



3.4. sz. útmutató

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

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 üzemem kívül helyezést és a bezárást, radioaktív hulladék-tárolók esetén a lezárást követő időszakot, radioaktív anyagok esetén a szóban forgó tevékenységekhez kapcsolódó szállítást és a radioaktív hulladék kezelését.

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

Az útmutatók alkalmazása előtt mindig győződjön meg arról, hogy a legújabb, érvényes kiadást használja-e! Az érvényes útmutatókat az OAH honlapjáról (www.oah.hu) 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
1.2. Az útmutató hatálya	8
1.3. Vonatkozó jogszabályok és előírások	9
2. MEGHATÁROZÁSOK ÉS RÖVIDÍTÉSEK	10
2.1. Meghatározások	10
2.2. Rövidítések	10
3. AJÁNLÁSOK A TERVEZÉSHEZ	12
3.1. Általános ajánlások	12
3.1.1. A tervezési előírások rendszere	12
3.1.2. Szervezetekkel és tervezőkkel szembeni követelmények	13
3.1.3. Tervezői feladatok	14
3.1.3.1. <i>Az engedélyes feladatai</i>	14
3.1.3.2. <i>A tervező feladatai</i>	15
3.2. Osztályba sorolás	15
3.3. A tervezési kiinduló (input) adatai	17
3.4. Ajánlások a tervezéshez	18
3.4.1. Jelölés	18
3.4.2. Szerkezeti kialakítás	19
3.4.3. Elzáró és szabályozó szerelvények	21
3.4.4. Szivattyúk tervezésének szempontjai	22
3.4.5. Szerkezeti és hegesztési anyagok	24
3.4.6. Félkésztermékek	26
3.4.7. Hegesztés és ellenőrzése	27
3.4.8. Vizsgálati és karbantartási feltételek	30
3.4.9. Öregedési folyamatok kezelése és környezetállósági minősítés	31
3.4.10. Túlnyomás elleni védelem	33
3.4.10.1. <i>Általános ajánlások</i>	33
3.4.10.2. <i>A túlnyomásvédelmi jelentés</i>	34
3.4.10.3. <i>Biztonsági szerelvények</i>	36
3.4.10.4. <i>Védelmi és egyéb rendszerek</i>	37
3.4.10.5. <i>Túlnyomás elleni védelem alacsony hőmérsékleten</i>	37
3.4.10.6. <i>Nyomásszabályozás az üzemzavarok közben</i>	38
3.4.11. Jelző- és mérőműszerek	39
3.4.12. Leszerelés	40
3.4.13. Szilárdsági számítások	40
3.5. Tervezési eredmények (output)	41

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

3.5.1. Általános ajánlások	41
3.5.2. Tervezői nyilatkozatok	43
3.5.3. Előzmények	43
3.5.4. Műszaki leírás	43
3.5.5. Számítások, elemzések	44
3.5.6. Technológiai séma (P&I)	45
3.5.7. Elrendezési tervek	46
3.5.8. Anyagok és alkatrészek jegyzéke	47
3.5.9. Szerelvények jegyzéke	47
3.5.10. Mérések jegyzéke	48
3.5.11. Szilárdsági számítások	48
3.5.12. Gyártási dokumentáció	48
3.5.13. Szerelési utasítások	50
3.5.14. Üzembe helyezési utasítások	50
3.5.15. Üzemeltetési utasítások	50
3.5.16. Karbantartási utasítások	51
3.5.17. A tervezési eredmények felülvizsgálata	52

1. BEVEZETÉS

1.1. Az útmutató tárgya és célja

Az útmutató az atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezésére vonatkozó ajánlásokat rögzíti.

Az útmutató az NBSZ-ekben foglalt előírások végrehajtásának módjára ad útmutatást a nyomástartó edények, csővezetékek és biztonsági szerelvények területén.

A Paksi Atomerőműben bevezetésre kerültek az MSZ 27000 szabványsorozatok előírásai. Az útmutató célja, hogy ajánlásokat adva egyértelművé tegye az NBSZ-szel kapcsolatos hatósági elvárásokat, és ezzel elősegítse a tervezés során az érvényes előírásokban meghatározott nukleáris biztonsági kritériumok teljesítését a bevezetett szabványsorozatok követelményeinek figyelembevételével.

1.2. Az útmutató hatálya

Jelen útmutató hatálya alá tartoznak az atomerőművek nukleáris biztonsági osztályaiba sorolt

- a) nyomástartó (beleértve hidrosztatikus nyomásra tervezett) edényei, illetve komplex berendezéseinek nyomástartó elemei,
- b) csővezetékei,
- c) elzáró, szabályozó és nyomáskorlátozó biztonsági szerelvények nyomástartó elemei
- d) szivattyúk nyomástartó elemei.

(a továbbiakban: berendezések és csővezetékek.)

Nem tartoznak az útmutató hatálya alá:

- a) a nukleáris fűtőelemek,
- b) a nyomástartó elemeken belül elhelyezkedő villamos, irányítástechnikai, gépészeti és vizsgálati célokat szolgáló elemek illetve szerkezetek, ha azok meghibásodása nem vezet külső inhermetikussághoz, vagy különböző paraméterű üzemi közegek keveredéséhez, továbbá
- c) a nemfémes anyagokból készült nyomástartó burkolatok.

1.3. Vonatkozó jogszabályok és előírások

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

Az atomerőművi berendezések és csővezetékek tervezésére vonatkozó nukleáris biztonsági követelményeket az NBSZ 3. kötet: Atomerőművek tervezési követelményei írja elő.

2. MEGHATÁROZÁSOK ÉS RÖVIDÍTÉSEK

2.1. Meghatározások

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

Nyomástartó berendezés és csővezeték:

Jelen útmutató terjedelmében nyomástartó berendezések és csővezetékek alatt a következőket értik:

a) Edény: hidrosztatikus és túlnyomással igénybevett, töltet befogadására tervezett és arra gyártott szerkezeti egység, az edényen található csonkok első tompavarratáig, karimás kötésű csonkoknál a csonk karimáig, valamint a hozzátartozó szerkezeti elemek. Ide tartoznak a túlnyomás, illetve vákuum alatti edények, a tárolótartályok, a hőcserélők és a szűrők.

b) Biztonsági szerelvény: a nyomástartó berendezést jellemző határérték túllépése elleni védelemre tervezett készülék. Ilyen:

- a közvetlen nyomáshatároló készülék, (pl. biztonsági szelep, hasadó tárcsa, törő-, vagy nyíróelem, és vezérelt túlnyomásvédelmi berendezés)
- a határoló készülék, amely működésbe hoz eszközöket, vagy rendelkezik a lezárásáról, vagy a lezárásról és reteszelésről, (pl. nyomás-, hőmérséklet- vagy szintkapcsoló, valamint biztonsági, mérő és szabályozó készülék) az alapszelepig

c) Nyomástartó elem (tartozék): üzemeltetési feladattal és nyomástartó házzal rendelkező rendszerelem (pl. elzáró és szabályozó, mérőperem, szivattyú)

d) Csővezeték: töltet szállítására szolgál. Csővezeték alatt cső, csőrendszer, csőidom, szerelvény, csőkompenzátor, vagy egyéb nyomáshatároló elem, illetve annak tartozéka (pl. csőtartó, rezgéscsillapító, elmozdulás határoló) értendő.

Terhelhetőségi adatlap:

A terhelhetőségi adatlap tartalmazza a tartó terhelhetőségét és azonosítja a terhelhetőség megállapítására alkalmazott próbákat és számításokat.

2.2. Rövidítések

ABOS	Atomerőművi berendezések biztonsági osztályba sorolása
ASME BPVC	ASME Boiler and Pressure Vessel Code
DN	névleges átmérő

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

DIN	Deutsches Institut für Normung (Német Szabványügyi Intézet)
Dxs	Külső átmérő x falvastagság
EJR	Egységes Jelölési Rendszer
EN	Euronorm (európai szabvány)
ISO	International Organization for Standardization
KGST	Kölcsönös Gazdasági Segítség Tanácsa
MSZ	magyar szabvány
NB (NC, ND)	A szilárdsági osztályok megjelölése ASME BPVC és az MSZ 27003 szabványsorozat szerint
PN	tervezési nyomás
ZÜHR	Zóna üzemzavari hűtőrendszer

3. AJÁNLÁSOK A TERVEZÉSHEZ

3.1. Általános ajánlások

3.1.1. A tervezési előírások rendszere

3.2.1.2100. „A biztonság szempontjából fontos rendszereket, rendszerelemeket a nukleáris iparban elfogadott szabványok alkalmazásával kell tervezni. A tervezésnél a használatra előírányzott szabványok körét előzetesen meg kell határozni, alkalmazhatóságukat igazolni kell.

3.2.1.1700. „Atomerőmű tervezése során, a mélységben tagolt védelem elvével összhangban:

a) tervezési módszerekkel kell biztosítani, hogy az alapvető biztonsági funkciók a gátak fenntartásával és a meghibásodások vagy normál üzemállapottól való eltérések következményeinek csökkentésével megvalósulhassanak; (...)

c) biztosítani kell, hogy a gátak terve konzervatív legyen, (...)

A biztonsági osztályokba sorolt új nyomástartó berendezések és csővezetékek tervezésére az MSZ 27003 Nukleáris létesítmények berendezéseinek konstrukciós szabályai szabványsorozat alkalmazása javasolt az ebben az útmutatóban felsorolt ajánlások figyelembevételével.

A nyomástartó berendezések és csővezetékek átalakításakor figyelembe kell venni, hogy a berendezéseket a létesítéskor érvényes magyar, orosz (szovjet), KGST, DIN stb. szabványok alapján tervezték és gyártották. Ezek a szabványok esetenként eltérő tűrések, biztonsági együtthatók stb. alkalmazásával biztosították a tervek konzervativizmusát. Ez esetben az átalakításhoz, illetve a tervezéshez és gyártáshoz felhasznált szabványok egyenértékűségét és kompatibilitását értékelni kell a komplett berendezés, ill. csővezeték tervezési konzervativizmusának fenntartása érdekében.

A méret- és alaktűrések felvételekor figyelembe kell venni az időszakos ellenőrzések által feltárt méreteltéréseket.

Hiányzó méret és alaktűrések esetén a tervezés, gyártás és 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.

Ezen eltérések figyelembevételére az útmutató megfelelő helyein további utalások találhatóak.

3.1.2. Szervezetekkel és tervezőkkel szembeni követelmények

Atv 11. § (2) „Nukleáris létesítményekkel, azok nukleáris rendszereivel és rendszerelemeivel, valamint radioaktív hulladék-tárolóval és azok rendszereivel és rendszerelemeivel kapcsolatos tevékenységek körében csak azok az intézmények, szervezetek, valamint gazdálkodó szervezetek működhetnek, amelyek megfelelő, a nukleáris biztonsági előírások részeként szabályozott minőségirányítási rendszerrel rendelkeznek.”

3.2.1.0500. „Az engedélyes tervező szervezetet is megbízhat az atomerőmű tervezésellenőrzési és tervkezelési feladatainak koordinációjával.”

3.2.1.0400. „Az atomerőmű tervezését csak olyan tervező szervezet végezheti, amely az érintett tervezési szakterületre érvényes, jogszabály által, ennek hiányában az engedélyes által meghatározott minősítéssel rendelkezik, és a tevékenység végzésére jogosult.”

A minőségbiztosítási rendszer megfelelőségét független tanúsító szervezet által kiadott MSZ EN ISO 9001 szerinti, vagy azzal egyenértékű tanúsítvánnyal igazolják.

Tervezési tevékenységet jelen útmutató hatálya alá tartozó berendezéseknél és csővezetékeknél a tanúsított minőségbiztosítási rend előírásainak megfelelő tervező, vagy jogszabályokban meghatározott feltételek szerinti önálló tervezői jogosítvánnyal rendelkező személy végezhet.

Nyomástartó berendezések tervezésére a 247/2011. (XI. 25.) Korm. rendelet az atomenergia alkalmazása körében eljáró független műszaki szakértőről 1. melléklete szerinti NSZ 5.1 jelű Nyomástartó berendezések, valamint NSZ 5.2 jelű Nyomástartó berendezések – (ASME BPVC III) szerinti jogosultsággal rendelkező tervező jogosult.

A tervező szervezetek bevonása az atomerőmű tervezési munkáiba az engedélyes belső eljárásrendjei szerint történik. Az engedélyes az általa alkalmazni kívánt tervező szervezetek minősítési eljárásáról a hatóságot hivatalos levélben értesíti annak érdekében, hogy a hatóság dönthessen a minősítő auditon való részvételi igényéről.

Az előző feltételek hiányában nyomástartó nukleáris berendezések és csővezetékek tervezése csak az atomerőmű üzemeltető szervezetének minőségbiztosítási rendszerében, az engedélyes teljes körű felelősségvállalása mellett folytatható.

3.1.3. Tervezői feladatok

3.1.3.1. Az engedélyes feladatai

3.2.1.0600. „Az engedélyesnek biztosítania kell, hogy a tervek kidolgozásának részletezettsége legalább az adott életciklus szakaszhoz tartozó hatósági engedélyezési eljárások lefolytatásához szükséges terjedelemnek feleljen meg.”

3.2.1.0700. „A nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerek, szerelemek tervezési alapját szisztematikusan kell meghatározni és dokumentálni. A műszaki követelményeket tervezési specifikációkban kell rögzíteni.”

Nukleáris nyomástartó berendezések és csővezetékek megfelelő tervezési rendszerének működtetéséért az atomerőmű engedélyes felelős.

Ezen felelősségi kör az MSZ 27003-0 szabvány NCA-3220: A tulajdonos felelőssége fejezet előírásainak figyelembe vételével - az alábbiakra terjed ki:

- a) a tervezés minőségbiztosítási rendszerének kidolgozása és működtetése,
- b) a különböző tervdokumentáció fajtákra vonatkozó formai és tartalmi előírások (generáltervezői irányelvek) rendelkezésre bocsátása,
- c) az atomerőművi berendezések és csővezetékek osztályba sorolása (ld. 3.1: Atomerőművi rendszerek és szerelemek biztonsági osztályba sorolásának alapelvei c. útmutató),
- d) a tervezés során alkalmazandó szabványok és egyéb, az NBSZ-en kívüli szabályozó dokumentumok meghatározása (ld. 4.22: Szabványok kezelése üzemelő erőmű esetén az OAH eljárásaiban c. útmutató),
- e) tervezési kiinduló adatok biztosítása és azok összhangjának fenntartása,
- f) tervezők és tervező szervezetek kiválasztása, ezek felelősségi körének kijelölése,
- g) tervezési specifikációk rendelkezésre bocsátása és azok kölcsönös kapcsolatának biztosítása, beleértve az alkatrész és a rendszerhatások megállapítását.

A tervezési specifikációk elégséges részletet tartalmazzanak ahhoz, hogy teljes körű alapot szolgáltatassanak a tervezéshez. Valamennyi tervezési specifikáció az alábbiakat kell, hogy tartalmazza:

- (1) Az érintett tételek funkciói és határai;
- (2) Tervezési követelmények, beleértve valamennyi túlnyomás védelmi követelményt,
- (3) Környezetvédelmi feltételek,
- (4) Az érintett tételek osztályozása,
- (5) Szerkezeti anyagokkal szembeni követelmények,
- (6) Ha egy rendszerelem működőképessége a követelmény, a tervezési specifikációnak más megfelelő dokumentációkra kell utalást tartalmaznia, amelyek az üzemeltetési követelményeket határozzák meg,
- (7) Az érvényben lévő és a gyártásra és szerelésre használandó szabályzatok és szabványok.

3.1.3.2. A tervező feladatai

3.2.3.0100. *„A tervezési alapra vonatkozó általános biztonsági követelmények teljesülésének bizonyítására használt tervező és elemző eszközöket, modelleket és modellrészeket, valamint a bemenő adatokat verifikálni és validálni kell. Az elemzési eszközök validációját a megfelelő nemzetközileg elérhető adatok - kísérleti eredmények - alapján kell bemutatni. Az elemzési modellek verifikációját az elemzést, tervezést végrehajtó személytől, munkacsoporttól független személynek, munkacsoportnak is el kell végeznie.”*

3.2.3.0800. *„A tervezési alapba, valamint a tervezési alap kiterjesztésébe tartozó összes kezdeti eseményre determinisztikus biztonsági elemzésekkel kell igazolni a vonatkozó elfogadási kritériumok teljesülését.”*

A tervezés verifikálásának szükségességét a tervezési specifikációban kell rögzíteni, mely tevékenységhez előzetesen elfogadott terv szükséges. A verifikálási tervben rögzíteni kell a résztvevők körét, kompetenciáját, az információ áramlás módját, a bizonyítási eljárás módszereit, eszközeit.

A verifikálás eredményét dokumentálni kell.

A nyomástartó berendezések és csővezetékek tervezéséhez és elemzéséhez használt eszközök és modellek verifikálására és validálására vonatkozó ajánlások a 3.32: Determinisztikus biztonsági elemzések c. útmutatóban található.

3.2. Osztályba sorolás

3.3.1.1600. *„A biztonsági osztályba sorolt rendszerek, rendszerelemek tervezése, kivitelezése és karbantartása során biztosítani kell, hogy minőségük és*

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

az általuk megvalósított biztonsági funkciók megbízhatósága megfeleljen osztályba sorolásuknak."

3.3.1.1700. „Az egyes biztonsági osztályokra meg kell határozni:

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

d) a minőségi követelményeket, (...)"

A nukleáris nyomástartó berendezések osztályba sorolását a 3.1. sz. útmutatónak "Atomerőművi rendszerek és rendszerelemek biztonsági osztályba sorolásának alapelvei" c. útmutatónak megfelelően kell elvégezni.

Az útmutató alapján a tételes osztályba sorolást az atomerőmű engedélyese készíti el.

A nyomástartó berendezések és csővezetékek tervezéséhez ajánlott az osztályba soroláshoz illeszkedő differenciált követelményrendszer kidolgozása a 4.8: Atomerőművek nyomástartó edényeinek üzemeltetése és ellenőrzése c. útmutatónak megfelelően.

A minőségbiztosítási követelmények megállapításánál az alábbi kiegészítő körülményeket kell figyelembe venni:

- a) a berendezés és csővezetékek terhelési viszonyai (nyomás, hőmérséklet, dinamikus hatások, stb.),
- b) környezeti viszonyok,
- c) üzem közbeni ellenőrzés és/vagy monitorozás feltételei,
- d) hozzáférési lehetőségek karbantartás, cserélhetőség és javítás céljából,
- e) időszakos túlterheléses próbák (hidraulikus, pneumatikus) feltételei.

A különböző biztonsági osztályba sorolt berendezések és csővezetékek tervezése során az MSZ 27003: Nukleáris létesítmények berendezéseinek konstrukciós szabályai szabványsorozat alábbi szabványait alkalmazzák:

- a) MSZ 27003-1-1: 1. osztályú berendezések
- b) MSZ 27003-1-2: 2. osztályú berendezések
- c) MSZ 27003-1-3: 3. osztályú berendezések
- d) MSZ 27003-1-5: Berendezések tartói (valamennyi osztályra vonatkozóan)
- e) MSZ 27003-1-8: Előíró melléklet az MSZ 27003 szabványsorozathoz
- f) MSZ 27003-1-9: Tájékoztató melléklet az MSZ 27003 szabványsorozathoz - ezen belül különösen:

- B melléklet: A tulajdonos tervezési specifikációja
- C melléklet: A tervezési jelentés.

A hivatkozott MSZ 27003 szabványsorozat által alkalmazott szilárdsági, illetve minőségi osztályba sorolás részleteivel a 3.3: Nyomástartó berendezések szilárdsági számítási normái c. hatósági útmutató függeléke foglalkozik.

3.3. A tervezési kiinduló (input) adatai

3.2.1.0300. „A tervezésre vonatkozó valamennyi követelmény azonosításával a tervezés kezdeti szakaszában meg kell határozni a tervezési folyamat menetét. Az azonosított követelmények alapján részletesen meg kell határozni a követelmények teljesítéséhez szükséges tervezői előírásokat, feladatokat.”

Nukleáris nyomástartó berendezés és csővezetékek tervezési kiinduló adatainak összeállítása során az MSZ-27003-1-9 B melléklet figyelembevételével a tervező az alábbiak meghatározását, vagy szükségtelenségének megindokolását végzi el:

- a) a berendezés, vagy csővezeték megnevezése,
- b) biztonsági és földrengés-biztonsági osztályba sorolás, a berendezés, vagy csővezeték által ellátott biztonsági funkció megnevezése,
- c) a befoglaló rendszer leírása, a berendezés és csővezetékek feladata a blokk minden tervezett üzemiállapotában, azonosító jelzőszáma(i),
- d) a beépítés helye,
- e) tervezési paraméterek (térfogat, nyomás, hőmérséklet stb.),
- f) a jogszabályban és a nukleáris létesítmény Végleges Biztonsági Jelentésében a rendszerelemre, a beépítés helyére, a biztonsági és földrengés-biztonsági osztályra meghatározott, a gyártás során figyelembe veendő műszaki és minőségi követelmények,
- g) figyelembe vett szabványok, szabályzatok és egyéb szabályozó dokumentáció (útmutatók, generáltervezői irányelvek, gyártóműi és kereskedelmi adatszolgáltatások, stb.),
- h) üzemeltetési körülmények (normál üzemi viszonyok, normálistól eltérő üzemi viszonyok, üzemzavarok, balesetek),
- i) túlnyomásvédelmi követelmények,
- j) tervezési, méretezési igénybevételek és terhelések (nyomás, hőmérséklet, üzemi közeg kémiai jellemzői, földrengés, ciklikus fárasztó igénybevétel, dinamikus hatások, neutron-besugárzás, vibráció, stb.),

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

- k) környezeti hatások a tárolás, szállítás, szerelés és üzemeltetés közben (hőmérséklet, nedvesség, korróziós hatások, sugárzási hatások stb.),
- l) kapcsolódási és illesztési követelmények (funkcionális és fizikai kapcsolatok, geometriai paraméterek, technológiai paraméterek),
- m) a beépítendő anyagokra vonatkozó követelmények (összeegyeztethetőség, technológizálhatóság például hegeszthetőség, alakíthatóság - ellenálló-képesség a felmerülő igénybevételekkel szemben, stb.),
- n) konstrukciós követelmények (tartózás, bonthatóság, szállíthatóság, stb.),
- o) hidraulikai követelmények (nyomásesések, közegsebességek, stb.),
- p) vegyszeti követelmények (üzemi közegek, segédanyagok, környezeti anyagok kémiai jellemzői, mintavételezés, stb.),
- q) elhelyezési és elrendezési követelmények (a környezet kiszolgálhatósága, por-, tűz-, fizikai védelem, stb.),
- r) műszerezési követelmények (jelzések, irányítás, szabályozás, védelmek),
- s) megbízhatósági követelmények (közepes élettartam, meghibásodás mentes időszak, rendelkezésre állás, stb.),
- t) időszakos anyagvizsgálati, tesztelési, karbantartási, monitorozási feltételek, és követelmények,
- u) kezelési feltételek (lépcsők, pódiumok, motoros hajtások, távműködtetések, távellenőrzések, ergonómiai megfontolások, stb.),
- v) védelem a meghibásodások hatásai, az üzemviteli személyzet hibái ellen (kulcsok, reteszek, túlnyomásvédelem, stb.),
- w) korábbi üzemeltetési tapasztalatok,
- x) egyéb követelmények (ipari biztonságtechnika, munkavédelem, sugárvédelmi követelmények, organizációs feltételek stb.).

3.4. Ajánlások a tervezéshez

A nyomástartó berendezésekre és csővezetésekre vonatkozó általános tervezői előírások mellett a nukleáris nyomástartó berendezések és csővezetékek tervezésénél az alábbiakban részletezett ajánlások teljesítésére kell figyelmet fordítani.

3.4.1. Jelölés

3.2.1.2300. „A rendszerek, rendszerelemek azonosítására jelölési rendszert kell kialakítani.”

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

A nyomástartó berendezések és csővezetékek egyértelmű jelölésére az alábbi szabályok vonatkoznak:

- a) A rendszerelemeket a Paksi Atomerőmű 1-4. blokkjára kialakított Egységes Jelölési Rendszer alkalmazásával jelölik.
- b) Új jelzőszámok kiadása, illetve meglévő rendszerelemek eszközkódokkal történő ellátása „Az alfanumerikus jel meghatározásának, módosításának és adatbázisba kerülésének eljárásrendje” c. generáltervezői irányelv alapján történik.
- c) Az egységes (alfanumerikus) jelzőszámok helyszíni jelölésének módját az engedélyes belső utasításaiban határozzák meg.

A nyomástartó berendezések jelölését az esetleges hőszigetelésen kívül maradandó, de a berendezés szerkezeti anyagait nem sértő módon irányozzák elő, a csővezetékek esetében a jelöléseket legalább két helyen: az azonos jelölésű csővezetékek kezdetén és végén tüntetik fel.

A nyomástartó berendezéseket a gyártóműben jól látható helyen jelölő táblával látják el az alábbi tartalommal:

- a) a gyártómű megnevezése,
- b) gyári szám,
- c) gyártási év,
- d) tervezési nyomás (a köpenyben, a csőtérben és a kamrákban)
- e) tervezési hőmérséklet,
- f) a próbanyomás értéke,
- g) az üzemi közeg típusa.

A terv tartalmazza a táblák elhelyezését. Az eltakart táblák helyén a hőszigetelés legyen bontható.

3.4.2. Szerkezeti kialakítás

3.2.1.2200. „A biztonsági funkciót ellátó rendszereket, rendszerelemeket hasonló feltételek között kipróbált, bevált konstrukciós megoldásokat alkalmazva kell tervezni (...)”

A atomerőmű nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek korábbi tervezési gyakorlata alapján a következő szerkezeti kialakítási megoldásokat veszik figyelembe:

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

- a) Az anyákat, töcsavarokat, bilincseket, valamint a nyílások, a fedelek és karimák lezorító szerkezeteit biztosítani kell elmozdulás vagy lazulás ellen.
- b) A nyomástartó edények köpenyén és edényfenekein mind a belső, mind a külső oldalon megengedett különböző szerkezeti elemek hegesztéssel történő rögzítése, ha ez igazolhatóan nem megy a biztonság rovására.
- c) Azokra a csővezetékekre, amelyek belső átmérője 150 mm vagy ennél nagyobb, és a szállított közeg hőmérséklete 300 °C fölötti, tágulásmutatót kell felszerelni a csővezeték tágulásának ellenőrzésére, valamint a csőtartók helyes működésének megfigyelésére.
- d) A csővezetékek lezárható szakaszainak alsó pontjaira elzáró szerelvénnyel ellátott leürítő csonkokat kell felszerelni a vezeték leürítésére vagy lefúvatására.
- e) A csővezeték felső pontjain légtelenítőket kell felszerelni a levegő eltávolítására.
- f) A primerkör és a nagynyomású segédrendszerek leürítő és légtelenítő csőcsonkjait vagy vezetékeit két elzáró szerelvénnyel kell ellátni.
- g) Megengedett a légtelenítő csonkok közös vezetékre kötése az első elzáró szerelvények után, zárószelep felszerelésével.
- h) Radioaktív közeget szállító csővezetékek leürítőit és légtelenítőit csővezetékekkel, vagy a padlón kiképzett csatornával a speccsatorna hálózatba kell vezetni.
- i) Minden olyan gőzvezeték-szakaszt, amelyet elzáró szerelvények kikapcsolhatnak, a felmelegítés és víztelenítés céljára a végpontokon el kell látni csőcsonkkal és szeleppel. Abban az esetben, ha a nyomás nagyobb, mint 22 bar, valamint a primerkörhöz kapcsolódó gőzvezetékeknél, a nyomástól függetlenül csőcsonkot és két sorba kapcsolt elzáró szerelvényt kell felszerelni.
- j) A víztelenítő rendszernek biztosítani kell a rendszer működésének ellenőrzését a csővezeték melegezése idején.
- k) Telített gőzt szállító vezeték esetében a kondenzátum folyamatos elvezetését biztosítani kell kondenzedényen keresztül.
- l) A csővezetékek vízszintes szakaszain legalább 4⁰/₀₀-es lejtés szükséges a tervezett elvezetés irányában.
- m) A nyomástartó berendezéseket és csővezetékeket, valamint az összes acél tartószerkezetet biztonságos módon meg kell védeni a korróziótól.

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

- n) Különböző falvastagságú elemek összehegesztésénél a vastagabb elem falvastagságának elvékonyítása max. 15° hajlásszöggel történhet.
- o) Kiszolgálható és korlátozottan kiszolgálható helyiségekben a 45^oC-nál nagyobb külső hőmérsékletű nyomástartó berendezéseket és csővezetékeket hőszigeteléssel kell ellátni. Az impulzus csöveket azonban nem kell hőszigeteléssel ellátni.

Újjonnan beépített nyomástartó berendezések esetén az MSZ 27003NB(C,D)-3000 fejezetek konstrukciós előírásait és feltételeit ajánlott figyelembe venni.

3.4.3. Elzáró és szabályozó szerelvények

3.3.3.1100. „Az egyes rendszerekbe beépítendő szerelvények mennyiségét, helyét és típusát úgy kell meghatározni, hogy lehetséges legyen:

- a) a normál üzemviteli útvonalak és paraméterek beállítása,*
- b) a biztonsági funkciók ellátása,*
- c) időszakos funkciópróbák, időszakos ellenőrzési programok elvégzése, és*
- d) a rendszerelemek kizárása a karbantartáshoz és a javításhoz.”*

A szerelvények tervezésére vonatkozó részletszabályokat az MSZ 27003 szabványsorozat NB (NC, ND) – 3500 fejezetei tartalmazzák. Ezek figyelembevételére vonatkozó ajánlások a

- a) 3.3: Nyomástartó berendezések szilárdsági számítási normái és
- b) 3.25: Üzemelő nyomástartó berendezések szilárdsági elemzése c. útmutatókban található.

A Paksi Atomerőmű nyomástartó rendszereinek tervezési gyakorlata alapján az elzáró és szabályozó szerelvények tervezésekor az alábbi ajánlások betartandók:

- a) A nyomástartó csővezetékekbe betervezett szerelvények névleges paramétereit szabványok, iparági szabványok, vagy gyártóművi műszaki feltételek alapján határozzák meg.
- b) A szerelvények névleges paraméterei nem lehetnek alacsonyabbak a csővezeték VBJ-ben elemzett üzemi és üzemzavari paramétereinél.
- c) Az olyan nyomás-, hő- és mechanikai hatásokat, amelyek földrengésből, maximális szárerőből, záróerőből, szerelési erőkből és olyan egyéb erőkből származnak, amelyeket a tervezési specifikációkban előírtak, be kell foglalni a tervezési elemzésbe.

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

- d) Az időszakos nyomáspróbák elvégzéséhez üzemi vagy provizórikus szerelvényeket, megfelelő indoklás alapján hegesztett lezárást, vagy vakkarimát kell előírni. Utóbbi esetekben a provizóriumok fel- és leszerelésével kapcsolatos követelményeket rögzíteni kell.
- e) Szabályozó szerelvényt nyomáspróba határára nem szabad előírni.
- f) Szerelés, átalakítás utáni tisztításhoz és üzembevétele előtti próbákhoz provizórikus szerelvények előírhatók.
- g) A szerelvények redundanciáját a biztonsági jelentésben foglaltaknak megfelelően kell előírni.
- h) A szerelvények zárástömorségére vonatkozó követelményeket az üzemviteli követelmények figyelembevételével meg kell határozni.
- i) A szerelvények nyitására és zárására a nyitási és az üzemi és az üzemi zavari körülmények és követelmények figyelembevételével meg kell határozni. 300 N-nál nagyobb nyitó- vagy záróerőt igénylő szerelvényt villamos, vagy pneumatikus hajtással kell ellátni.
- j) A nyitó- és záróerő csökkentése megkerülő vezeték beépítésével megengedett. A megkerülő vezeték megfelelő elzáró szerelvényekkel kell ellátni.
- k) Elzáró szerelvényt szabályozóként, illetve szabályozó szerelvényt és visszacsapó szelepet elzáróként nem szabad figyelembe venni.
- l) A 22 barnál nagyobb üzemi nyomású közegeket az ennél kisebb üzemi nyomású környezettől kettős elzárással kell elzárni.
- m) A ZÜHR-rendszereket a fővízkörtől legalább két visszacsapó szeleppel és egy elzáró szerelvényvel kell elválasztani.
- n) A szerelvényeket el kell látni a nyitott és zárt véghelyzet jelzésével.
- o) A tervben indokolt helyeken a közbenső helyzetek jelzését elő kell írni.
- p) A tervben indokolt helyeken a szerelvények nyitott vagy zárt állapotban történő rögzítését elő kell írni.

3.4.4. Szivattyúk tervezésének szempontjai

A szivattyúk jellemző nyomástartó elemei a következők.

- a) szivattyúházak,
- b) szivattyú beömlő- és kiömlőnyílások,

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

- c) szivattyúfedelek,
- d) leszorítógyűrűk,
- e) tömítésház és tömszelencék,
- f) kapcsolódó csavarkötés,
- g) szivattyú belső hőcserélő csővezetéke,
- h) szivattyú segéd-csonkcsatlakozások,

A szivattyúk tervezésére vonatkozó részletszabályokat az MSZ 27003 szabványsorozat NB (NC, ND) – 3400 fejezetei tartalmazzák.

Szivattyúházak tervezésekor legalább a következő terheléseket kell figyelembe venni.

- a) belső és külső nyomás;
- b) dinamikus terhelések (ütközési terhelések), beleértve a gyorsan változó nyomásokat;
- c) a szivattyúház és az üzemi közeg súlya,
- d) az üzemi közeg statikus és dinamikus nyomómagassága miatti járulékos nyomás;
- e) az olyan járulékos terhelések, amelyeket más komponensek, (működő szerelvény, szigetelés, korrózió vagy erózió elleni bevonat és csővezeték) okoznak;
- f) rezgések, és
- g) ha elő van írva, akkor a földrengésből eredő terhek;
- h) hőmérsékleti hatások.

A szivattyúk tervdokumentációjában legalább az alábbi adatokat kell meghatározni:

- a) A szivattyúval együtt szállítandó rajzok, beleértve a tartalék alkatrészek gyártási terveit
- b) Minimális bemenő oldali nyomás
- c) Maximális és névleges emelőmagasság
- d) A szivattyú tervezett jelleggörbéje
- e) Tervezési hőmérséklet
- f) Üzemi közeg
- g) Szállított mennyiség

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

- h) A nyomástartó elemek próbanyomása
- i) A nyomáspróba hőmérséklete
- j) A szivattyú tervezett üzemideje

3.4.5. Szerkezeti és hegesztési anyagok

3.3.2.0600. „A nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerek, rendszerelemek tervezésekor olyan szerkezeti anyagokat kell alkalmazni, amelyek:

- a) kipróbáltak, környezetállósági szempontból minősítettek, megfelelnek a tervezési és környezeti feltételeknek,
- b) minőségi osztályuk, jellemzőik igazoltan a tervezésnél alkalmazott szabvány vagy tervezői specifikáció által megadott határértéken belüliek,
- c) neutronsugárzásnak kitett rendszerek, rendszerelemek esetén
 - ca) a felaktiválódásra a lehető legkevesbé hajlamosak, szerkezetük pedig olyan, hogy felaktiválódás esetén a felaktiválódott részek helyben maradnak, és
 - cb) a feszültségkorrózió-állóság a sugárzás hatására sem romlik,
- d) a neutronsugárzásnak kitett 1. biztonsági osztályba sorolt rendszerelemek esetén anyagtulajdonságainak változása a lehető legkisebb és ellenőrizhető a teljes élettartam alatt,
- e) degradációs folyamataik az adott körülmények között és közegben ismertek, a degradáció a tervezett élettartamon belül a funkciót nem korlátozza,
- f) olyan felületi kiképzést tesznek lehetővé, amelyek az üzemeltetés és a leszerelés során a lehető legnagyobb mértékben dekontaminálhatók, továbbá
- g) tűzállóak, vagy a tűzveszélyességük kellően korlátozható.”

Üzemelő nyomástartó berendezések és csővezetékek esetén a létesítés során érvényes szabványok szerinti anyagminőségeket úgy tekintik, mint amelyek megfelelnek az NBSZ 3.3.2.0600. pont követelményeinek.

A nyomástartó berendezések és csővezetékek anyagait a megkövetelt fizikai-mechanikai tulajdonságok, a technológizálhatóság, a hegeszthetőség és a tervezett élettartam során az üzemi körülményeknek megfelelő, biztonságos üzemeltethetőség feltételeiből kiindulva kell kiválasztani.

Az anyagok kiválasztását a tervdokumentációban indokolni kell.

Átalakítások tervezésénél az eredetileg alkalmazott anyagokkal megegyező anyagokat kell előnyben részesíteni.

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

Az anyagjellemzőket a tervezési paraméterekhez tartozó terjedelemben kell vizsgálni. Alapanyagok és hegesztőanyagok bizonylatolási előírásait az MSZ EN 10204 sz. szabvány osztályai szerint kell megválasztani.

Új anyagok alkalmazása esetén legalább a következő ellenőrzéseket végzik el (vagy elvégzésük szükségtelenségét bizonyítják) az anyagra javasolt hőmérséklettartományban:

- a) szakítószilárdság
- b) folyáshatár
- c) fajlagos nyúlás
- d) fajlagos kontrakció
- e) fajlagos egyenletes elvékonyodás
- f) kúszás
- g) tartamszilárdság
- h) ciklikus szilárdság
- i) ridegtörés kritikus hőmérséklete
- j) a ridegtörés kritikus hőmérsékletének változása az öregedés és kifáradás hatására
- k) képlékenységi tulajdonságok időbeli változása.

A reaktoranyagok fenti adatait a sugárzás hatását figyelembe véve határozzák meg.

A mechanikai tulajdonságokat 20 °C-tól kezdve az ajánlott maximális üzemi hőmérsékletet legalább 50 °C-kal meghaladó tartományra határozzák meg.

Az ütőmunkát az anyag kritikus ridegtörési hőmérsékletétől kezdve a fent megadott felső hőmérsékleti határig határozzák meg.

Az anyagok tulajdonságának időbeli stabilitását az anyagok felhasználásakor előforduló hőmérsékleten különböző ideig végzett öregítés után végzett kísérletekkel igazolják.

Az anyagok kiválasztását indokolják a kifáradás és feszültség-korróziós repedéssel szembeni ellenállás jellemző értékeivel, figyelembe véve a technológiai tényezőket, pld. előzetes megmunkálás és hőkezelés ilyen irányú hatását.

Meghatározzák azokat az adatokat, amelyek jellemzik a korrózió sebességét, üzemi körülmények között.

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

A hegesztendő anyagok esetében meghatározzák azokat az adatokat, amelyek az ajánlott technológia szerint készített hegesztett kötések tulajdonságait jellemzik. A hegesztett kötések ugyanazoknak a próbáknak és kísérleteknek alávetik, mint az alapanyagot.

Meghatározzák az anyagok fizikai-mechanikai tulajdonságaira jellemző alábbi adatokat:

- a/ a rugalmassági modulus értékét különböző hőmérsékleten;
- b/ a hőtágulási együttható átlagos értékét a szóban forgó hőmérséklet-tartományban;
- c/ a hővezetési együttható értékét a megfelelő hőmérsékleteken.

Új anyagok alkalmazása esetén az - osztályba sorolástól függően - a tervező határozza meg az új anyagok megbízhatóságának igazolásához szükséges vizsgálatokat.

Új konstrukciójú nyomástartó berendezések esetén különös gondot fordítanak az üzembe helyezési program során végzendő mérések és próbák programjának kidolgozására, illetve ezek dokumentálására és elemzésére.

Szükség esetén mintadarabok vizsgálatát, illetve különböző méretű makettek vizsgálatát előíranyozzák.

3.4.6. Félkésztermékek

Félkésztermékek felhasználásának tervezésekor a szabványos félkésztermékek alkalmazását kell előnyben részesíteni.

Biztosítani kell, hogy a szabványban meghatározott alkalmazási terület tartalmazza a tervezett beépítési helyen várható igénybevételi feltételeket.

A félkésztermékre vonatkozó műszaki és minőségi követelményeket a berendezés, vagy csővezeték minőségbiztosítási osztályba sorolásának megfelelően kell kiválasztani.

Nem szabványos félkésztermék betervezése esetén rögzíteni kell a gyártás egyedi műszaki és minőségi feltételeit. Ezek az alábbiakra terjednek ki:

- a) a vegyi összetétel elemzése,
- b) a felhasznált alapanyag mechanikai tulajdonságai,
- c) a geometriai méretek ellenőrzése,
- d) a felületek állapota és ellenőrzése,
- e) metallográfiai vizsgálatok,

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

- f) a ridegtörés átmeneti hőmérsékletének meghatározása,
- g) alakíthatóság (tágítás, lapítás, hajlítás),
- h) roncsolásmentes vizsgálatok,
- i) kristályközi korróziós vizsgálatok.

A műszaki és minőségi feltételek határozzák meg az ellenőrzés elvégzésének módját, a megfelelőségi kritériumokat és a bizonylatolási követelményeket a biztonsági osztályba sorolás és a várható üzemeltetési körülmények figyelembevételével.

Hossz- vagy spirálvarratos csövek betervezése esetén a varratok követelményei nem lehetnek alacsonyabbak az alapanyagénál. Ennek ellenőrzésénél különös figyelmet kell fordítani a tágító, lapító és hajlító-próbák, valamint a roncsolásmentes vizsgálatok előírásaira.

Lemezkből készítendő nyomástartó berendezések és csővezetékek tervezésénél a geometria tűrések és a gyárthatósági feltételek betartása mellett a hegesztési varratok száma az elérhető legkevesebb legyen.

Plattírozott és felrakóhegesztéssel készített lemezek esetében a felrakott réteg és az alapfém közötti kötés ellenőrzésére ultrahangos eljárást kell előírni.

Kötőelemek alkalmazásánál az összekötendő elemekkel (karimák, osztósíkok, búvónyílások) azonos szerkezeti osztályba tartozó acélminőségű kötőelemeket kell előírni.

Eltérő anyagosztályú kötőelemek alkalmazása max.50 °C üzemi hőmérséklet, vagy a megfelelőség egyedi számításos, illetve kísérleti igazolása esetén megengedett.

Nagy igénybevételű csavarkötéseknél az alábbi kiegészítő követelmények szükségesek:

- a) a csavarmeghúzás műszaki követelményei (nyomaték vagy nyúlásérték),
- b) a csavarmeghúzás technológiai követelményei (nyomatékkulcs, csavarhúzó gép, csavaró igénybevétel nélküli meghúzás, nyúlásmérés),
- c) a csavarok keménysége 12 HB-vel haladja meg az anyák keménységét,
- d) a hajlító igénybevétel kiküszöbölésére homorú-domború alátéteket kell előírni.

3.4.7. Hegesztés és ellenőrzése

3.3.3.0700. „A nyomástartó berendezés és csővezeték tervezésénél az alkalmazott szabványok keretein belül biztosítani kell, hogy

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

- a) a kötések számát minimalizálják, és
- b) a csővezetékek elemeinek összeillesztésénél hegesztett kötéseket alkalmaznak, kivéve, ahol
- ba) az üzemeltetési körülmények miatt oldható kötés szükséges, vagy
- bb) hegesztési munkák végzése tilos, vagy
- bc) igazolható, hogy az oldható kötés meghibásodása nem jár a szervezetlen szivárgás növekedésével, vagy primer vagy szekunder köri hűtőközeg-vesztéssel."

3.3.3.0800. „Csak külön elemzés elvégzése esetén, egyedi, indokolt esetben, szabad varratokat alkalmazni olyan helyeken, ahol ezek hajlító-igénybevételnek vannak kitéve, és ahol a feszültség koncentrálódik. A nyomástartó berendezés és csővezeték hegesztésénél teljes beolvadást biztosító kötést kell alkalmazni.”

Az NBSZ 3.3.3.0700. b) követelményének teljesítésekor a tervező az alábbi korlátozásokat veszi figyelembe:

- a) Hegesztési varratokat az alátámasztási helyeken kívül, a tartók szélétől legalább 200 mm távolságra kell elhelyezni. Abban az esetben, ha ez nem lehetséges, akkor biztosítani kell az alátámasztás alatti hegesztési varratok ellenőrzését.
- b) Hegesztési varratok találkozásait nem lehet alátámasztó szerkezetekkel elfedni.
- c) Fekvő hengeres berendezések esetén, melyek alsó része üzem közben nehezen vizsgálható, hosszvarratok a központi szög 140 °-os határai között nem helyezkedhetnek el az alsó részben.
- d) Hossz- vagy spirálvarratos csövek csak akkor alkalmazhatók, ha szállításuk és beépítésük jóváhagyott különleges műszaki feltételek mellett történik, és a szállító vállalat a hegesztett varrat minőségét teljes hosszában ellenőrzi. A hegesztett csövek anyagának tulajdonságait és minőségét meghatározó, előírt próbák típusára és előírásaira vonatkozó egyéb követelmények nem lehetnek kevésbé szigorúak az ugyanolyan acélminőségből készült varrat nélküli csövekre megállapítottaknál.
- e) Nem szabad olyan helyeken varratokat alkalmazni, ahol ez hajlító igénybevételnek van kitéve, és olyan helyeken, ahol a feszültség koncentrálódik.
- f) Minden olyan esetben, amikor ez lehetséges, a hegesztett kötéseket tompaillesztésűek legyenek. Olyan hegesztési tompakötések alkalmazása, amelyek a teljes beolvadást nem biztosítják, nem megengedett.

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

- g) Csőcsonkok, csőelágazások, karimák és síkfenek felhegesztésénél megengedett teljesen átolvadt sarokvarratok alkalmazása. Teljes átolvadást nem biztosító sarokvarratok csak olyan csőelágazások vagy csövek hegesztésénél engedhetők meg, amelyek hajlító igénybevételt nem vesznek fel.

A nyomástartó berendezések és csővezetékek hegesztésével kapcsolatos részletes ajánlások a 4.10: Atomerőművi berendezések hegesztése c. útmutató foglalkozik.

3.3.2.0900. „A tervezés során a szerkezeti anyagok kiválasztásakor, az anyag- vagy termékszabványoknak megfelelően, meg kell határozni az ellenőrzéseket, anyagvizsgálatokat és a bizonylatolás követelményeit.”

Átalakítás során bekerülő új nyomástartó berendezés és csővezeték esetén az MSZ 27003: Nukleáris létesítmények berendezéseinek konstrukciós szabályai c. szabványsorozat NB(C,D,F) 2000 fejezetek szabványelőírások alkalmazása ajánlott az alábbi eltérésekkel:

Alapelőírásként kezelik az

- MSZ EN ISO 9712: Roncsolásmentes vizsgálat. Roncsolásmentes vizsgálatot végző személyzet minősítése és tanúsítása című szabványt, illetve az adott vizsgálati eljárásokra érvényes MSZ EN (ISO) előírásokat.

A korábbi MSZ EN 473 szabvány a személyzet minősítésére és tanúsítására alkalmazható a tanúsítás érvényességéig.

Ugyancsak alapelőírásként tekintendők a következő hegesztési szabványok:

- a) MSZ EN 287-1 Hegesztők minősítése. Ömlesztőhegesztés. 1. rész: Acélok;
- b) MSZ EN ISO 9606 Szabványsorozat Hegesztők minősítése. Ömlesztőhegesztés;
- c) MSZ EN ISO 15614-1 A fémek hegesztési utasítása és hegesztéstechnológiájának minősítése;
- d) MSZ EN 10027 szabványsorozat Az acélok jelölési rendszere;
- e) MSZ EN ISO 2560 Hegesztőanyagok. Bevont elektródák ötvözetlen és finomszemcsés acélok kézi ívhegesztéséhez. Osztályba sorolás;
- f) MSZ EN ISO 14343 Hegesztőanyagok. Huzal-, szalagelektrodák, hegesztőhuzalok és -pálcák korrózióálló és hőálló acélok ívhegesztéséhez. Osztályba sorolás.

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

Az ASME BPVC V. és IX. fejezetre történő általános, illetve konkrét ASTM szabványokra vagy azoknak az ASME szabványbizottsága által adaptált változatára (pl. SA-..., SE-...) való hivatkozások helyett a tartalmilag megfelelő MSZ hegesztési és vizsgálati szabványokat lehet használni.

Amennyiben nem hazai vállalkozó végez hegesztést vagy anyagvizsgálatot, akkor a IX. és/vagy V. kötet követelményei alkalmazhatók. Egyebekben az ASME BPVC V. és IX. kötet előírásai elsősorban módszertani segédletként beépülhetnek a technológiákba.

Egyéb, az NBSZ hivatkozott, 3.3.2.0900 pontjának teljesítésére vonatkozó ajánlások a 4.10: Atomerőművi berendezések hegesztése c. útmutatóban található.

3.4.8. Vizsgálati és karbantartási feltételek

3.2.1.1200. *„Biztosítani kell, hogy az atomerőmű rendszereinek és rendszerelemeinek állapotát ellenőrizni lehessen annak igazolására, hogy az alapvető tervezési követelmények teljesülnek.”*

3.2.1.2600. *„A rendszereket, rendszerelemeket úgy kell megtervezni, hogy a gyárthatóság, szerelhetőség, építhetőség, ellenőrizhetőség, karbantarthatóság, javíthatóság biztosítható legyen.”*

Nyomástartó berendezések és csővezetékek tervezése esetén az alábbi ajánlások betartása indokolt:

- a) Azokon a helyeken, ahol üzemeltetés közben időszakos roncsolásmentes vizsgálatot irányoznak elő, leszerelhető hőszigetelést kell alkalmazni.
- b) A primerköri főkeringtető csővezetékek hőszigetelésének teljes hosszúságban szerelhetőnek kell lennie.
- c) A nyomástartó edény körül a szabadon hagyott elhelyezési távolságot, valamint a földre fektetett berendezések és csővezetékek egymás közötti, illetve a kábelektől és épületszerkezeti elemektől való minimális távolságát az üzemeltetési, karbantartási, javítási, illetve ellenőrzési igények figyelembevételével határozzák meg.
- d) Amennyiben fenti tevékenységek végrehajtása nem biztosítható a szerkezet takarása, a hozzáférés korlátos volta miatt, akkor vagy tervezési megoldások szükségesek a korlátozott hozzáférés ellensúlyozására, vagy igazolják, hogy a tervezett ideig tartó működés ellenőrzés, felügyelet nélkül fenntartható.
- e) A nyomástartó berendezések és csővezetékek szerkezeti kialakításánál biztosítani kell az alapfém és a hegesztési kötések szemrevételezésének

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

és roncsolásmentes vizsgálattal történő ellenőrzésének, valamint a tisztítási és javítási munkák elvégzésének lehetőségét.

- f) Ha a berendezés, vagy csővezetékek elhelyezési körülményei vagy a sugárzási viszonyok miatt a fém állapotának vizsgálata nem történhet meg szokványos eszközökkel, akkor olyan különleges készülékeket, szerkezeteket kell betervezni, amelyek lehetővé teszik az előírt ellenőrzések végrehajtását.
- g) Radioaktív hőhordozó közeget tartalmazó berendezés és csővezetékek anyaga és konstrukciója tegye lehetővé a dekontaminálást és a dekontamináló oldat teljes eltávolítását.
- h) Ha a dekontamináló oldatok helyszínre szállítása és elvezetése nem lehetséges üzemi vezetéken keresztül, akkor erre a célra külön csővezetékot kell tervezni és kiépíteni.
- i) Biztosítani kell a levegő elvezetésének lehetőségét feltöltés vagy leürítés esetén. Gondoskodni kell a munkaközeg és a kondenzációs termékek elvezetéséről.

3.4.9. Öregedési folyamatok kezelése és környezetállósági minősítés

3.3.2.0200. *„Az élettartamot korlátozó degradációs folyamatok elemzésével bizonyítani kell, hogy a nem cserélhető rendszerelemek és a nem cserélendő passzív biztonsági és fizikai gát funkciót megvalósító rendszerelemek élettartama legalább olyan hosszú, mint az atomerőmű egészére meghatározott tervezett élettartam, figyelembe véve a teljes élettartam során várható terheléseket és öregedési folyamatokat a szükséges tartalékokkal.”*

3.3.3.0600. *„A nyomástartó berendezés és csővezeték tervezésekor figyelembe kell venni az anyagok fizikai, mechanikai tulajdonságainak neutronfluxus hatására történő megváltozását.”*

3.3.2.2600. *„Passzív fémes és beton rendszerelemek környezetállóságát tervezéssel kell biztosítani. A környezetállóságot szükség esetén elemzésekkel kell igazolni.”*

Nyomástartó berendezések és csővezetékek tervezésekor meghatározzák a cserélhető és a nem, vagy csak nagy ráfordítással cserélhető rendszerelemeket. Ezekre külön öregedéskezelési programokat dolgoznak ki.

Az öregedési folyamatok figyelembe vételére a 3.13 Az öregedési folyamatok figyelembevétele a tervezés során c. útmutató ad részletes ajánlásokat.

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

A MSZ 27003 szabványsorozat csak új nyomástartó berendezések tervezési követelményeit tartalmazza. Az öregedési folyamatok figyelembevételét az ASME BPVC III. W - nem kötelező melléklete részletezi az alábbiak szerint:

- a) a szerelemekre ható környezeti feltételek,
- b) korróziós károsodási folyamatok,
- c) ridegesséssel összefüggő károsodások,
- d) egyéb károsodási folyamatok.

A nyomástartó berendezések és csővezetékek környezetállósági minősítésből származó követelményeket az előzőekben említett W - nem kötelező melléklet figyelembevételével, a tervezési specifikációban szereplő környezeti feltételek alapján állítják össze.

Nyomástartó berendezések és csővezetékek esetén mód van a tervezési élettartam meghosszabbítására a hatóság ilyen irányú döntése alapján. Az üzemidő meghosszabbításához legalább az alábbi dokumentumokat nyújtják be:

- a) az üzemidő meghosszabbításának lehetőségét bizonyító szilárdsági számítás,
- b) az anyagok időszakos anyagvizsgálatainak dokumentációi,
- c) azok a jegyzőkönyvek, amelyek bizonyítják, hogy a nyomástartó berendezések és csővezetékek képesek ellátni biztonsági funkciójukat a meghosszabbított üzemidő során.

Az üzemidő meghosszabbításának részletes feltételei az 1.28: A tervezett üzemidőn túli üzemeltetés hatósági eljárásai c. útmutatóban találhatóak.

3.3.3.0500. „Igazolni kell, hogy az 1. és 2. biztonsági osztályba sorolt szerelemek anyaga a terhelésnek megfelelő szívóssággal rendelkezik. Az anyagban - a TA1-4 üzemállapotokban - új repedések nem keletkezhetnek. Igazolni kell, hogy az anyagban már meglévő repedések az instabil repedésterjedéssel szemben megfelelő ellenállással rendelkeznek, ezáltal biztosított, hogy a betervezett rendszeres vizsgálatok a hibákat időben feltárják.”

Az anyagok töréssel szembeni ellenállásának terjedelmére, vizsgálati eljárásaira, vizsgálati követelményeire, átvételi feltételeire, az előírt ütővizsgálatok számára, a megismételt vizsgálatok számára, továbbá a vizsgálati műszerek és berendezések kalibrálására vonatkozó követelményeket az

- a) MSZ 27003-1-1 szabvány NB-2300 (ABOS 1 berendezésekre), valamint az

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

- b) MSZ 27003-1-2 szabvány NC-2300 (ABOS 2 berendezésekre) fejezetei tartalmazzák.

Az anyagok szívósságának megfelelőségével a

- a) 3.25: Üzemelő nyomástartó berendezések szilárdsági elemzése, illetve a
b) 3.18. A VVER-440/213 reaktortartály ridegtöréssel szembeni biztonságának értékelése normál üzem, szilárdsági nyomáspróba, nyomás alatti hűtés (PTS) és nem várt üzemi események esetén c. útmutató részletesen foglalkozik.

3.4.10. Túlnyomás elleni védelem

3.3.3.1200. *„A nyomástartó berendezéseket és csővezetékeket, amennyiben a megengedettnél nagyobb nyomás alakulhat ki bennük, megfelelő nyomáshatároló eszközzel kell felszerelni. A nyomáshatároló eszközöket úgy kell megtervezni, hogy működésük esetén a környezetbe kikerülő radioaktív anyag mennyisége az ésszerűen elérhető legalacsonyabb szintű legyen.”*

3.3.3.1300. *„Amennyiben egy nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszer, rendszerelem kapcsolatban van egy olyan rendszerrel, rendszerelemmel, amelynek üzemi nyomása az előbbinél magasabb, akkor a rendszert, rendszerelemet ezen utóbbi rendszer, rendszerelem nyomásértékeire kell tervezni, vagy tervezési megoldásokkal kell gondoskodni arról, hogy még egyszeres meghibásodás esetén se lépje túl az alacsonyabb nyomásra tervezett rendszer, rendszerelem nyomása a tervezési értéket.”*

3.4.10.1. Általános ajánlások

A nyomástartó berendezéseket és csővezetékeket meg kell védeni a tervezési specifikációban meghatározott tervezési nyomást vagy üzemi határértékeket meghaladó nyomás- és azzal egybeeső hőmérsékleti állapotok hatásából eredő következményektől.

A túlnyomás elleni védelmet biztonsági szerelvényekkel, nyomásszabályozó vagy védelmi rendszerekkel valósítják meg.

Az ABOS 1-3 túlnyomásvédelmi rendszereket az MSZ 27003 szabványsorozat NB (NC, ND) -7000 fejezetei szerint tervezik.

Meglévő berendezés esetén a létesítéskor érvényes, lefúvatási követelményekre vonatkozó előírásoknak való megfelelés elfogadható. (A biztonsági szerelvények tervezésekor az MSZ 7400-1,3,4,6,7 sz. szabványok voltak érvényben.) Az ABOS 4 berendezések biztonsági szelepeivel kapcsolatban jelenleg az MSZ EN 764-7 harmonizált európai szabvány van érvényben.

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

A túlnyomásvédelmet teljesítmény üzemben biztosító lefúvató szelepeket úgy tervezik meg, hogy elegendő redundanciával és kapacitással rendelkezzenek ahhoz, hogy megelőzzék a biztonsági szelepek működését.

A biztonsági és/vagy a lefúvató szelepeket a várható tranziens és üzemzavari üzemeltetési körülményekre is minősítik.

A túlnyomásvédelmi rendszert úgy tervezik, hogy a működőképességét fenn lehessen tartani a külső energiaellátás elvesztése esetén. A rendszert tartalék vagy teljesen függetlenített áramforrás segítségével működőképes állapotban tartják minden tervezhető üzemállapotban.

A túlnyomásvédelmi rendszer és rendszerlemeinek tervezésekor biztosítják, hogy a túlnyomásvédelmi rendszer lefúvató szelepeinek téves működése ne eredményezzen elfogadhatatlan következményt (pl. szelephelyzet monitorozó rendszer beépítésével a vezénylőbe).

A reaktor hőhordozó rendszerben a reaktor leállítása vagy indítása közben a nyomás csökkentésére és/vagy szabályozására alkalmas eszközök magukba foglalhatják a reaktor hűtőközeg leeresztése a reaktor hőhordozó rendszerén és a kiegészítő rendszereken keresztül, vagy nyomottvízes atomerőművek esetén a 1. sz. víztisztító és a pótvíz rendszeren keresztül történő leeresztés funkciókat.

A túlnyomásvédelmi rendszert úgy tervezik, hogy védett rendszer nyomástartó határán belül, minden rendszerelem tervezési nyomása felett 10%-nál nagyobb nyomásnövekedést megakadályozzon a rendszer várható tranziens állapota esetén.

3.4.10.2. A túlnyomásvédelmi jelentés

A nyomástartó rendszerekre a tervező túlnyomásvédelmi jelentést készít, amely meghatározza a védett nyomástartó berendezések és csővezetékek túlnyomás elleni védelmét. A túlnyomásvédelmi jelentés a következőket tartalmazza (ahol jellemző):

- a) az MSZ 27003 megfelelő fejezetére vonatkozó hivatkozás;
- b) a védett rendszerek elrendezését ábrázoló és a nyomáshatároló eszközöket tartalmazó rajzok;
- c) az üzemi állapotok tartományának hatása, beleértve a lefúvató csővezeték ellennyomásának hatását;
- d) a legnagyobb nyomáscsökkentési követelményeket előidéző állapotok elemzése;

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

- e) az a lefúvatási teljesítmény, mely szükséges ahhoz, hogy bármely alkatrészben a nyomás-emelkedést megakadályozza az NB(NC, ND)-7300 határértékeinek túllépésében;
- f) az üzemi vezérlő szervek vagy a védett rendszer biztonsági vezérlő szerveinek leírása;
- g) a nyomáscsökkentő készülékek és a hozzátartozó nyomásérzékelő és vezérlő szervek redundanciája és függetlensége, amelyek a túlnyomásvédelem kiesésének megakadályozására szolgálnak, bármely nyomáscsökkentő készülék, érzékelő elem, kapcsolódó vezérlőszerv, vagy külső energiaforrás meghibásodásának esetén;
- h) az egyes rendszerelemek leválaszthatóságának mértéke a túlnyomásvédelmi rendszerről és az olyan feltételek elemzése, amelyek alapján további egyedi túlnyomásvédelem szükséges;
- i) a tervezett másodlagos nyomás, beleértve a nyomáscsökkentő készülékekre vonatkozó tervezési specifikációban meghatározott érték indoklását;
- j) az átmeneti nyomásállapot elemzése, beleértve a nyomáscsökkentő szelepek reakció idejével összefüggő nyomást, számításba véve a folyadék és a kétfázisú áramlás hatását;
- k) a beállított nyomás és a lefúvatás korlátainak szempontjai, figyelembe véve a nyitónyomás túréseit és a nyomáshatároló eszköz túlnyomatását;
- l) a hasadótárca felszakadási nyomás túréseire és gyártási tervezési tartományára vonatkozó szempontok;
- m) annak igazolása, hogy a nyomáshatároló eszközökre nincs szükség, ha ez alkalmazható;
- n) a belépőoldali közeg leürítési ideje, ha a nyomáshatároló biztonsági szelepet egy nyomókörre szerelték, mivel a szelep teljes nyitása nem történhet meg, amíg a belépőoldal teljesen le nem ürül.

Üzemelő túlnyomásvédelmi rendszerek esetén a meglévő dokumentációk fentieknek megfelelő összegyűjtése ajánlott.

3.4.10.3. Biztonsági szerelvények

A túlnyomásvédelmi feladatokat ellátó szerelvények lehetnek visszazáró és nem visszazáró nyomáscsökkentő készülékek.

A biztonsági szerelvények integritásával összefüggő elemzésekre (szilárdsági számításokra) vonatkozó részletes követelményeket az MSZ 27003 szabványsorozat NB(NC, ND) 3590 fejezetei tartalmazzák (ld. 3.3: Nyomástartó berendezések szilárdsági számítási normái, ill. 3.25: Üzemelő nyomástartó berendezések szilárdsági elemzése sz. útmutató).

További, a biztonsági szerelvényekkel kapcsolatos ajánlások a következők:

- a) A visszazáró nyomáscsökkentő szelepeket úgy tervezik, hogy az üzem közbeni, a munkaközeg hatásából származó károsodásukat időszakos vizsgálattal vagy próbával meg lehessen határozni.
- b) Lehetőséget biztosítanak a szerelvény helyzetének távérzékelésére.
- c) A biztonsági szelepek kialakítása zárja ki az ütközések lehetőségét nyitáskor és záráskor.
- d) A biztonsági szelepeket a védett készülékekhez közvetlenül csatlakozó záró szerelvény nélküli csonkokhoz vagy csővezetékekhez kell felszerelni.
- e) Biztonsági szelepek csonkjain és védett berendezést a biztonsági szelepekkel összekötő csővezetéken közegmegcsapolás nem engedhető meg.
- f) A biztonsági szelepen kiáramló közeg biztonságos elvezetéséről gondoskodni kell.
- g) A biztonsági szelep áteresztőképességének számításakor figyelembe kell venni a szelep utáni ellennyomást, ha ilyen van.
- h) A biztonsági szelepek számát, méretét és áteresztőképességét számítással úgy kell meghatározni, hogy a védett berendezésben az engedélyezési nyomást legfeljebb 10 %-kal meghaladó nyomás alakulhasson ki.
- i) Új biztonsági szerelvények áteresztő képességét egy biztonsági szerelvény próbapadon történő ellenőrzésével a gyártóműben végzik el.
- j) A biztonsági szelep rugóját meg kell védeni az üzemi közeg közvetlen hatásától.
- k) Olyan minőségű biztonsági szelepeket kell alkalmazni, amelyek biztosítják, hogy a biztonsági szelepek zárónyomása a beállított nyitónyomás 95 %-nál kisebb nem lehet.

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

- l) A térfogat kiegyenlítőn és a gőzfejlesztőkön csak segédvezérlésű biztonsági szelepek alkalmazhatók. A vezérlőszelep ebben az esetben legalább 15 mm névleges beömlési átmérőjű, közvetlen működésű, elektromágneses nyitó-záró segédműködtetéssel ellátott biztonsági szelep legyen. A biztonsági szelepek legyen legalább két egymástól független impulzus szelepe. Amennyiben az egyik meghibásodik, a másik fogja a szelepet megbízhatóan kinyitni.
- m) Biztonsági szeleppel el nem látott dugattyús szivattyúk nyomóágán az elzáró szerelvény előtti szakaszon biztonsági szelepet irányoznak elő.
- n) Hasadótárcsák esetén a hasadási nyomás túrése a tárcsa előírt hőmérsékletén ne legyen nagyobb a meghatározott és tanúsított hasadási nyomás $\pm 5\%$ -ánál, hacsak a tervezési specifikációban és a túlnyomásvédelem jelentésében nincsenek más értékek előírva.

3.4.10.4. Védelmi és egyéb rendszerek

Az olyan nyomástartó berendezések védelmét, amelyek betápláló forrásának nyomása nagyobb, mint a berendezés megengedett nyomása, a betápláló vezetéken automatikus működésű nyomásszabályozó eszközzel látják el.

Túlnyomás elleni védelem tervezésénél figyelembe vehető az a védelmi rendszer, amely meg nem engedhető nyomásemelkedés esetén kiváltja a reaktor védelem működését.

A túlnyomás elleni védelem egyéb eszközei a lefúvatószelepek és az olyan nyomáscsökkentő rendszerek, amelyek a nyomást a normál nyomásszabályozás közben csökkentik (pl. a térfogat kiegyenlítő befecskendező rendszere).

A lefúvató szelepek legyenek automatikus működésűek, amelyek a blokkvezénylőből és a tartalék vezénylőből nyithatók, és amelyek felhasználhatók a nyomás ellenőrzött szabályozására. A lefúvató szelep lehet egyetlen szerelvény, vagy lehet pl. szabályzó szelep és biztonsági szelep típusú gyorsműködésű szelep kombinációja.

Ezen rendszereket úgy tervezik, hogy egyetlen elem meghibásodása által okozott ellenőrizetlen nyomáscsökkenést (pl. nyitott állapotban beragadt lefúvató szelep esetében) a blokkvezénylőben végzett művelettel meg lehessen szüntetni.

3.4.10.5. Túlnyomás elleni védelem alacsony hőmérsékleten

3.2.4.1100. „A reaktortartály ridegtöréssel szembeni integritását olyan módon kell biztosítani, hogy a tartály kritikus elemeiben a feszültségintenzitási

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

tényező sehol sem haladhatja meg a kialakult hőmérséklethez tartozó törési szívósságot – azaz a szerkezetben lévő anyagfolytonossági hiányok nem növekedhetnek a TA2-4 üzemállapotot eredményező események során.”

Meghatározzák azokat a nyomás- és hőmérséklet határértékeket, amelyek között a főberendezések nyomástartó edényei alacsony hőmérsékleten biztonságosan használhatók, és elkerülhető a ridegtörés bekövetkezése. Az e határértékek által meghatározott üzemi tartományoktól való eltéréseket megbízható intézkedésekkel akadályozzák meg.

A túlnyomás elleni védelem alacsony hőmérsékleten biztosítható:

- a) olyan biztonsági szelepek alkalmazásával, amelyek nyitó nyomása az üzemi hőmérsékletnek megfelelően választható meg,
- b) olyan biztonsági szelepek használatával, amelyek meleg üzemi állapotban megbízhatóan kizárhatók, valamint
- c) olyan védelmi rendszerek beépítésével, amelyek segítségével közvetlenül befolyásolhatók a túlnyomást előidéző folyamatok. A védelmi rendszerek funkciója lehet pl. a nagynyomású szivattyúk leállítása vagy elfolyó vezeték(ek) nyitása. Ha a túlnyomás elleni védelem védelmi rendszereken alapszik, a védett köröknek tartalmazniuk kell egy nyomástartó edényt, amely hideg állapotban is működőképes, és olyan gáz- vagy gőzpárnát tartalmaz, amely képes kiegyenlíteni a gyors nyomásváltozásokat.

Az alacsony hőmérsékleten működő túlnyomás elleni védelem megfelelő voltát igazolják. Az igazolás során minden olyan berendezést és csővezetékét, amely képes a nyomás növelésére, figyelembe vesznek.

Alacsony hőmérsékleten működő túlnyomás elleni védelem tervezésénél azokat az eseményeket és üzemzavarokat is figyelembe veszik, amelyek során a hőmérséklet az üzemzavar közvetlen következményeként csökkenhet, illetve amikor a primerkört üzemzavari módon kell hűteni. Az ilyen helyzetek által megkövetelt rendszereket (pl. üzemzavari hűtőrendszereket) úgy tervezik, hogy a nyomás ne emelkedhessen a beállítási határérték fölé.

3.4.10.6. Nyomásszabályozás az üzemzavarok közben

A primerkörbe olyan eszközökkel terveznek, amelyek alkalmasak a nyomás folyamatos, szabályozott csökkentésére bármely üzemállapotban, a blokkvezénylőből és a tartalék vezénylőből működtethetők, és működésük a normál üzemi villamos betáplálás kiesése és a főkeringtető szivattyúk leállása esetén biztosítható.

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

A primerkör nyomását növelő fűtőtesteket ellátják olyan védőrendszerrel, amely kikapcsolja a fűtést abban az esetben, amikor valamely üzemzavar közben a nem megfelelő fűtés veszélyeztetné a primerkör épségét.

A gőzfejlesztőket olyan berendezésekkel szerelik fel, amelyek minden körülmények között alkalmasak a nyomás csökkentésére, a blokkvezénylőből és tartalék vezénylőből működtethetők, és működésük a normál üzemi villamos betáplálás kiesése és a gőzfejlesztők hermetizáló armatúráinak esetleges lezáródása esetén biztosítható.

3.4.11. Jelző- és mérőműszerek

3.3.3.1000. „A nyomástartó berendezést és csővezetékét az általa teljesített biztonsági funkció által meghatározott mértékben el kell látni ellenőrző és mérőműszerekkel a nyomás, a hőmérséklet, az üzemi közeg közegárama, szintje és kémiai összetétele, valamint az elmozdulások és a hermetikusság ellenőrzésére.”

Az ellenőrző és mérő műszerekkel kapcsolatban az alábbi ajánlások érvényesek:

- a) A gőzfejlesztők és a térfogatkompenzátor szintmérését legalább három független szintjelzővel, az alsó és felső értékeken fény- és hangjelzéssel kell előírni.
- b) Azon berendezéseket és csővezetéseket, amelyek üzem közben a sugárveszély miatt nem közelíthetők meg, helyi vezénylőpulton, vagy a blokkvezénylőben elhelyezett távméréssel kell ellátni.
- c) A nyomás mérésére legalább 1.0 pontosságú osztályú manométert kell előírni.
- d) Ellenőrző manométerként legalább 0.6 osztályú műszert kell előírni.
- e) Az ellenőrző manométer felszerelését háromjáratú csappal, vagy külön csonkkal kell előírni.
- f) A hőmérséklet mérését max. 1% hibahatárú érzékelővel, illetve max. 2% hibahatárú mérőkörrel kell megvalósítani.
- g) A terveken meg kell határozni és meg kell indokolni a mutató és regisztráló hőmérsékletmérések és elmozdulásmérések helyét és kiviteli módját.
- h) A reaktortartály, a térfogat kiegyenlítő és a gőzfejlesztők falhőmérséklet ellenőrzésére minden esetben mutató és regisztráló műszert kell telepíteni.

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

- i) Folyamatos falhőmérséklet jelzést kell előírni minden egyéb olyan berendezésre, melynek nyomásra hozása hőmérsékleti korláthoz kötött, vagy amelynek a felfűtési és lehűtési sebessége korlátozott.
- j) Fővízköri berendezések NA100 és afölötti karimás kötéseit szivárgásjelző műszerrel kell ellátni, és a mérést a blokkvezénylőben meg kell jeleníteni.

3.4.12. Leszerelés

3.3.8.0100. *„A tervezés során figyelembe kell venni az atomerőművi blokk végleges leállítására és a leszerelésére vonatkozó követelményeket is.”*

3.2.1.2700. *„A tervezés során biztosítani kell az atomerőmű leszerelhetőségét, amit a felaktiválódás minimalizálásával, a dekontaminálhatósággal, a hozzáférés biztosításával és a leszerelés irányíthatóságának figyelembevételével kell megvalósítani.”*

Radioaktív üzemi közeget tartalmazó nyomástartó berendezések és csővezetékek esetén:

- a) a szerkezeti anyagokban a hosszú felezési idejű izotópokat (különösen ^{60}Co és ^{14}C) termelő szennyező anyagok mennyiségét a minimálisra korlátozzák.
- b) minimalizálják a belső felületek érdességét,
- c) kerülnek a betonba helyezett csővezetékeket,
- d) kerülnek a radioaktív szennyeződések és korróziótermékek lerakódását lehetővé tevő leüríthetetlen, ill. alacsony közegsebességű konstrukciókat.

Biztosítják a berendezések könnyű szétszerelhetőségét. Különös gonddal elemzik a primerköri főberendezések szétszerelhetőségét, illetve elszállíthatóságát a végleges tárolási helyre.

3.4.13. Szilárdsági számítások

3.2.4.1500. *„A radioaktív kibocsátásokat visszatartó vagy korlátozó fizikai gát funkciót ellátó rendszerek és rendszerelemek a biztonsági funkció ellátása érdekében teljes élettartamuk során maximális nyomására, maximális és minimális hőmérsékletére, a termikus és nyomástranziensekre, a degradációra valamint a megadott hőmérsékleti tartomány függvényében a feszültségekre vonatkozóan kritériumokat kell meghatározni.”*

Új nukleáris nyomástartó berendezések és csővezetékek szilárdsági számításait a 3.3.: Nyomástartó berendezések szilárdsági számítási normái

c. útmutató szerint készítik. Üzemelő nyomástartó berendezések és csővezetékek esetén a 3.25: Üzemelő nyomástartó berendezések szilárdsági elemzése c. útmutató szerint járnak el.

3.5. Tervezési eredmények (output)

3.2.1.0800. *„Biztosítani kell, hogy az atomerőmű engedélyese minden olyan tervezési információ birtokosa legyen, amely az atomerőmű biztonságos üzemeltetéséért viselt felelősségének fenntartásához szükséges. Az engedélyesnek képesnek kell lennie az atomerőmű teljes élettartama alatt az atomerőmű biztonságát szolgáló tevékenység végzésére vagy végeztetésére, a biztonsággal összefüggő döntések meghozatalára.”*

3.2.1.2000. *„A tervekben megfelelő tartalékokat kell biztosítani a tervezési módszerek, eszközök hibáira, a gyártási és szerelési tűrésekre, a feltételezett hibákra és a tervezett üzemidő alatti öregedési mechanizmusok által okozott romlási folyamatok konzervatívan becsült mértékére.”*

3.2.2.2500. *„A nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerek és rendszerelemek alapvető fizikai jellemzőire tervezési korlátokat és határértékeket kell meghatározni az atomerőmű minden üzemállapotában. A tervezési korlátoknak és határértékeknek meg kell felelniük a nukleáris biztonsági követelményeknek és az alkalmazott szabványoknak.”*

3.5.1. Általános ajánlások

A nyomástartó edények és csővezetéke biztonsággal összefüggő információit a Végleges Biztonsági Jelentésben és annak megalapozó, háttér dokumentációiban gyűjtik. A hatóságnak a VBJ háttér dokumentációihoz korlátlan hozzáférést biztosítanak.

A tervezési módszerek és eszközök hibáit az MSZ 27003 szabványsorozat NB(NC,ND) 3000: Tervezés c. fejezeteiben alkalmazott biztonsági együttthatók szavatolják.

A nyomástartó edények és csővezetékek gyártására és szerelésére vonatkozó konzervatív tervezést ugyanezen szabványsorozat NB(NC,ND)-4000: Gyártás és szerelés c. fejezetében előírt tűrések biztosítják.

Üzemelő nyomástartó berendezések és csővezetékek esetén a létesítéskor érvényes szabványok tűrésekre vonatkozó követelményeit, az érintett rendszerelemek null-állapotának felvételezése során mért tényleges értékeket, valamint az üzemeltetés során készült időszakos anyagvizsgálati jegyzőkönyveket (ld. MSZ 27011: Atomerőművi berendezések időszakos vizsgálati szabályai szabványsorozat), illetve a javítások és átalakítások dokumentációit elemzik az esetleges átalakítások tervezése során.

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

Az üzemelés során bekövetkezett romlási folyamatok eredményeit a rendszerelemekre, vagy rendszerelem típusokra összeállított speciális öregedéskezelési programok eredményei alapján veszik figyelembe (ld. 4.12: Öregedési folyamatok figyelembevétele az atomerőművek üzemeltetése során c. hatósági útmutató).

A tervezési eredményeket tartalmazó dokumentációban egyértelműen meghatározzák a kiinduló tervezési feladatot, ezen belül:

- a) a feladat terjedelmét, a tervezési határokat és a csatlakozó tervdokumentációkat,
- b) a nyomástartó berendezés és csővezeték biztonsági osztályba sorolását,
- c) a megfelelőségi kritériumokat és a kiinduló műszaki feltételeket.

Nyomástartó berendezések és csővezetékek tervezése során ajánlott figyelembe venni az MSZ 27003 szabványsorozat ND(C,D)-1131: A komponensek határai alfejezet által megadott határvonalakat. A csővezetékek határait a nyomástartó berendezések határaitól, illetve - csatlakozó csővezetékek esetén - az egyes csővezeteki elágazások első szerelési varrataitól (karimás kötések esetén a karima osztósíkjától kell számítani.

A tervezési eredményeknek igazolniuk kell a tervezés kiinduló követelményeinek teljesülését.

A tervezés eredményeként igazolni kell továbbá, hogy a megtervezett berendezés, vagy csővezeték

- a) gyártható, szerelhető,
- b) üzembe helyezhető,
- c) üzemeltethető és karbantartható,
- d) ellenőrizhető és vizsgálható,

illetve a kiinduló követelményekben meghatározott mértékig

- megbízható és
- biztonságos.

A tervezési eredményeknek meghatározzák a fenti feltételek teljesítéséhez szükséges mindazon tervezői követelményeket, melyeket a gyártás, szerelés, üzembe helyezés, üzemeltetés, karbantartás, ellenőrzés és vizsgálatok során be kell tartani.

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

A tervezési eredményeket oly módon dokumentálják, hogy az megfeleljen a tervezés jóváhagyott minőségbiztosítási programjában leírt követelményeknek.

E követelmények tartalmazzák a tervdokumentáció jelölésére és csoportosítására, formájára, a kidolgozás részletességére, a tervek ellenőrzésére, igazolására, hitelesítésére, módosítására, stb. vonatkozó előírásokat.

A nukleáris nyomástartó berendezések és csővezetékek tervdokumentációja legalább az alábbi részeket (vagy annak elhagyhatóságának indoklását) tartalmazza.

3.5.2. Tervezői nyilatkozatok

A tervdokumentáció készítőinek felelős nyilatkozatot kell tenniük:

- a) a Nukleáris Biztonsági Szabályzatok előírásainak betartásáról,
- b) a Nukleáris Biztonsági Szabályzatok útmutatóiban foglalt ajánlások teljesítésének módjáról,
- c) a tervezés során alkalmazott szabványoknak a tervdokumentációban figyelembe vett köréről,
- d) a tűzvédelmi és munkavédelmi előírásoknak való megfeleléséről,
- e) a sugárvédelmi követelmények betartásáról.

3.5.3. Előzmények

Összefoglalják mindazon főbb körülményeket, melyek a tervdokumentáció kidolgozását megelőzték. Megjelölik a rendszer, rendszerelem megvalósításával kitűzött célt.

Hivatkoznak a tervdokumentációt megelőző tervfázisra (műszaki tervre, vagy koncepció tervre), illetve átalakítás esetén az átalakítást megelőző kiviteli tervekre.

3.5.4. Műszaki leírás

A műszaki leírásban ismertetik:

- a) a nyomástartó berendezés és csővezeték működésének leírását és az atomerőmű technológiai folyamataiban elfoglalt helyét,
- b) a szakági kapcsolatoknak, illetve más rendszerekkel fennálló kapcsolatainak részletes leírását,
- c) a nyomástartó berendezés és csővezeték konstrukciójának leírását,
- d) a tervezési határokat (a tervezés kapcsolódási pontjainak ismertetését)

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

- e) a tervezés kiinduló adatainak ismertetését,
- f) a megfelelőségi kritériumokat,
- g) a választott tervezői megoldások indoklását, valamint
- h) az osztályba sorolásokat, ezen belül:
 - a biztonsági osztályba sorolást,
 - a földrengés-állósági besorolást,
 - a minőségbiztosítási osztályba sorolást,
 - a hegesztési osztályba sorolást,
 - a szilárdsági osztályba sorolást,
 - a rendszert, rendszerelemet befoglaló helyiség kezelhetőségi kategóriáját,
 - a befoglaló helyiség normál üzemi és üzemzavari környezeti paramétereit.

3.5.5. Számítások, elemzések

A rendszer, rendszerelem megfelelőségét alátámasztó számítások, elemzések készülhetnek kézi számítással, vagy verifikált és validált szoftverek alkalmazásával. számítások a tervdokumentáció tartalmától függően lehetnek:

- a) kinematikai,
- b) hidraulikai,
- c) hőtechnikai,
- d) szilárdsági,
- e) dozimetriai számítások és elemzések.

A tervezési specifikáció az adott számítás, elemzés vonatkozásában részletesen ismerteti a kiinduló adatokat, tervezési követelményeket, megfelelőségi kritériumokat, és az alkalmazott számítási, elemzési módszer alkalmasságát.

Nyomástartó berendezések és csővezetékek esetén az MSZ 27003-0 szabvány NCA 3550 alfejezete szerint a tervezési jelentést és a terhelhetőségi adatlapot mellékelik.

A számítások és az eredmények dokumentálása

Analitikus számítások tartalma:

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

- a) A számítás menetének ismertetése. Ha a számítás szabványban rögzítve van elégséges a szabványra való hivatkozás. Ha a számítási módszer nincs szabványban rögzítve, a számításnak tartalmaznia kell a kiinduló összefüggéseket, valamint a felhasznált, a kiinduló összefüggésekből levezetett képleteket. A levezetést nem kell dokumentálni, de a levezetéshez szükséges minden feltételt, egyszerűsítést meg kell adni - a levezetések utólagos ellenőrizhetőségéhez.
- b) A számítás, elemzés eredményeinek összefoglalása, a megfelelőségi kritériumok teljesülésének bizonyítása.

Szoftveres számítások tartalma:

- a) A számításhoz alkalmazott szoftver, verziószám ismertetése.
- b) Eredmények dokumentálása szoftvertől függően:
 - a teljes számítás nyomtatott formában,
 - a kiinduló adatok, modell adatok, eredmény listák nyomtatott formában. Az eredmény listák terjedelme korlátozható maximális, illetve minimalizálható az eredmények bemutatására (megfelelő indoklással a berendezés, vagy csővezeték biztonsági osztályba sorolásától függően).
 - A rendszer vagy rendszerelem szereléséhez, üzembe helyezéséhez vagy üzemi állapotaihoz tartozó eredményeket azonban minden esetben teljes terjedelemben kell listázni.

3.5.6. Technológiai séma (P&I)

A nyomástartó rendszer felépítésének, folyamatainak és működőképességének áttekintésére alkalmas, minden rendszerelemet, csővezetéki elemet tartalmazó séma.

A sémán az egységes jelölési rendszert kell alkalmazni.

A séma tartalmazza:

- a) a jelmagyarázatot (a vonalvastagságok értelmezését és a szabványostól eltérő jelölések megnevezését),
- b) a rendszer, rendszerelemek (vezetékek, berendezések, mérések) EJR kódját,
- c) a vezetékek méretét (Dxs),
- d) az áramlási irányokat,
- e) a tervezési határokat, szerelési határokat,

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

- f) a rendszerhez csatlakozó más rendszer megnevezését, jelzőszámát, üzemviteli séma számát,
- g) a helyiségek jelölését, amelyekben a rendszer telepítve van,
- h) a falátvezetések jelölését és számát,
- i) a mérések jelölését, EJR kódját és funkciókódját,
- j) a víztelenítések, légtelenítések fogadóinak megnevezését (pl. speccsatorna)

3.5.7. Elrendezési tervek

Berendezés felállítási tervek

A nyomástartó berendezések beépítésének helyét, a rögzítés szerkezeti megoldását és a berendezés főbb adatait tartalmazó tervek:

- a) a berendezés körvonalrajza (csonkelrendezési rajza) beépítési rajza,
- b) a berendezés egységes jelzőszáma, osztályba sorolások,
- c) a berendezés típusa, műszaki jellemzői, tömegadatai
- d) csonktáblázat (DN,PN, vagy Dxs, vagy szabványszám),
- e) a rögzítés szerkezeti megoldásának ábrázolása (alapozás, acélszerkezeti kapcsolat), a vonatkozó tervdokumentáció megnevezésével, azonosítójával,
- f) a felállítás helye (helyiségszám), koordinátái,
- g) a felállításra vonatkozó szerelési követelmények.

Szerelési elrendezési rajzok

A rendszer térbeli elhelyezkedését bemutató, a helyszíni szerelés elvégzésére alkalmas mélységű elrendezési rajzok tartalmazzák:

- a) a vezetékek pontos nyomvonalát, az épület szerkezetekhez viszonyított elhelyezkedését a méretek feltüntetésével,
- b) a vezetékek és vezetékelemek méretét,
- c) a vezetékek EJR kódját.
- d) a rendszerben elhelyezkedő nyomástartó berendezések körvonalas, vagy sematikus ábráját, főbb méretét, EJR kódját.
- e) a csatlakozó méreteket, a csatlakozási pontok geometriai elhelyezkedését,
- f) a rendszerben lévő szerelvényeket, alfanumerikus jelöléssel, beépítési méretekkel,

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

- g) a rendszerbe beépítésre kerülő légtelenítéseket, ürítéseket, a fogadó megjelölésével,
- h) a rendszerben lévő műszercsonkok helyét és méretét, a mérés EJR és funkció kódját,
- i) a csőtartók helyét, azonosítási számát,
- j) az átvezetések méretét, helyét, számát (hivatkozva az építészeti rajzok számára),
- k) a rendszerhez kapcsolódó más rendszerek megnevezését, jelzőszámát, üzemviteli séma számát,
- l) a közeg áramlási irányát,
- m) az előírt lejtés mértékét,
- n) az esetleges előfeszítés mértékét és helyét,
- o) a vezetékek EJR kódját.

Összeállítási rajz

A tervrajzok elengedhetetlen része az összeállítási rajz a berendezések és csővezetékek helyzetét léptékhelyesen, felülnézetben és a szükséges nézetekben ábrázolja. Az összeállítási rajz tartalmazza az adott létesítmény segédberendezéseit (pl. szivattyúkat, kiegyenlítő tartályokat, létrákat, korlátokat, stb.)

3.5.8. Anyagok és alkatrészek jegyzéke

A specifikáció a tervrajzokkal összerendelhető módon az alábbi adatokat tartalmazza:

- a) megnevezés (a termék szabványos megnevezése illetve jele),
- b) méret (szabvány szerinti vagy egyedi),
- c) anyagminőség (márkajel + anyagszabvány),
- d) termékminőség (jelölés + termékszabvány a választható követelmények meghatározásával, vagy egyedi rajzszám a műszaki követelmények teljes jegyzékével),
- e) beépítési adatok (egységes alfanumerikus jelzőszám, üzemi és tervezési paraméterek).

3.5.9. Szerelvények jegyzéke

- a) beépítési hely (alfanumerikus jelzőszám és helyiség),
- b) megnevezés, típusjel, szabvány vagy gyártómű,

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

- c) méret (szabványméret és csatlakozó méretek),
- d) üzemi közeg,
- e) üzemi és tervezési paraméterek,
- f) beépítési adatok (varratípus, vagy karimás csatlakozó cső adatai),
- g) hajtás típusa és jellemzői,
- h) minőségi osztály, tömörségi osztály.

3.5.10. Mérések jegyzéke

- a) alfanumerikus jelölés,
- b) beépítési hely, beépítési mód,
- c) helyiség,
- d) megnevezés, típus,
- e) méret,
- f) üzemi közeg,
- g) üzemi és méretezési paraméterek,
- h) mérés határ,
- i) pontossági osztály.

3.5.11. Szilárdsági számítások

Új nyomástartó berendezések és csővezetékek esetén a szilárdsági számítások eredményeit a 3.3. sz. útmutató szerint kell dokumentálni. Üzemelő berendezések átalakítása esetén a 3.25. útmutató ajánlásai érvényesek.

3.5.12. Gyártási dokumentáció

A gyártás leírása tartalmazza mind a nyomástartó edény, illetve csővezeték leírását, mind pedig az ahhoz felhasznált alkatrészek és félkész termékek gyártási információit az alábbiak szerint:

- a) az alkatrészek gyártási módszerének leírása (hengerlés, kovácsolás, öntés, stb.),
- b) az alkatrészek kötéséhez alkalmazott módszerek leírása, különösen a hegesztési utasítások,
- c) az ellenőrzések időpontjai, kötve a gyártás különböző fázisaihoz,

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

- d) a hőkezelések módja, ideje, az alkalmazható hőkezelések időpontjai, a hőmérsékletek meghatározása és a hőmérséklet gradiensek,
- e) az egyéb gyártási eljárások,
- f) az üzemi próbák megalapozása,
- g) hegesztési eljárás próbák leírása és azok eredményei.

A gyártási utasítás a nyomástartó alkatrészek gyártási módszerét, minőségellenőrzését olyan részletességgel írja le, hogy lehetséges legyen a nyomástartó berendezés, illetve csővezeték gyártási fázisának befejezését követő tulajdonságainak felmérése.

Ezért a tervdokumentáció részeként meghatározzák a nyomástartó berendezés és csővezeték megfelelő minőségének biztosításához szükséges tervezői utasításokat, különösen a

- a) megengedett, illetve nem megengedett gyártási eljárásokat,
- b) a gyártási folyamatok paramétereit és ellenőrzésük módjait,
- c) az elvégzendő ellenőrzések módját, terjedelmét és megfelelőségi követelményeit,
- d) a tisztasági, állagvédelmi, konzerválási és csomagolási követelményeket,
- e) a gyártás szervezeti, személyi és szervezési feltételeit.

A nyomástartó berendezések állandó kötéseinek roncsolásmentes vizsgálatát végrehajtó személy minősítési feltételeit. (A szükséges minősítési vizsgálatok meghatározása az alkatrészek biztonsági osztálya, az alkatrészek típusa és az alkatrész szerkezeti részére meghatározott követelmények alapján történik.)

Példák konkrét gyártási utasításokra:

- a) A gyártás során a szerkezeti elemek előkészítése (pl. az alakítás, leélezés, mely nem okozhat - repedésekkel vagy a mechanikai tulajdonságok változásával - olyan károsodást, amely csökkentheti a nyomástartó berendezés biztonságát).
- b) A hegesztett kötés és az átmeneti övezet nem tartalmazhat a berendezés biztonságát csökkentő felületi vagy belső hibát.
- c) A hegesztett kötés tulajdonságai elégítsék ki az alapanyagra előírt minimális követelményeket. Kivétel, ha az adott tulajdonságokhoz tartozó eltérő értékeket a tervezés során külön figyelembe vették.
- d) Ha a gyártási folyamat olyan mértékben megváltoztatja az alapanyag tulajdonságait, hogy a nyomástartó berendezés teherbírása a tervekben

meghatározott értéket nem éri el, a gyártás megfelelő szakaszában alkalmas hőkezelést végeznek

3.5.13. Szerelési utasítások

A szerelési utasítások határozzák meg

- a) a nyomástartó berendezés és csővezeték szerelési egységeit,
- b) a szerelés sorrendjét,
- c) a szerelési folyamatok ellenőrzésének módját, terjedelmét és a megfelelőségi kritériumokat,
- d) a szerelés organizációs feltételeit,
- e) a szervezeti és személyi feltételeket, valamint
- f) a dokumentációs követelményeket.

3.5.14. Üzembe helyezési utasítások

A nyomástartó berendezés és csővezeték üzembe helyezési dokumentációja tartalmazza a nyomástartó berendezés tartozékainak listáját, beleértve a szerkezetükre vonatkozó adatokat, és a tartozékok szükséges vizsgálatainak kritériumait (pl. egy biztonsági szelep próbáját).

A szerelést követő üzembe helyezési folyamatok tervezési előírásai legalább az alábbiakra terjednek ki:

- a) a tisztítási műveletek (savazás, mosatás, kifúvatás, stb.) elvégzésének módja, útvonalai, ellenőrzési kritériumai, provizóriumai, azok fel- és leszerelési utasításai,
- b) a nyomáspróbák (hidraulikus, pneumatikus) paraméterei, a nyomókör kialakítása, műszerezése, nyomáspróba provizóriumok, megfelelőségi kritériumok
- c) a végleges kapcsolási séma, illetve berendezés-konfiguráció kialakítása.

3.5.15. Üzemeltetési utasítások

3.2.5.1000. „Az atomerőmű üzembe helyezését megelőzően ki kell dolgozni az Üzemeltetési Feltételek és Korlátok dokumentum előzetes változatát, amelyben rögzítettek biztosítják, hogy az atomerőmű rendszerei, rendszerelemei a Biztonsági Jelentésben szereplő tervezési feltételezéseknek és célkitűzéseknek megfelelően működnek.”

3.2.5.0800. „A nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerek, rendszerelemek maximálisan megengedett üzemképtelenségi időtartamát, valamint e rendszerek, rendszerelemek időszakos próbáinak, ellenőrzésének

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

ciklusidejét elemzési eredményekre kell alapozni. A ciklusidő meghatározásakor figyelembe kell venni a karbantartás és a próbák miatt fellépő üzemképtelenség okozta kockázat és az e tevékenységek által elérhető megbízhatóság-növekedés egyensúlyát.”

A tervdokumentációban az alábbiakat határozzák meg:

- a) a névleges üzemi paramétereket és ellenőrzésük módját,
- b) a túlnyomásvédelem paramétereit és ellenőrzési módját,
- c) az üzemeltetést korlátozó feltételeket illetve eltéréseket,
- d) az időszakos ellenőrzések módját, terjedelmét, segédeszközeit, ciklusidejét és megfelelőségi kritériumait,
- e) az üzemeltetési dokumentációval szembeni követelményeket,
- f) a személyi feltételeket,
- g) a jellemző meghibásodásokat és észlelésük módját.

3.5.16. Karbantartási utasítások

3.3.2.3400. „Meg kell határozni minden nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszer, rendszerelem esetében az üzem közbeni vagy rendszeres időszakonkénti ellenőrzés, felülvizsgálat, anyagvizsgálat programját, a szerkezeti épség, a tömörség-ellenőrzés és a funkciópróbák módját és gyakoriságát, a tervszerű megelőző karbantartásra és más karbantartási stratégiákra vonatkozó tervezői előírásokat.”

3.3.2.3500. „Meg kell határozni a működőképességet, megfelelőséget jellemző paramétereket. Ezekre a paraméterekre meg kell adni a megfelelőségi kritériumokat, amelyek teljesülését a vizsgálatok, ellenőrzések során mérni, ellenőrizni kell. Az elfogadható értékektől való eltérés esetére meg kell tervezni a szükséges intézkedéseket, beleértve a karbantartási programok módosítását.”

3.3.2.3600. „A tervezés során, amennyiben a vizsgálatok, ellenőrzések végrehajtása nem biztosítható a szerkezet takarása, a hozzáférés korlátozott volta miatt, akkor vagy tervezési megoldások szükségesek a korlátozott hozzáférés ellensúlyozására, vagy igazolni kell, hogy a tervezett ideig tartó működés ellenőrzés, felügyelet nélkül fenntartható.”

A nyomástartó berendezések és csővezetékek karbantartásának tervezési követelményei az alábbiakra terjednek ki:

- a) szét- és összeszerelési utasítás,
- b) a karbantartás organizációs feltételei,
- c) a karbantartó berendezésekkel szembeni követelmények,

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

- d) a karbantartás terjedelme és ciklusideje,
- e) a tartalék alkatrészek gyártási dokumentációja és szükséges mennyisége,
- f) a kenő, konzerváló, tisztító és egyéb segédanyagok műszaki követelményei,
- g) a karbantartás megfelelőségi kritériumai
- h) a karbantartás megfelelő elvégzését tanúsító dokumentáció terjedelme és előírásai.

3.5.17. A tervezési eredmények felülvizsgálata

3.2.1.0200. „A tervek megfelelőségét – beleértve a tervezés eszközeit, a tervezési adatokat és eredményeket – a tervezőtől független szervezet által felül kell vizsgáltatni.”

A független felülvizsgálatot olyan szakértők végezhetik, amelyek a 247/2011. (XI. 25.) Korm. rendelet az atomenergia alkalmazása körében eljáró független műszaki szakértőről 1. Mellékletében felsorolt és a tervezés tárgyához tartozó szakterületen e tevékenység végzésére kiadott engedéllyel rendelkeznek.

A szakvélemény az alábbiakat tartalmazza:

- a) a vizsgálat tárgyára, a vizsgálati vonatkozó adatok,
- b) a megbízó által rendelkezésre bocsátott adatok, információk, dokumentumok tételes felsorolása,
- c) annak megállapítását, hogy nukleáris biztonság szempontjából fontos és a szakértői vélemény kialakítása szempontjából releváns információk mennyire verifikáltak,
- d) azon jogszabályok és hatósági követelmények felsorolása, amelyeket a szakértő figyelembe vett,
- e) a vizsgálat módszerének ismertetése,
- f) a vizsgált kérdések és az arra adott, szakmai megállapítások és az azokból levont következtetések,
- g) a feltárt nem-megfelelőségek, információhiány és bizonytalanságok felsorolása,
- h) a szakértő kompetenciáján túlmutató, felmerült kérdések, problémák,
- i) annak egyértelmű megjelölése, hogy a szakvélemény tárgya a tudomány és technika aktuális fejlettségi szintjének, valamint a hatályos

Üzemelő atomerőművek nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

jogszabályi és hatósági előírásoknak megfelel vagy nem felel meg, illetve kiegészítésekkel, megszorításokkal felel meg.

- j) a szakértő által szükségesnek tartott kiegészítések, illetve megszorítások,
- k) a nem-megfelelőségek feloldásának módja, illetve a bizonytalanságok és információhiányok miatt használt egyszerűsítések kellően konzervatív megközelítésének igazolása.