



3.3. sz. útmutató

Üzemelő nyomástartó berendezések szilárdsági számítási normái

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) 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

1. BEVEZETÉS	8
1.1. Az útmutató tárgya és célja	8
1.1.1. Az útmutató hatálya alá tartozó tételek részletes meghatározása	9
1.2. Vonatkozó jogszabályok és előírások	10
2. MEGHATÁROZÁSOK	12
3. FELELŐSSÉGEK, MINŐSÍTÉS	18
3.1. Az engedélyes felelősségi köre	18
3.2. A számítást végző felelőssége	18
3.3. A közreműködő felelőssége	19
3.4. Minősítések	19
4. KÓDVÁLASZTÁS	21
4.1. A kódrendszer kiválasztása	21
4.2. Kódosztályba sorolás	21
4.2.1. A komponens kódosztályának megállapítása a biztonsági osztály alapján	22
4.2.2. A kódosztály módosítása konstrukciós jellemzők alapján	23
4.3. Többszörös kódosztályú komponensek	23
4.4. A kódosztályok használata	23
5. A SZILÁRDSÁGI MEGFELELŐSÉG IGAZOLÁS DOKUMENTUMAI	25
5.1. A dokumentumok kezelése	25
6. TERVEZÉSI SPECIFIKÁCIÓ	26
6.1. A tervezési specifikáció meghatározása	26
6.2. A tervezési specifikáció minimális tartalma	26
6.3. Tervezési alap	27
6.3.1. A szilárdsági számítás alapját képező kód meghatározása	27
6.3.2. Határok	28
6.3.2.1. A komponens és csatlakozó komponensek közötti határok	28
6.3.2.2. A komponens részei közötti határok	28
6.3.3. Üzemállapotok és próbák	28
6.3.4. A tervezési, üzemi terhelések és határértékek	29
6.3.4.1. Tervezési terhelés	29
6.3.4.2. Üzemi terhelések	30
6.3.4.3. Ciklusszámok	32
6.3.4.4. A földrengés által kiváltott terhelések	32

Nyomástartó berendezések szilárdsági számítási normái

6.3.4.5. Épületelmozdulások által kiváltott terhelés	33
6.3.5. A túlnyomásvédelem igazolására vonatkozó követelmények	33
6.3.6. Környezeti állapotok	34
6.4. Szerkezeti anyagokra vonatkozó követelmények	34
6.4.1. Vizsgálatok és próbák	34
6.4.2. Eróziós-korróziós hatások	34
6.5. A komponens aktív elemeire vonatkozó követelmények	34
7. SZILÁRDSÁGI SZÁMÍTÁS	36
7.1. A szilárdsági számítás meghatározása	36
7.2. A szilárdsági számítás minimális tartalma	36
7.3. A vizsgálandó helyek kijelölése	37
7.4. A tervezési feszültségintenzitás vagy megengedett feszültség meghatározása	37
7.5. A számítás módszere	37
7.6. A számítás dokumentálása	38
7.7. A számítás ellenőrzése	39
7.8. A számítás jóváhagyása	39
7.9. A számítás elfogadása	39
8. HIVATKOZÁSOK	40

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 üzemelő blokkban új nyomástartó berendezések tervezése, és a beépített nyomástartó berendezések átalakítása esetén. A csővezetékek nyomástartó berendezésnek minősülnek, ezért az útmutató tárgykörébe tartoznak. Az útmutató a nyomástartó berendezés és csővezeték fogalmát az NBSZ 10. kötetének 127. sz. meghatározása szerint értelmezi.

A nyomástartó berendezések szilárdsági számítása a berendezések tervezésének része. Ezért a szilárdsági számításokat az üzemelő atomerőművi nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezésére vonatkozó 3.4. Útmutató [8] által meghatározott keretek figyelembevételével végzik.

Az üzemelő nyomástartó berendezések szilárdsági elemzésének felülvizsgálatára vonatkozó előírások teljesítésének részletezésével a 3.25. útmutató [1] foglalkozik. Az NBSZ üzemelő berendezésekre vonatkozó előírásait a 3.1.1.0200. NBSZ pont határozza meg.

Az új atomerőművi blokk, és új nukleáris létesítmény fogalmát az NBSZ 10. kötetének 161., illetve 162. sz. meghatározása, az üzemelő atomerőművi blokkét, és üzemelő nukleáris létesítményét a 165., illetve 166. meghatározása tartalmazza.

Jelen útmutató az engedélyes által végzett vagy végeztetett, a tervezett berendezés szilárdsági megfelelőségének megítélését lehetővé tevő szilárdsági számításokra vonatkozik. Az útmutatónak nem tárgya az aktív elemek működképességének 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 [6], reaktor-tartály neutron sugárzás hatására történő ridegdedése, vagy a nyomás alatti hősokk értékelése [7].

1.1.1. Az útmutató hatálya alá tartozó tételek részletes meghatározása

Az útmutató hatálya alá tartoznak az üzemelő blokkokban beépített ABOS 1-3 biztonsági osztályba sorolt nyomástartó edények, illetve komplex berendezések nyomástartó elemei, házai, csővezetékek, elzáró, szabályozó és nyomástartó biztonsági szerelvények, azok tartószerkezetei, továbbá a reaktorban az aktív zónát tartó szerkezetek.

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

A nem nyomástartó tartozékok első összekötő varratát a nyomástartó elem részének tekintik, de magát a tartozékot, annak csatlakozásait, illetve a komponenshez való rögzítést nem.

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 nyomástartó komponenshez hegesztéssel csatlakozó csövek első keresztirányú varratait a komponens részének tekintik.

A reaktor tartályhoz csatlakozó szabályozó rúd hajtásának házát úgy tekintik, mint részegységet, illetve, önállóan szállított tartalék alkatrész esetén 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-csőket, 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 hátterét az Atv. és a Rendelet biztosítja.

A nyomástartó berendezések szilárdsági számításánál a Rendelet mellékleteit képező NBSZ 3., az üzemelő atomerőművek tervezési követelményeit tartalmazó kötet előírásait 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 alfejezetek tartalmazznak 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, eszközök 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.
- 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.

Nyomástartó berendezések szilárdsági számítási normái

- 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 megfelelőségére 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.

2. MEGHATÁROZÁSOK

Az útmutatóban használt fogalmak, műszaki kifejezések az MSZ 27003 szabványrendszer [2] szerinti értelmezésnek felelnek meg.

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

Jelen fejezet az Atv. 2. §-ában valamint a Rendelet 10. számú mellékletében ismertetett meghatározásokat csak akkor 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 csúcsfeszültségek 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

Nyomástartó berendezések szilárdsági számítási normái

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 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 vonatkozó 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 [2], vagy a KTA 3201 [3] szabványsorozat, más esetben szabályzatként, mint a PNAE [4], esetenként pedig kód formájában, mint az ASME BPVC [5] 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.

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 egyben nyomáshatároló szerkezeti elemnek minősülnek.

Szabvány:

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 kicserélhetők 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 7.1 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 6.1 pont tartalmazza.

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.

- 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 szilársági 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.

3. FELELŐSSÉGEK, MINŐSÍTÉS

3.1. Az engedélyes felelősségi köre

Az engedélyes felelősségi köre minimálisan az alábbiakra terjed ki:

- a) megfelelő minősítés megszerzése saját tevékenységére,
- b) az ezen útmutatóban meghatározott tervezési specifikáció előállítása,
- c) a tervezési specifikáció ellenőrzése és jóváhagyása,
- d) a tervezési specifikáció vagy szilárdsági számítás elkészítésére jogosult tervező kiválasztása, és minőségbiztosítási rendszerének felülvizsgálata,
- e) a vállalkozó szervezetek, szakemberek minősítése tervezési specifikáció vagy szilárdsági számítás elkészítésére, illetve a minősítettségük ellenőrzése,
- f) külföldi vállalkozók és szakemberek esetén a minősítésük honosításának elfogadása,
- g) a szilárdsági számítás felülvizsgálata és elfogadása,
- h) a szilárdsági számítás dokumentumaiba, illetve a felhasznált egyéb tervezési dokumentumokba való hatósági betekintés biztosítása.

Az engedélyes a tárgykörben ráháruló szakmai feladatok ellátására megfelelő szakmai kompetenciával és szervezeti jogosítványokkal rendelkező funkcionális szervezetet működtet, amely képes:

- a fentiekben felsorolt feladatokat felelősséggel ellátni,
- a közreműködő vállalkozók munkáját ellenőrizni és irányítani,
- az engedélyes más szervezeti egységeinek kapcsolódó tevékenységét irányítani és koordinálni

Az engedélyes olyan minősítő rendszert dolgoz ki, állít fel és működtet, amely képes és felkészült arra, hogy a szilárdsági számításokat végzők szakmai alkalmasságát minősítse, az ilyen minősítéseket ellenőrizze és elfogadja, honosítsa.

Az engedélyes egyetemleges felelősséggel tartozik a szilárdsági számítások megfelelőségéért és azok megfelelő alkalmazásáért.

3.2. A számítást végző felelőssége

A számítást végző természetes személy felelőssége az alábbiakat foglalja magában:

Nyomástartó berendezések szilárdsági számítási normái

- a) a megfelelő minősítés megszerzése saját tevékenységére, beleértve a számítást végzők minősítését,
- b) a minőségbiztosítási rendszer működtetése, beleértve a számítási módszerek, szoftverek ellenőrzöttségének és igazolásának, valamint a számítást végzők alkalmasságának biztosítása,
- c) házi tervezési specifikációk, eljárások kidolgozása, megalapozása,
- d) a számítás elvégzésére jogosult közreműködő kiválasztása,
- e) a számítás folyamatának és eredményének ellenőrzése,
- f) a számításról készülő dokumentáció összeállítása,
- g) a számításokról készült dokumentációba, illetve a hatóság által kért más tervezési dokumentumokba való hatósági betekintés biztosítása,
- h) annak biztosítása, hogy a számítás megfelel a tervezési specifikációnak,
- i) a számítási módszer kiválasztása annak érdekében, hogy az a feladat korrekt megoldását adja, a számítás helyes és pontos legyen, és a számítás output paraméterei, azaz a számítás eredményeként kapott adatok összessége alkalmas legyen a számításhoz alkalmazott kód, illetve szabvány szerinti szilárdsági megfelelésértékelésére.

3.3. A közreműködő felelőssége

Az útmutató hatályába tartozó szilárdsági számítások elvégzése minősítéshez kötött tevékenység, amelynél közreműködő igénybe vehető. A szilárdsági számítás – részben vagy egészben – kizárólag minősített közreműködőnek adható tovább, amely a közreműködőnél a számítást végző szakemberek rendelkeznek a megfelelő minősítéssel.

A szilárdsági számítások elvégzésére minősített szervezet a feladat elvégzésére szerződhet más szervezettel, de megtartja a felelősségét azokért a tevékenységekért, amelyet a közreműködői végeznek. Az engedélyes a minőségbiztosítási dokumentációban leírja azt a módot, ahogy ellenőrzi és elfogadja a szerződött tevékenységeket.

3.4. Minősítések

Az útmutató hatálya alá tartozó komponensek szilárdsági számításainak elvégzésére az engedélyes, vagy az általa megbízott tervező vagy szakértő nukleáris nyomástartó berendezések szilárdsági számításainak elvégzésére vagy tervezésére jogosító minősítést szerez.

A minősítéssel kapcsolatos követelményeket a 3.4 Útmutató [8] 3.1.2 pontja tartalmazza.

A minősítés korlátozható meghatározott osztályokba tartozó komponensek szilárdsági számításainak elvégzésére.

4. KÓDVÁLASZTÁS

4.1. A kódrendszer kiválasztása

A 3.3.3.0200. NBSZ pont első mondata szerint a méretezést megalapozó, a rendszerelemek megfelelőségét alátámasztó számításokat egységes, a nukleáris iparban elfogadott erőírás-rendszer, szabvány szerint, a rendszerek, rendszerelemek biztonsági osztályának megfelelően kell elvégezni. E követelménynek megfelelnek a 2. pont szerinti „kód” meghatározásnál példaként felsorolt [2, 3, 4, 5], vagy az ezekkel egyenértékű szigorúságú és kidolgozottságú, megfelelő referenciával rendelkező előírásrendszerek.

4.2. 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 rendszerek, rendszerelemek biztonsági 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.

A nukleáris nyomástartó berendezésekre vonatkozó kódok általában a Class 1, Class 2 és Class 3 kódosztályt határozzák meg, illetve adnak a kódosztályoknak megfelelő differenciált előírásrendszereket.

A nyomástartó berendezések meghatározó alkotóelemei a nyomáshatároló elemek, amelyek biztosítják, hogy a berendezések a technológia által meghatározott nyomásokon ellássák üzemi funkciójukat. A nyomáshatárolás ugyanakkor a nukleáris biztonság szempontjából is fontos funkció, mivel a nyomáshatároló elemek zárják el a potenciálisan szennyezett közeget a környezettől, illetve gátolják annak szétterjedését. A nyomáshatároló elemek ilyen minőségükben fizikai gátként izoláló funkciót biztosítanak.

A nyomástartó berendezések nukleáris biztonság szempontjából való fontossága attól függ, hogy a berendezés által elzárt potenciálisan

Nyomástartó berendezések szilárdsági számítási normái

szennyezett közeg veszélyessége milyen szintű izoláló gát minősítést tesz szükségessé.

Fentieket figyelembe véve a kódosztályba sorolás lépései az alábbiak:

- a) A komponens kódosztályának megállapítása a biztonsági osztályba sorolás alapján,
- b) A biztonsági osztályba sorolás alapján megállapított kódosztály felülvizsgálata a komponens 4.2.2 pontban részletezett konstrukciós jellemzői alapján

4.2.1. A komponens kódosztályának megállapítása a biztonsági osztály alapján

A kódosztályt az 1. táblázat alapján állapítják meg.

1. táblázat: A kódosztály megállapítása a komponens besorolása alapján

Komponens besorolás	Kódosztály	A kód megfelelőségére vonatkozó speciális követelmény
ABOS 1 osztályú B1 szintű izoláló funkciót biztosító nyomástartó komponens	Class 1	Az általános feszültség kritériumokat a maximális nyírófeszültség elmélet alapján határozza meg, Megfelelő részletességű követelményeket tartalmazzon a nyomástartó részek kifáradás számítására
ABOS 2 osztályú B2 szintű izoláló funkciót biztosító nyomástartó komponens	Class 2	
ABOS 3 osztályú B3 szintű izoláló funkciót biztosító nyomástartó komponens	Class 3	
ABOS osztályban nem sorolt komponens	Nincs kódosztályhoz rendelés	Elfogadott ipari kód, szabvány alkalmazható.

Az egyes biztonsági osztályokon belül az izoláló funkciót megvalósító nyomástartó komponensekre való korlátozás oka, hogy az ABOS osztályokba besorolt aktív biztonsági funkciót megvalósító komponensek és

izoláló funkciót ellátó nem nyomástartó elemek nem tárgyai az útmutatónak.

Ha a választott kód háromtól eltérő számú kódosztályt határoz meg, akkor az izoláló funkció fontosságának figyelembe vételével egyedileg kell meghatározni a kódosztályba sorolást.

4.2.2. 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 a biztonsági osztályba sorolt kisátmérőjű csővezeték nagyobb átmérőjű, biztonsági osztályba sorolt csővezetékhez vagy komponenshez csatlakozik, az engedélyes az alábbi eljárást követheti:

- 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.

4.3. Többszörös kódosztályú komponensek

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

4.4. A kódosztályok használata

A tervezési specifikáció szerint egy adott kódosztályba sorolt tétel számítása elvégezhető a magasabb osztály előírásai szerint, ha a tétel létesítésének

Nyomástartó berendezések szilárdsági számítási normái

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.

5. A SZILÁRDSÁGI MEGFELELŐSÉG IGAZOLÁS DOKUMENTUMAI

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

1. Tervezési specifikáció, a 6. fejezet szerinti tartalommal
2. Szilárdsági számítás, a 7. fejezet szerinti tartalommal

A szilárdsági számítással történő igazolás mellett a komponens szilárdsági megfelelőségének feltétele a tervezési specifikáció szerinti nyomásterhelésekkel összhangban lévő túlnyomásvédelem biztosítása. Ezért a szilárdsági elemzés dokumentumait kiegészíti a túlnyomásvédelmi jelentés. A túlnyomásvédelemmel szembeni követelményeket a tervezési specifikáció határozza meg.

5.1. 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.

6. TERVEZÉSI SPECIFIKÁCIÓ

6.1. 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 üzemi állapotokat, terheléseket, ciklusszámokat, egyéb a számításnál input adatként kezelendő mennyiségeket, körülményeket.

A tervezési specifikáció meghatározza a számításhoz alkalmazandó kódrendszert, a kódrendszeren belül kijelöli a komponens szilárdsági számításához alkalmazandó kódot, és a kód azon szükséges és elégséges előírásainak körét, amelyek teljesülését igazolni szükséges. 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.

6.2. A tervezési specifikáció minimális tartalma

A tervezési specifikáció minimálisan az alábbiakat tartalmazza:

- a) a komponens biztonsági osztályba sorolása, kódosztályba sorolása, a földrengés elleni védelem követelményeit meghatározó biztonsági funkció, izoláló funkció besorolása,
- b) a komponens szilárdsági számításának alapját képező kódrendszer és kód meghatározása,
- c) a komponens funkciójának leírása
- d) a komponens határainak meghatározása,
- e) a komponens tervezési alapja, ezen belül,
 - a komponens üzemi állapotai és próbái,
 - a tervezési terhelések és terheléskombinációk meghatározása,
 - az üzemi terhelések meghatározása, ezek kategorizálása az általuk keltett elfogadható károsodás alapján, az ellenőrzendő határértékek megadása az egyes kategóriákra,

Nyomástartó berendezések szilárdsági számítási normái

- kifáradás számítást szükségessé tevő osztályba sorolás esetén a terhelések ciklusszámának, időbeli lefutásának meghatározása,
- f) a túlnyomásvédelemmel szembeni követelmények,
- g) a szilárdsági számításhoz szükséges anyagjellemzők forrása illetve meghatározásának módja, kifáradás számítás esetén a figyelembe veendő kifáradási görbe forrása,
- h) a komponens romlási folyamatait meggyorsító környezeti hatások, a tárolt vagy szállított közeg vegyi, mechanikai tulajdonságai, szennyezettsége, a komponens kezelése, karbantartása szempontjából fontos környezeti hatások, beleértve az ionizáló sugárzást,
- i) a komponens aktív eleme működőképességének biztosításához annak a dokumentumnak a meghivatkozása, amely a működőképességi követelményeket tartalmazza.

A tervezési specifikáció készítője nincs korlátozva a tervezési specifikáció tartalmát illetően, azonban az elfogadott kód szerinti, és az azokat kiegészítő követelmények teljesülését biztosító minimális információt tartalmaznia kell.

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 csővezetékekre 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:*

- 2. vagy annál alacsonyabb biztonsági osztályú $NA < 50$ méretű csővezeték
- 3. vagy annál alacsonyabb biztonsági osztályú $NNY < 20$ bar nyomású csővezeték
- 2. vagy 3. biztonsági osztályba sorolt, 100 dm^3 -nél kisebb térfogatú edény

6.3. Tervezési alap

6.3.1. A szilárdsági számítás alapját képező kód meghatározása

Az NBSZ 10. kötetének 127. sz. meghatározása nem korlátozza be a nyomástartó berendezés, illetve csővezeték által kezelt közegeket, így a

közeg lehet víz, gőz, hulladékvíz, olaj, levegő, stb. A tervezési specifikáció a kezelt közeg sajátosságai által meghatározott követelményeket adekvát módon tartalmazó megfelelő kódrendszert jelöl ki.

Az NBSZ különböző szabványrendszerek kerülésére vonatkozó 3.3.3.0300. sz. előírást úgy értik, hogy az egymással összefüggő, illesztett nyomástartó berendezéseknél kívánatos az azonos szabványrendszer alkalmazása. A tervezési specifikációk az összes körülmények mérlegelésével jelölik ki az eltérő közegfajtákat kezelő kódokat.

Ezért, ha például egy épületben eltérő technológiák vannak beépítve (például nukleáris hőhordozó- és olajtechnológia), akkor az épületben több kódrendszer szerint tervezett berendezések jelen lehetnek.

6.3.2. *Határok*

6.3.2.1. A komponens és 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.

6.3.2.2. A 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 kell elemezni, illetve amelyeket nem a kód szerint kell elemezni. Ilyen határ például a nyomáshatároló rész és a tartó közötti határ, vagy a nyomáshatároló és elemzést nem igénylő belső elemek közötti határ.

6.3.3. *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). Az szerkezeti anyagban ébredő feszültségeket a terhelések alapján számítják.

Próbák alatt az üzembe helyezést megelőző próbákat értjük, az üzembe helyezés utáni próbák a szilárdsági számítás szempontjából üzemi terhelésnek minősülnek.

A tervezési specifikációban határozzák meg a szilárdsági számításnál figyelembe veendő üzemállapotokat.

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).

6.3.4. A tervezési, üzemi terhelések és határértékek

A feszültség számításnál a komponens adott helyén egyidejűleg ható terhelések egy vagy több kombinációját veszik figyelembe. Egy adott 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 specifikált feszültségkategóriák értékeit. A számított feszültségeket a specifikált feszültséghatárokkal való összehasonlítással értékelik.

A továbbiakban az útmutatóban „terhelés”, illetve „terhelési állapot” alatt a specifikált terheléskombinációkat értik. A terheléseket, terhelési állapotokat a tervezési specifikáció határozza meg.

6.3.4.1. Tervezési terhelés

A szilárdsági számításoknál ellenőrzendő alapvető terhelés kategóriát képeznek a tervezési terhelések, amelyeket a tervezési specifikáció minden esetben meghatároz. A tervezési terhelést a szilárdsági számítás alapjául szolgáló kód 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.

6.3.4.2. Üzemi terhelések

A tervezési specifikáció általában olyan üzemi terheléseket határoz meg, amelyek által keltett igénybevétel megengedhetőségére a tervezési határértékeknek való megfelelés alapján nem lehet következtetni. Ilyenek a ciklikus terhelések és a nem normál üzemállapotok által keltett terhelések. Az egyes üzemi terhelések által keltett feszültségeket a terhelésekre meghatározott „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 a 2. táblázat szemlélteti.

Nyomástartó berendezések szilárdsági számítási normái

2. táblázat: Határérték szintek üzemállapotokhoz rendelésének kritériumai

Határérték szint	Üzemállapot	Elfogadható károsodás	Példa az üzemállapotra
A	Az üzemi funkció közvetlen teljesítése 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 komponens ellenőrzésre, javításra esetleg ki kell vonni az üzemelésből. ^{1), 2)}	A szerkezeti diszkontinuitások nagymértékű deformációja a nyomáshatár integritás biztosítása mellett.	Nem várt nyomás-növekedési tranziens (pl. ATWS - Anticipated transient without scram esetén)
D	Események, amelyek után a komponens javítani kell, esetleg véglegesen ki kell vonni az üzemelésből ^{1), 3)}	A szerkezet nagymértékű általános deformációja a nyomáshatár integritás biztosítás 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 határérték 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 alkalmazott kód általában meghatározza.
- 3) A „D” szintű határértékhez rendelt üzemállapot következtében a komponens általában tönkremegy, ezért a ciklusszám, illetve esemény szám értelemszerűen egy. Ha a komponenst megjavítják, és ismét üzembe helyezik, ennek megalapozásához külön specifikációt kell készíteni.

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.

6.3.4.3. 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 konzervatívizmussal határozzák meg, hogy az élettartam alatt a ténylegesen bekövetkező ciklusok száma ne haladja meg a tervezettet.

A tervezési specifikáció tartalmazza a beazonosított „C” szintű üzemállapot élettartam alatt várható számát. Ha ez a szám nagyobb, mint amelyet a választott kód kifáradás számításnál való figyelembevétel nélkül megenged, akkor a tervezési specifikáció előírja az adott „C” szintű terhelés kifáradás számításnál való figyelembe vételét.

6.3.4.4. A földrengés által kiváltott terhelések

A biztonsági földrengést az NBSZ 10. kötetének 24. számú meghatározása, az üzemi földrengést a 172. számú meghatározása szerint értelmezik.

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

A földrengés által kiváltott terheléseket az NBSZ 3.3.6.0100. 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 az NBSZ 3.3.6.1000. pontjának figyelembevételével.

Ha a tervezési specifikáció osztályba-sorolásai alapján az NBSZ 3.3.6.0600. 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 megadja, vagy előírja meghatározásukat.

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

6.3.4.5. 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 hatására bekövetkező talajfolyósodás, vagy egyéb hatásra elmozdulhat, a várható elmozdulás mértékét a tervezési specifikáció tartalmazza.

6.3.5. A túlnyomásvédelem igazolására vonatkozó követelmények

A tervezési specifikáció előírja a komponens túlnyomás elleni védettségének igazolását.

Primerköri berendezések esetén a nyomásemelkedés által kiváltott reaktorvédelmi működés a túlnyomásvédelem értékelésénél megengedett.

A primerkör túlnyomásvédelmével kapcsolatos követelmények meghatározásánál a tervezési specifikáció figyelembe veszi az NBSZ 3.4.2.1300. pontjában felsoroltakat.

6.3.6. Környezeti állapotok

A tervezési specifikáció meghatározza a komponens beépítési helyén várható nyomás, hőmérséklet, nedvesség, sugárzás adatokat. A környezeti adatokat csak azokra az üzemi körülményekre kell megadni, 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.

6.4. Szerkezeti anyagokra vonatkozó követelmények

Az egyes feszültségkategóriákra számított értékek elfogadhatóságának értékelése a határértékek alapján történik. A határértékek számszerűsítéséhez meghatározzák a komponens szerkezeti anyagainak teherbíró képességére a mértékadó tönkremeneteli elmélet szerint jellemző tervezési feszültségintenzitás vagy megengedett feszültség értéket. A tervezési feszültségintenzitás vagy megengedett feszültséget a szerkezeti anyag szilárdsági jellemzői – folyáshatár, szakítószilárdság – határozzák meg.

A szilárdsági jellemzők forrásául az alkalmazott kód által elfogadott szerkezeti anyagokra a kódban megadott források szolgálhatnak. Ha a kód nem azonosítja be a forrást, akkor az elfogadott anyagok anyagszabványai lehetnek a források.

A kifáradás számításhoz alkalmazandó kifáradási görbét a kód előírásai szerint kell meghatározni.

6.4.1. Vizsgálatok és próbák

A tervezési specifikáció meghatározza a vizsgált berendezésre előírt üzemközbeni anyagvizsgálatokat.

6.4.2. Eróziós-korróziós hatások

Üzemelés során a rendszerelemek 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.

6.5. A komponens aktív elemeire vonatkozó követelmények

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

Nyomástartó berendezések szilárdsági számítási normái

meghivatkozza az aktív elemekre vonatkozó követelményeket tartalmazó más dokumentációt.

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

7. SZILÁRDSÁGI SZÁMÍTÁS

7.1. 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.

7.2. 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 tönkremeneteléhez vezető feszültségkategóriák beazonosítása a szerkezet helyi kialakítása és terhelése 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.

7.3. 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 keresztmetszetet és a nyomástartó elem nagy és/vagy helyi szerkezeti diszkontinuitásait.

7.4. A tervezési feszültségintenzitás vagy megengedett feszültség meghatározása

A komponens valamennyi vizsgálandó helye 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.

7.5. 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.¹

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.

7.6. 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 kell dokumentálni, hogy azok az atomerőmű teljes élettartama során megismételhetők, független felülvizsgálatnak alávetethetők, és az átalakítások értékeléséhez szükséges terjedelemben módosíthatóak legyenek, továbbá az alkalmazott konzervativizmusok mértéke és az elemzés alapján rendelkezésre álló tartalékok mértéke felülvizsgálható és újraértékelhető legyen.

A dokumentum a számítás menetét olyan részletességgel tartalmazza, hogy abból a számítás módszerének megfelelőségét külső, független szakértők meg tudják ítélni, és az eredményekből egyértelműen kiderüljön, hogy a komponenst érő hatásokból származó feszültségek a választott kód szerinti megengedett értékek alatt maradnak.

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

¹ Ilyen szabály a szükséges falvastagság számítási, a kritikus környezet kellő megerősítettségének igazolási, a stabilitás, pl. külső nyomásnak való megfelelés számításával 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.

7.7. 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.

7.8. 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.

7.9. 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 természetes személy felel.

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

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

8. HIVATKOZÁSOK

- [1] Országos Atomenergia Hivatal, 3.25. sz. útmutató, Üzemelő nyomástartó berendezések szilárdsági felülvizsgálata, Verzió száma: 3, 2015
- [2] MSZ 27003 szabványsorozat, Nukleáris létesítmények komponenseinek létesítési szabályai, 2013.
- [3] KTA 3201, Komponenten des Primärkreises von Leichtwasserreaktoren, 1998, Sicherheitstechnische Regeln des KTA
- [4] PNAE G-7-002-76, Atomenergetikai létesítmények berendezéseinek és csővezetékeinek szilárdsági számítási normái, Energoatomizdat, 1989
- [5] 2001 ASME Boiler & Pressure Vessel Code, Section III, Rules for Construction of Nuclear Facility Components, The American Society of Mechanical Engineers.
- [6] Országos Atomenergia Hivatal, 3.13. sz. útmutató, Az öregedési folyamatok figyelembe vétele a tervezés során, Verzió száma: 3, 2013
- [7] Országos Atomenergia Hivatal, 3.18. sz. útmutató, A VVER-440/213 reaktortartály ridegtöréssel szembeni biztonságának értékelése normál üzem, szilárdsági nyomáspróba, nyomás alatti hőítés (PTS) és nem várt üzemi események esetén, Verzió száma: 4, 2015
- [8] Országos Atomenergia Hivatal, 3.4. sz. útmutató, Üzemelő Atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése, Verzió száma: 3, 2015