki komponensek hegesztési varratainál, melyek elemzése az NB-3650 szerint történik, a feszültségkoncentrációt a képletekben alkalmazott feszültségindexek figyelembe veszik. Ezért az FSRF külön alkalmazására nincs szükség.

6.11.2.3.1.1 Megfelelés igazolása az egynél nagyobb halmozódó károsodási tényező esetén

Az MSZ 27011 szabvány IWB-3740, L melléklete szerinti megfelelés igazolása:

Ha az L-2000 fejezet feltételei alapján a tervezett üzemidő megengedhetősége nem igazolható, akkor az üzemidő-hosszabbítási engedélykérelemhez megengedhető a hivatkozott függelék L-3000-es fejezetének alkalmazása. A hivatkozott fejezet alkalmazásánál azonban az alábbi kiegészítő elemzések szükségesek:

- a) Annak igazolása, hogy a posztulált repedésnél alkalmazott 6-os méretviszony konzervatív feltételezést jelent az adott hely vonatkozásában.
- b) A repedés terjedési sebességének felvételénél figyelembe veendő a repedéssel érintkező közeg környezeti hatása.

Átalakítási engedélykérelemhez az L-3000 fejezet nem alkalmazható.

Kifáradás-monitorozási program:

### Üzemelő nyomástartó berendezések szilárdsági elemzése

Az adott helyre vonatkozó kifáradás-monitorozási programban az engedélyes bemutatja az alkalmazni kívánt időszakos anyagvizsgálatokat, amelyek az esetlegesen megjelenő repedés kellő időben történő észlelését biztosítják. Elemzik továbbá a repedés keletkezésével járó biztonsági kockázatokat, amennyiben az időszakos vizsgálati ciklusidő olyan hosszú, hogy a falvastagság  $\frac{3}{4}$ -ét meghaladó repedés kialakulása nem zárható ki.

Ha az adott hely vizsgálatát az engedélyes időszakos anyagvizsgálati programja nem írja elő, akkor a kifáradás-monitorozási programot elegendő attól az időponttól megkezdeni, amelytől az  $U \leq 1$  feltétel már nem igazolható.

#### 6.11.3. Class 2 és Class 3 komponensek megfelelés értékelése

A Class 2 és Class 3 komponensek megfelelését a 6. táblázat szerinti alfejezetek alapján igazolják.

6. táblázat: Class 2 és Class 3 komponensek megfelelés igazolása alapját képező követelményeinek áttekintése

Berendezés típus	Berendezés altípus	Igazolandó követelmények	
		Általános követelmények	Berendezés specifikus követelmények <sup>1)</sup>
Tartály	--	NC-3100	NC-3300
Szivattyú	--	NC-3100	NC-3400 <sup>3)</sup>
Szelep	Szelep	NC-3100	NC-3500
	Biztonsági szelep	NC-3100	NC-3590
Csővezeték	--	NC-3100	NC-3600
Atmoszferikus állóhengeres tartályok	--	NC-3100	NC-3800
Kisnyomású tartályok	--	NC-3100	NC-3900

##### 6.11.3.1. A megfelelés értékelésének módjai

A megfelelés alapvető kritériuma, hogy a tervezési és specifikált üzemi belső nyomás plusz egyéb mechanikai terhelések által keltett feszültségek nem

haladják meg a szabvány (NC-3321-1, NC-3416-1, NC-3521-1, NC-3592.2(b)-1, NC-3821.5-1, NC-3921.6-1 táblázatok és NC-3650) által meghatározott feszültség határokat. E feszültség határoknak való megfelelés igazolása az alábbi három módszer egyikével lehetséges.

1. A specifikált feszültségkorlátoknak megfelelő feszültségek kiszámításával,
2. A tervezési szabályok teljesülésének bemutatása,
3. Fenti két módszer kombinálása.

#### 6.11.3.1.1. *Megfelelés igazolás a feszültség kiszámításával*

##### 6.11.3.1.1.1 A feszültségkorlátok alkalmazása

A kód az alábbi két feszültséghatárt írja elő a tervezési terhelés és valamennyi üzemi terhelési szint esetén:

$$\sigma_m \leq C_1 \cdot S \quad (1)$$

$$(\sigma_m \text{ vagy } \sigma_L) + \sigma_b \leq C_2 \cdot S$$

$C_1$  és  $C_2$  konstansok értéke az üzemi terhelési szinttől függ.

A második egyenlet az alábbi három határértéket fejezi ki tömörített módon.

$$\sigma_L \leq C_2 \cdot S \quad (2)$$

$$\sigma_m + \sigma_b \leq C_2 \cdot S \quad (3)$$

$$\sigma_L + \sigma_b \leq C_2 \cdot S \quad (4)$$

Fenti (1) – (4) határérték közül egy adott vizsgált helyre a 7. sz. táblázat szerinti vizsgálatok szerint, hogy a vizsgált hely általános vagy lokális, és a vizsgált helyen ébredő hajlító feszültség komponens elsődleges vagy másodlagos.

7. táblázat: Class 2 és Class 3 komponensekben  
ébredő feszültség határértékek képzése

Vizsgált hely jellege	A hajlító komponens nincs, vagy másodlagos	A hajlító komponens elsődleges
Általános	$\sigma_m \leq C_1 \cdot S$	$\sigma_m \leq C_1 \cdot S$ és $\sigma_m + \sigma_b \leq C_2 \cdot S$
Lokális	$\sigma_L \leq C_2 \cdot S$	$\sigma_L \leq C_2 \cdot S$ <sup>11</sup> és $\sigma_L + \sigma_b \leq C_2 \cdot S$

Lokálisnak tekinthető helyeken nagyobb membrán feszültség megengedett, mint az általános helyeken.

A vizsgált hely akkor tekinthető lokálisnak, ha mérete és több lokális hely egymástól mért távolsága kielégíti NB-3213.10 szerinti meghatározást. A gyakorlatban a nagy szerkezeti diszkontinuitások környezetét azonosítják be lokálisként. Mindazonáltal bármely olyan hely lokálisnak tekinthető, amely kielégíti az NB-3213.10 követelményeit. Például javítás vagy korrózió következtében elvékonyodott helyre számolt nagyobb feszültségre nagyobb határérték engedhető meg, ha NB-3213.10 szerinti meghatározás teljesül.

Az MSZ 27003 szabványsorozat által meghatározott feszültség határérték rendszer a szerkezeti anyag tönkremeneteli mechanizmusán alapszik.

A terhelés hatására ébredő feszültség általában felbontható membrán és hajlító komponensre. A hajlító komponens a vizsgált hely jellegétől, környezetétől, a terhelés fajtájától függően elsődlegesként vagy másodlagosként sorolható be.

Ha a vizsgált hely kialakításából adódóan a folyáshatár elérésekor a feszültségmező az elem tönkremenetele nélkül átrendeződik (a szélső száll megfolyásával a terhelés átterhelődik a keresztmetszet más részeire) a hajlító feszültség komponens másodlagos. A szerkezeti elem csak akkor megy tönkre (hasad fel), ha a membrán feszültség eléri a szerkezeti anyag terhelhetőségét. Ez az eset áll elő hengeres, gömb és hasonló jellegű

---

<sup>11</sup> Mivel a  $\sigma_L$ -re és a  $\sigma_L + \sigma_b$ -re megengedett feszültség azonos, a  $\sigma_L \leq C_2 \cdot S$  kritérium gyakorlatilag felesleges.

hégakban.<sup>12</sup> Ha a hajlító feszültség besorolása másodlagos, akkor Class 2 és Class 3 komponenseknél (az NC-3200 szerint számított tartályok kivételével) kiszámítására nincs szükség.<sup>13</sup>

Ha a vizsgált hely kialakításból adódóan a folyáshatár elérésekor a szerkezeti elem feszültségmező átrendeződés nélkül meghibásodik, a hajlító komponens elsődleges. Például vékony hengeres köpenyhez csatlakozó vastag sík fedél középső tartományában a lemez tönkremenetelének módja a lemez szélső szálban kezdődő felrepedése és a repedés keresztmetszet csökkenése által gyorsított továbbterjedése, amíg a lemez teljes mértékben el nem reped. Ilyen esetben tönkremenetel szempontjából a szélső szálban ébredő feszültség a meghatározó, amely a membrán és hajlító feszültség összege. Viszont a peremén mereven befogott vékony sík lemez alakváltozásának korlátozása miatt nem a hajlító, hanem a membrán feszültség határozza meg az anyag tönkremenetelét, ezért ilyen esetben a hajlító komponens másodlagos. Általános megfogalmazás szerint, ha egy lemez membránként vagy egy rúd húrként viselkedik, akkor a benne ébredő hajlító feszültségkomponens másodlagos.

A feszültség elsődlegesként, másodlagosként és csúcspeszültségként való besorolásának tipikus eseteit mutatja be az NC(D)-3321-2 táblázat.

#### 6.11.3.1.1.2 A feszültségek kiszámítása

Az MSZ 27003 szabványsorozat általában nem írja elő a feszültség meghatározásának módját. A feszültség számítható végeelemes modellezéssel, alkalmas zárt képletek szerinti kézi vagy gépi számítással, vagy kísérleti úton a feszültség kimérésével. A meghatározás technikáját a tervező választja ki, kivéve, ha az a tervezési specifikációban elő van írva. A számítási módszerek adott esetre való alkalmazhatóságát, megfelelő pontosságát a tervező értékeli.

Esetenként a szabvány előírja a feszültség meghatározására szolgáló képletet vagy képletrendszert. Ilyenek az NC(D)-3650 szerinti csővezetéki

---

<sup>12</sup> Lényeges értékelési és elvi szempont, hogy ilyen esetben nem azért hagyják a hajlító komponenst figyelmen kívül, mert nagysága elhanyagolható, hanem, mert másodlagos besorolású.

<sup>13</sup> NC(D)-3324.14(b) csomaköpeny átmenet helyére vonatkozó előírása jó például szolgál erre a szemléletre. Az előírás szerint a membrán feszültséget kell kiszámítani, amely feszültségnek a  $(\sigma_m \text{ vagy } \sigma_L) + \sigma_b \leq C_2 \cdot S$  határértéknek kell megfelelnie. Eszerint a csomaköpeny átmenet helyére lényegében fenti (2) sz. egyenlet érvényes. A csomaköpeny átmeneti helyen a köpenyben hajlító feszültség is ébred, ez azonban másodlagos.



feszültségek számítására szolgáló képletek. Ilyen esetben az előírt képleteket használják.

Üzemelő berendezéseknél a várható átalakítások kezelését megkönnyítheti az olyan módszer alkalmazása, amelynél a terheléskombináció változásának megfelelésre gyakorolt hatása egyszerűen ellenőrizhető. Ilyen módszert kínál az MSZ 27003-1-9 szabvány A-9000 fejezete szerinti „együtthetőség” (interaction) eljárás. Az általános együtthetőségi képlet:

$$R_1^p + (R_2^q + R_3^r)^s \leq 1$$

Ahol  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  az egyes feszültség vagy terhelés fajta nagyságának, és  $e$  feszültségek vagy terhelések megengedett értékének hányadosai.  $p$ ,  $q$ ,  $r$ ,  $s$  a hányadosok súlyozott hatását kifejező hatványkitevők. Ha az együtthetőségi képlet teljesül, akkor a feszültség kritérium teljesültnek tekinthető. MSZ 27003-1-5 szabvány NF-3322 paragrafusa tartalmaz ilyen jellegű képleteket, de képletek kidolgozhatók más alkalmazásokra szintén. A szakirodalomban található együtthetőség képletekben a  $p$ ,  $q$ ,  $r$ ,  $s$  hatványkitevők értéke általában 1, ami az alkalmazást egyszerűsíti.

Ez az elv alkalmazható például a csonkterhelések változásának értékelésénél, amikor a hat terhelési komponens közül egyesek növekednek, mások csökkennek.

Az alkalmazandó együtthetőség képletet feszültségszámítási elmélet alapján adott problémára le kell vezetni.

#### 6.11.3.1.1.3 Hibakritérium igazolása végelelemes számítás alkalmazásánál

A számítási hiba megengedhető felső határát úgy választják meg, hogy az adott biztonsági kritérium igazolásánál ne legyen döntést befolyásoló szerepe. Így például egy 10 %-ra becsült számítási hiba soknak tekinthető, ha a biztonsági kritérium felső határát 95 %-ra közelítettük meg.

A végelelemes számítások eredményeinek megbízhatóságát ezek betartásával igazolni kell. Ettől való eltérés a következők esetekben engedhető meg:

1. Ha a végelelemes módszerrel számított feszültségek nem haladják meg a megengedhető feszültség 50%-át, vagy ha a csavar és rúdszerű elemeknél az alkalmazott elemtípus biztosítja az elméletileg helyes eredményt, akkor a kereskedelmi szoftverek elemfelosztásával számított csúcspontfeszültségek nagysága minden további igazolás mellett elfogadható.

**Üzemelő nyomástartó berendezések szilárdsági elemzése**

---

2. Ha a végeelemes módszerrel számított feszültség a megengedhető feszültség 50% - 85%-ának tartományába esik, akkor a következő két lehetőség közül lehet választani:

- a) a kereskedelmi szoftverek elemfelosztásával számított csúcspeszültségek helyességét a csúcspeszültség helyén levő terheletlen felületi elemek feszültségkoordinátáinak bemutatásával, a dinamikai peremfeltétel kielégülésének mértékével kell igazolni, vagy
- b) Azon számítások esetén, amikor a kiértékelés a feszültségeloszlásból linearizálással származtatott lokális első és másodlagos membrán és hajlítófeszültségek alapján történik, illetve a csúcspeszültségeket az előbbi értékekből feszültségkoncentrációs tényező segítségével származtatják, nem szükséges ellenőrizni a végeelem háló pontosságát, ha az alábbi feltételek mindegyike teljesül:
  - a végeelem háló másodfokú elemekből épül fel, illetve a lineáris elemek alkalmazása igazolt (pl. csavarok melyek mértékadó terhelése húzás),
  - az elemek felületei jól követik a geometriát leszámítva a lokális feszültséggyűjtő helyek geometriai jellemzőit, az ívek felosztása maximum 22,5°-os ívhosszúságú darabokból áll,
  - automatikus hálózás esetén az 1/8 oldalarányúnál torzultabb elemek száma nem éri el az összes elemszám 5%-át a feszültséggyűjtő helyek kivételével,
  - síkhálóból kihúzással vagy forgatással generált 3D hálónál a kiinduló 2D háló esetén az 1/8 oldalarányúnál torzultabb elemek száma nem éri el az összes elemszám 5%-át a feszültséggyűjtő helyek kivételével,
  - a vizsgált keresztmetszetekben, leszámítva a lokális feszültséggyűjtő helyeket, a feszültség mező folytonossági hibái a megengedhető feszültségintenzitás 10% alatt vannak.

3. Ha a numerikus módszerrel számított feszültség a megengedhető feszültség 85% - 100%-ának tartományába esik, akkor a kereskedelmi szoftverekkel számított feszültségek helyességét az elemzés adott környezetében elemsűrűség növelésével (esetleg célszerű lokális modell megválasztásával) végrehajtott számítások eredményeinek konvergenciájával kell bizonyítani.

#### *6.11.3.1.2. Megfelelés igazolás tervezési szabályok teljesülésének bemutatásával*

Meghatározott tervezési szabályok alkalmazása esetén feltételezhető, hogy a tervezési és „A” szintű, esetenként „B” szintű üzemi terhelések esetén a specifikált feszültséghatárok teljesülnek. Ha nincs más terhelés specifikálva, akkor elegendő lehet a vonatkozó tervezési szabályok teljesülésének igazolása.

A tervezési szabályokat általában a vizsgált elem méretére és/vagy kialakítására, arányaira vonatkozó előírások alkotják. A 8. táblázat néhány tervezési szabály típust sorol fel.

## 8. táblázat: Tervezési szabály típusok

Tervezési szabály	Részletezés	Megjegyzés
A szükséges falvastagság meglétének igazolása	Tipikus esetekre a szabvány által megadott képletekkel számítják. Ha a vizsgált elem fajtára a szabvány nem tartalmaz képletet, a szakirodalomban található, megengedett feszültséget magában foglaló megfelelő képlet alkalmazható.	Az általános membránfeszültség korlát teljesülése feltételezhető csak nyomásterhelés esetén.
Nyílás előírt megerősítésének igazolása	A szabványban meghatározott képletekkel számítják.	Az általános membránfeszültség korlát feltételezhető csak nyomásterhelés esetén.
Köpeny-fenek átmenet megfelelő kialakításának igazolása	A szabványban meghatározott arányok, átmenet meglétét ellenőrzik.	A nagy szerkezeti diszkontinuitás által keltett lokális feszültségre vonatkozó korlát teljesülése feltételezhető.
Meghatározott névleges nyomású szabványos elem alkalmazása	A tervezési nyomás és hőmérséklet alapján meghatározzák, hogy a szabványos elem mekkora üzemi nyomással terhelhető.	A megengedettnél kisebb nyomásterhelés esetén feltételezhető, hogy feszültségkorlátok teljesülnek.
Külső nyomásra való megfelelés igazolása	A szabványban meghatározott képletek és diagramok alapján igazolják a megfelelést.	

#### 6.11.3.1.3. *Megfelelés igazolás a feszültség számítás és tervezési szabály alkalmazásának kombinálásával*

Nagy szerkezeti diszkontinuitások esetén a feszültség számítás és tervezési szabályok kombinálhatók.

Példák:

- a) Csonk csatlakozó cső által átadott erők, nyomatékokra való megfelelésének igazolása: Ha a nyílás szabvány által előírt megerősítése igazolt, akkor feltételezhető, hogy a nyomásterhelésre az általános membránfeszültség korlát teljesül. Ha a cső által átadott terhelések hatására ébredő számított membránfeszültség nem nagyobb, mint a lokális és általános membrán feszültségekre előírt korlátok különbsége, akkor a csonk megfelelőnek tekinthető.
- b) Alátámasztás, pata által a köpenynek átadott erők, nyomatékokra való megfelelés igazolása: Ha az alátámasztás, pata által átadott terhelés hatására ébredő számított membránfeszültség nem nagyobb, mint a lokális és általános membrán feszültségekre előírt korlátok különbsége, akkor a köpeny megfelelőnek tekinthető.
- c) Karimás kötés megfelelésének igazolása a csővezeték által átadott nyomatékokra: NC(D)-3658 által bemutatott módszernél a nyomatékot egyenértékű nyomásra számítják át, amit a tervezési illetve üzemi nyomáshoz hozzáadják, és az eredményt összehasonlítják a karima névleges nyomása által meghatározott megengedett nyomással.

#### 6.11.3.2. A kód által nem szabályozott részletek kezelése

Az NC(D)-1100(c) bekezdés szerint a vizsgált komponensek konstrukciójának nem minden részletére tartalmaz a kód előírást. A kódban nem szabályozott részletek kezelésére a tervező olyan szabályokat azonosít be, amelyek a kód előírásaival összhangban vannak.

A hiányzó szabályok beazonosításánál alábbiak veendőek figyelembe.

##### 6.11.3.2.1. *Beazonosítás a szabvány eredete alapján*

Az MSZ 27003-1-2 és MSZ 27003-1-3 egyes berendezésfajtákra vonatkozó alfejezetei, és az adott berendezésfajtára vonatkozó Amerikai Egyesült Államok által kiadott energetikai ipari szabványok között jelentős átfedés mutatható ki. Az átfedések annak tulajdoníthatók, hogy az MSZ 27003 szabvány alapját képező ASME BPVC III kidolgozásánál, különösen a Class 2 és Class 3 komponensek esetén meghatározott ipari szabványokat vettek alapul, amelyeket a nukleáris követelményeknek megfelelően módosítottak

### Üzemelő nyomástartó berendezések szilárdsági elemzése

és kiegészítettek. Az egyes berendezésfajták esetén a megfeleltetett szabványokat a 9. táblázat sorolja fel.

9. táblázat: Az MSZ 27003-1-2 és MSZ 27003-1-3 szabvány alfejezeteinek megfeleltethető szabványok.

MSZ 27003-1-2 és MSZ 27003-1-3 szabvány alfejezet, berendezés	Megfeleltethető USA szabvány
NC(D)-3300, tartályok	ASME BPVC, VIII [9]
NC(D)-3400, szivattyúk	--
NC(D)-3500, szelepek	ASME B16.34 [16]
NC(D)-3600, csővezetékek	ASME B31.1 [17]
NC(D)-3800, atmoszferikus tartályok	API 650 [15]
NC(D)-3900, kisnyomású tartályok	API 620 [18]

A megfeleltetett szabványok nem tartalmazzák az A, B, C, D üzemi határértékeket, általában csak tervezési terhekre adnak kritériumokat. Feszültségre vonatkozó kritériumot többnyire nem tartalmaznak, kivéve egyes speciális esetekben. A megengedett feszültséget beazonosítják, de ezt tervezési szabályok (pl. szükséges minimális falvastagság) képleteiben használják fel. Ezzel szemben az MSZ 27003 szabványsorozatba foglalt tervezési szabályokat részletesebben tartalmazzák, és olyan problémákra tartalmaznak szabályt, amelyeket az MSZ 27003 sorozat nem kezel.<sup>14</sup> Ha az MSZ 27003 szabvány nem tartalmaz megfelelő vagy egyértelmű szabályt, akkor a 9. táblázatban felsorolt megfeleltetett szabványban fellelhető szabály alkalmazása elfogadott.

#### 6.11.3.2.2. Beazonosítás azonos témájú és státuszú más nemzetiségű szabvány alapján

<sup>14</sup> Az MSZ 27003 szabványokban fellelhető szabályokat tartalmazó alfejezetek sok esetben a megfeleltetett szabvány szövegének részleteit oly módon veszik át szó szerint, hogy a megértéshez vagy alkalmazáshoz szükséges kapcsolódó részeket elhagyják, ami korlátozza a helyes alkalmazást azon tervezők számára, akik nem járatosak a megfeleltetett szabványok alkalmazásában.

Ha az MSZ 27003 alkalmazott szabványa nem tartalmaz megfelelő előírást egy konkrét részletre, akkor elfogadhatók

1. A jelentős nukleáris iparral rendelkező nemzetek jelenleg érvényes nukleáris szabványainak szabályai,
2. A Paksi Atomerőmű létesítéséhez kapcsolódóan készült szilárdsági számításokban alkalmazott szabványok előírásai.

#### *6.11.3.2.3. A szükséges falvastagság és a feszültség számításának módszere*

Ha az MSZ 27003 szabványsorozat választott szabványa nem tartalmaz képletet a szükséges falvastagság vagy feszültség számításához, akkor az alábbi források alkalmazhatók.

1. A Paksi Atomerőmű létesítéséhez kapcsolódó szabványelőírások képletgyűjtemény mellékletei, pl. [6, 19, 20].
2. Nemzetközileg elismert képletgyűjtemények, pl. [21]
3. A szilárdsági számításhoz kapcsolódó alapszámítások (pl. elsőrendű, másodrendű keresztmetszeti tényező, hajlítófeszültség, stb.) vonatkozásában kézikönyvek,

A helyi feszültségek számításához az alábbi források szerinti képletgyűjtemények elfogadhatók.

- Külső terhelések által keltett helyi feszültségek gömbhéjakban és hengeres köpenyekben [22]
- Külső, csomópontokra ható terhelések által keltett helyi feszültségek hengeres köpenyekben [12]

## 7. EGYÉB KAPCSOLÓDÓ DOKUMENTUMOK

### 7.1. Konstruktív felülvizsgálat alapját képező rajzdokumentáció

Az ABOS 1 besorolású komponensekre az alábbiak szerinti dokumentációt adják ki.

Az engedélyes dokumentáció tárában beazonosítják a vizsgált komponens tervrajzait.

A tervező meghatározta a vizsgálatához szükséges méreteket. Ha az elemzéshez szükséges méret nem szerepel a rajzon, akkor azt méretfelvétellel meghatározzák, és a számszerű értéket az adott részt ábrázoló rajzra felviszik. A beazonosított és kiegészített rajzokat új rajzpecséttel látják el, amelyen szerepel a rajz érvényes azonosítója, a szükséges méreteket meghatározó tervező és az engedélyes azon berendezése felelőségének az aláírása, amely a méretek valóságnak való megfelelését igazolja.

Az adott berendezésekre vonatkozó, ily módon validált rajzok listáját egy dokumentumban kiadják, amihez a rajzokat elektronikus formában mellékelik.

ABOS 2 és ABOS 3 besorolású komponensekre meghatározzák az alapul vett rajzok listáját. A rajzokat nem szükséges külön dokumentumban kiadni. A rajzokat a tervezési specifikációhoz illetve szilárdsági számításához elektronikus formában mellékelik.

### 7.2. Túlnyomásvédelmi jelentés

#### 7.2.1. Túlnyomásvédelmi jelentés meghatározása

A túlnyomásvédelmi jelentés az NB(C,D)-7100 meghatározása szerint az egyes rendszereket alkotó összekapcsolt komponensek túlnyomásvédelmét rendszerszinten elemzi.

Az egyes komponensek túlnyomásvédelmét ellátó szerelvények esetenként más, a rendszerhez tartozó komponensekre vannak felszerelve. Az egyes rendszerek túlnyomásvédelmét a komponensekre vonatkozó tervezési jelentésektől külön, rendszerszintű dokumentáció vizsgálja.

#### 7.2.2. A túlnyomásvédelmi jelentés minimális tartalma

Minden nyomástartó komponens vagy nyomástartó rendszer túlnyomásvédelmét biztosítani kell, amelynek módjáról az engedélyes túlnyomásvédelmi jelentést készíti.



A túlnyomásvédelmi jelentés minimálisan az alábbiakat tartalmazza.

1. A túlnyomásvédelem megtervezésére elfogadott kód,
2. A túlnyomásvédelem beállítási értékeinek elfogadott kódnak való megfelelésének bemutatása
3. Ha a túlnyomásvédelem lefúvató berendezés alkalmazása nélkül biztosított, akkor ennek bizonyítása

### **7.3. Terheléskatalógus**

Az egyes komponensekre a tervezési specifikációban meghatározandó üzemi állapotok, azok tervezett élettartam alatt várható száma a komponens magában foglaló rendszer üzemi állapotai alapján határozhatók meg, amelyek kihatnak valamennyi rendszert alkotó komponensre. Ezeket az üzemi állapotokat, az általuk keltett nyomást és hőmérsékletet rendszerenként határozzák és alapozzák meg, és a terheléskatalógusban dokumentálják.

A tervezési specifikációban a terhelések meghatározásánál a terheléskatalógus adatait figyelembe veszik.

A terheléskatalógus az üzemi állapotokat, az általuk keltett terhelések számszerű adatait tartalmazza, de a terhelések egyes elemek szerkezeti integritására gyakorolt hatásának meghatározását, azaz „A”, „B”, „C”, „D” szintű határértékhez rendelését nem. Az üzemi szintet a vizsgált elem tervezési specifikációja határozza meg.

A terheléskatalógusban megalapozott információkat a tervezési specifikáció és tervezési jelentés a megalapozás megismétlése nélkül használhatja fel.

### **7.4. Háttér dokumentációk**

A nem MSZ 27003 szabványsorozat alapján tervezett üzemelő berendezéseknél számos olyan típus megoldást alkalmaztak, amelyek eltérnek az MSZ 27003 szabványsorozat szerint előírtaktól, de elfogadott, a magas szintű műszaki megfelelést biztosító nukleáris vagy ipari szabvány szerint készültek. Ezen megoldásoknak az MSZ 27003 szabványsorozat előírásaitól való eltérését nem szükséges minden komponens esetén külön-külön értékelni. Az előírások eltérésének biztonságra való kihatását háttér dokumentációk értékelik, amelynek eredményeként megállapítják, hogy az adott előírás egyenértékűnek tekinthető-e az MSZ 27003 szabványsorozat megfelelő előírásával.

**Üzemelő nyomástartó berendezések szilárdsági elemzése**

---

A háttér dokumentációban megalapozott megállapításokat a tervezési specifikáció és tervezési jelentés a megalapozás megisméltése nélkül használhatja fel.

## 8. HIVATKOZÁSOK

- [1] Országos Atomenergia Hivatal, 3.3. sz. útmutató, Üzemelő nyomástartó berendezések szilárdsági számítási normái, Verzió száma: 3, 2014
- [2] Országos Atomenergia Hivatal, 3.13. sz. útmutató, Az öregedési folyamatok figyelembe vétele a tervezés során, Verzió száma: 3, 2013
- [3] Országos Atomenergia Hivatal, 3.18. sz. útmutató, A VVER-440/213 reaktortartály ridegtöréssel szembeni biztonságának értékelése normál üzem, szilárdsági nyomáspróba, nyomás alatti hűtés (PTS) és nem várt üzemi események esetén, Verzió száma: 3, 2013
- [4] MSZ 27003 szabványsorozat, Nukleáris létesítmények komponenseinek létesítési szabályai, 2013.
- [5] KTA 3201, Komponenten des Primärkreises von Leichtwasserreaktoren, 1998, Sicherheitstechnische Rege des KTA
- [6] PNAE G-7-002-76, Atomenergetikai létesítmények berendezéseinek és csővezetékeinek szilárdsági számítási normái, Energoatomizdat, 1989
- [7] 2001 ASME Boiler & Pressure Vessel Code, Section III, Rules for Construction of Nuclear Facility Components, The American Society of Mechanical Engineers.
- [8] 2001 ASME Boiler & Pressure Vessel Code, Section II, Part D, „Properties”, The American Society of Mechanical Engineers.
- [9] 2001 ASME BPVC Section VIII, “Rules for Construction of Pressure Vessels”, The American Society of Mechanical Engineers
- [10] Regulatory Guide 1.207, „Guidelines for Evaluating Fatigue Analyses Incorporating the Life Reduction of Metal Components due to the Effects of the Light-Water Reactor Environment of New Reactors”, U.S. Nuclear Regulatory Commission, March 2007.
- [11] NUREG/CR/6909, „Effect of LWR Coolant Environment on Fatigue Life of Reactor Materials” (Final Report), ANL-06/08, U.S. Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC, February 2007.
- [12] Local stresses in cylindrical shells due to external loadings on nozzles – supplement to WRC Bulletin 107 – (Revision I), J. L. Mershon, K. Mokhtarian, G. V. Ranjan, E. C. Rodabaugh, Revised Bulletin 297
- [13] MSZ EN ISO 5199:2003, Másodosztályú örvényszivattyúk műszaki meghatározása
- [14] Piping Handbook, Mohinder L. Nayyar, P.E. Seventh Edition, MCGRAW-HILL

**Üzemelő nyomástartó berendezések szilárdsági elemzése**

---

- [15] API Standard 650, Welded tanks for oil storage, 2012, American Petroleum Institute
- [16] ASME B16.34, Valves-flanged, threaded, and welding end, 1996
- [17] ASME B31.1, Power Piping, The American Society of Mechanical Engineers, 2001
- [18] API Standard 620, Design and construction of large, welded, low-pressure storage tanks, 2012, American Petroleum Institute
- [19] Számítási normák, Az atomerőművek, kísérleti- és kutató reaktorok, valamint létesítmények reaktor-, gőzgenerátor-, edény- és csővezetékkelemeinek szilárdsági méretezése, Goszgorotechnadzor SzSzSzR, 1973
- [20] Atomerőművek nyomástartó edényeinek szilárdsági számítási szabályzata, Atomerőművi Biztonságtechnikai Szabályzatok, 4. kötet, Állami Energetikai és Energiabiztonságtechnikai Felügyelet, 1979
- [21] Roark's Formulas for Stress and Strain, Warren C., Young Richard G. Budynas, Seventh Edition, McGraw-Hill
- [22] Local stresses in spherical and cylindrical shells due to external loadings, K. R. Wichman, A. G. Hopper, J. L. Mershon, WRC Bulletin 107/August 1965

## FÜGGELÉK

### MINŐSÉGI CSOPORTBA SOROLÁS

Az ASME BPVC Section III. [7] kód alkalmazásához a minőségi csoportokat a 10CFR50, illetve a Regulatory Guide 1.26 határozza meg.

A minőségi csoportba tartoznak a reaktor hűtőkörét alkotó komponensek a nyomástartásban résztvevő szerkezeti elemek határáig.

B minőségi csoportba tartoznak azok a vizet, vagy gőzt tartalmazó nyomástartó edények, hőcserélők (a turbina és a kondenzátor kivételével) és szelepek, amelyek,

vagy

részei a reaktor hűtőkörének a 10CFR50.2(v) fejezetben meghatározottak szerint, de kivéve a 10CFR50.55a /3/ fejezet követelményeit,

vagy nem részei a reaktor nyomáshatároló részének, de részei:

- a) (1) a zóna üzemzavari hűtőrendszereinek, vagy (2) a baleset utáni konténment hőelvonó, vagy (3) a baleset utáni konténment leürítő rendszereknek, vagy azok alrendszereinek,
- b) olyan rendszernek, vagy alrendszernek, amely (1) a reaktor lehűtésére, vagy (2) maradványhő elvonásra szolgál,
- c) a gőz és tápvíz rendszereknek, amelyek magukba foglalják a gőzfejlesztő szekunder oldalától a legtávolabbi konténment hermetizáló szelepig tartó szakaszt (beleértve a biztonsági vagy a túlnyomás csökkentő szelepeket), és amelyek vagy normál esetben zártak, vagy képesek automatikusan lezárni a reaktor minden üzemmódjában,
- d) olyan rendszereknek, amelyek a reaktor nyomástartó határához kapcsolódnak és nincsenek két szeleppel (amelyek normál üzemben vagy zártak, vagy képesek automatikusan lezárni) a nyomástartó határtól elválasztva a reaktor minden normálüzemi állapotában.

C minőségi csoportba tartoznak azok a víz vagy, gőz, vagy radioaktív közeget tartalmazó nyomástartó edények, hőcserélők (a turbinákat és a kondenzátorokat kivéve), tartályok, csővezetékek, szivattyúk, és szelepek, amelyek nem részei a reaktor hűtőkör nyomáshatároló részeinek, vagy nem tartoznak a B minőségi csoportba, de részei:

- a) azon hűtővíz- és kiegészítő (üzemzavari) tápvíz rendszereknek, vagy azok biztonság szempontjából fontos részrendszereinek, amelyeket (1) a zóna üzemzavari hűtésére, (2) baleset után a konténmentből történő hőelvonásra,

**Üzemelő nyomástartó berendezések szilárdsági elemzése**

---

- (3) baleset után a konténment gáztere megtisztítására, vagy (4) a reaktorból és a kiégett üzemanyag tároló medencéből (beleértve a primer- és szekunderköri hűtőrendszereket) a maradvány hő elvonására terveztek. Ezen rendszerek azon részeit, amelyek a biztonsági funkciójuk ellátásához szükségesek, és (1) nem mindig üzemelnek a reaktor normál működése során, és (2) megfelelően nem lehet tesztelni, az engedélyes B osztályba sorolja,
- b) azon hűtővíz- és záróvíz rendszereknek vagy azok biztonság szempontjából fontos részrendszereinek, amelyeket olyan, a biztonság szempontjából fontos komponenseknek és rendszereknek a működéséhez terveztek, mint pl. FKSZ, dízelek, és blokkvezénylő,
- c) olyan rendszereknek vagy részrendszereknek, amelyek a reaktor hűtőkör nyomástartó határához csatlakoznak, és amelyek leválaszthatóak a nyomástartó határtól a reaktor minden normálüzemi állapota mellett két olyan szeleppel, amelyek mindegyike normál üzemben vagy zárt, vagy automatikusan képes lezárni,
- d) olyan rendszereknek, amelyek nem tartoznak a radioaktív hulladékkezelő rendszerekhez, nem szerepelnek a fenti a)-c) kategóriákban, amelyek radioaktív anyagot tartalmaznak vagy tartalmazhatnak, és amelyek feltételezett meghibásodása konzervatív számítás szerint 0,5 rem potenciális környezeti egésztest dózist, vagy ennek megfelelő szervdózist eredményezne. Azoknál a rendszereknél, amelyek I. szeizmikus osztályba sorolt szerkezetekben helyezkednek el, az engedélyes csak egyedi komponens meghibásodásokat feltételez.

D minőségi csoportba tartoznak azok a vizet, vagy gőzt tartalmazó komponensek, amelyek nem részei a reaktor nyomástartó határának és nem tartoznak a B vagy C minőségi csoportba, de részei olyan rendszereknek vagy részrendszereknek, amelyek radioaktív anyagokat tartalmaznak vagy tartalmazhatnak.