



N3a.40. sz. útmutató

Új atomerőmű segéd- és támogatórendszereinek tervezése

Verzió száma:

2.

2021. május

Kiadta:

az OAH főigazgatója
Budapest, 2021

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 kormányzati igazgatási szerv, kormányzati főhivatal. 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 üzemben 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, míg ionizáló sugárzást kibocsátó berendezések esetén azok üzemeltetését és karbantartását.

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! 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. Az útmutató nem tekinthető hivatalos jogértelmezésnek. A jogértelmezés a jogalkalmazó mindenkori feladata és felelőssége, ezért a jelen útmutatóban leírtak kizárólag szakmai álláspontnak tekinthetők, nem használhatók fel jogértelmezésként peres vagy közigazgatási eljárás során.

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	7
1.1. Az útmutató tárgya és célja	7
1.2. Vonatkozó jogszabályok és előírások	7
2. MEGHATÁROZÁSOK ÉS RÖVIDÍTÉSEK	8
2.1. Meghatározások	8
2.2. Rövidítések	8
3. AZ ÚTMUTATÓ AJÁNLÁSAI	9
3.1. Általános ajánlások	9
3.2. Biztonsági hűtővízrendszer	9
3.2.1. Általános tervezési követelmények, ajánlások	9
3.2.2. Specifikus ajánlások	11
3.2.2.1. <i>Telepítési helytel és a környezettel szemben támasztott követelmények</i>	12
3.2.2.2. <i>Hűtőteljesítmény meghatározása</i>	12
3.2.2.3. <i>Hőelszállító rendszerre vonatkozó követelmények</i>	15
3.2.2.4. <i>Több blokkos telephelyre vonatkozó kiegészítő követelmények</i>	15
3.3. Szellőző- és klímarendszerek	16
3.3.1. Általános ajánlások	16
3.3.2. Specifikus ajánlások	18
3.4. Emelőberendezések	21
3.4.1. Általános ajánlások	21
3.5. Felvonók	24
3.5.1. Általános ajánlások	24
3.6. Dízelgenerátorok	25
3.6.1. Általános ajánlások	25
3.6.2. Specifikus ajánlások	26
3.6.2.1. <i>Elrendezés, telepítés</i>	26
3.6.2.2. <i>Dízelmotor követelményei</i>	27
3.6.2.3. <i>Generátor követelményei</i>	27
3.6.2.4. <i>Alrendszerek követelményei</i>	27
3.6.2.5. <i>Működtetés</i>	31

1. BEVEZETÉS

1.1. Az útmutató tárgya és célja

Az útmutató ajánlásokat tartalmaz az NBSZ 3a. kötetének *3a.4.7. Segéd és kiszolgáló rendszerek* fejezetében és 3a.4.8 IX. Dízelgenerátorok alfejezetében rögzített előírások teljesítésére.

Az útmutató célja, hogy – ajánlásokat adva az új atomerőmű segéd- és támogatórendszereinek tervezésével kapcsolatosan – egyértelművé tegye a hatósági elvárásokat, és ezzel elősegítse az érvényes előírásokban meghatározott nukleáris biztonsági kritériumok teljesülését, az alkalmazott műszaki megoldásoknak megfelelően, a nukleáris biztonság szempontjából.

1.2. Vonatkozó jogszabályok és előírások

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

2. MEGHATÁROZÁSOK ÉS RÖVIDÍTÉSEK

2.1. Meghatározások

Az útmutató az Atv. 2. §-ában, valamint a Rendelet 10. számú mellékletében ismertetett meghatározásokat alkalmazza.

2.2. Rövidítések

LOCA Loss of Coolant Accident (hűtőközegvesztéses üzemzavar)

3. AZ ÚTMUTATÓ AJÁNLÁSAI

3.1. Általános ajánlások

3a.4.7.0010. A segéd- és kiszolgáló rendszerek megbízhatóságának meg kell felelnie az ellátandó biztonsági rendszerek által támasztott minden követelménynek és a funkcionális képességüknek tesztelhetőnek kell lennie.

A segéd- és kiszolgálórendszereket az ellátandó biztonsági rendszerek követelményeit kielégítő módon és úgy kell megtervezni (üzemeltetni és karbantartani), hogy azok üzembiztosságának szintje nem veszélyeztetheti az ellátandó biztonsági rendszer, vagy a biztonság szempontjából fontos rendszer megbízhatóságát. Ennek keretében külön figyelmet kell fordítani az ilyen rendszerek tesztelhetőségének biztosítására, az üzembiztosságot igazoló, megfelelő tesztprogramok meghatározására (és azok végrehajtására).

A 3. fejezetben bemutatott általános és specifikus tervezési követelményeken és ajánlásokon felül figyelembe kell venni a nukleáris létesítményekre vonatkozó egyéb követelményeket és ajánlásokat. A jogszabályi előírások teljesítése érdekében a releváns és mértékadó tervezési követelmények meghatározását, illetve kiválasztását az NBSZ 3a. és 9. kötetének teljes áttekintésével kell elvégezni.

3.2. Biztonsági hűtővízrendszer

3.2.1. Általános tervezési követelmények, ajánlások

Az NBSZ általános tervezési követelményei mellett az NBSZ 3a.4.1. fejezetének (Az atomreaktor és az aktív zóna), valamint a 3a.4.3. fejezetének (Hőelvitel) tervezési követelményei írják elő a biztonsági hűtővízrendszerre vonatkozó követelményeket.

3a.4.3.0100. „Meg kell határozni, minőségileg és mennyiségileg elemezni kell az atomreaktor aktív zónájában történő hőfejlődés és hőátvitel minden létrejövő formáját. A hőátviteli rendszerek, szerelemek segítségével biztosítani kell a szükséges mértékű folyamatos hőelvonást és a végső hőelnyelő-közegbe való eljuttatást.”

3a.4.3.0500. „TA2-4 üzemállapotok során biztosítani kell a maradvány hő elvezetését a reaktorból, a pihentető medencéből és a konténmentből egy vagy több redundáns hőelvonó rendszer segítségével, úgy hogy együttesen akkor is képesek legyenek a hőelvonásra, ha az egyik rendszer vagy egy rendszer

Új atomerőmű segéd- és támogatórendszereinek tervezése

redundáns ága meghibásodás miatt kiesik és vele párhuzamosan egy másik rendszer vagy redundáns ág is karbantartás vagy próba miatt üzemképtelen. Amennyiben a hőelvonó rendszer vagy annak kiszolgáló rendszere passzív tervezési megoldásokat tartalmaz, amelyekre igazolható a rendkívül alacsony meghibásodási valószínűség az adott üzemállapotra, akkor a passzív rendszerelemeket elegendő egyszeres meghibásodás ellen védelemmel tervezni.”

3a.4.3.0600. „Elegendő, az energiaellátás tekintetében is független és diverz hőelviteli megoldást kell biztosítani a maradványhő eltávolítására a reaktorból és a pihentető medencéből. Legalább egy tervezési megoldásnak el kell látnia a funkcióját a külső veszélyeztető tényezők által okozott TAK események során is.”

3a.4.3.0700. „Biztosítani kell, hogy TA2-4 üzemállapotok során sem a fűtőelemre, sem fűtőelem-kötegekre, sem a primerkör nyomástartó berendezéseire és csővezetékeire az adott üzemállapotra megállapított határértékek túllépése ne következzen be.”

Az NBSZ 3a. kötetének tervezési követelményei, valamint a fenti NBSZ-pontok alapján az alábbi általános tervezési követelmények, ajánlások adhatók a biztonsági hűtővízrendszerrel kapcsolatosan.

A biztonsági hűtővízrendszert úgy kell megtervezni, hogy el tudja vezetni a primerköri közbenső zárt hűtőkörök hőcserélőiből elvonandó hőt, amely hőt a közbenső zárt hűtőkörök a biztonsági funkcióval rendelkező és biztonsági funkcióval nem rendelkező primerköri rendszerektől vettek fel.

A biztonsági hűtővízrendszert el kell különíteni a technológiai hűtővízrendszertől, a primerköri és technológiai közbenső zárt hűtővízrendszer elkülönítésével összhangban.

Az atomerőmű összes biztonsági funkcióval rendelkező hűtővízrendszerére alkalmazott követelményeken felül a biztonsági hűtővízrendszer esetében az alábbiakat javasolt még figyelembe venni:

- a) a biztonsági hűtővízrendszert nem javasolt közvetlenül berendezések hűtésére használni,
- b) a biztonsági hűtővízrendszernek ki kell elégíteni a redundanciára és elkülönítésre vonatkozó azon követelményeket, amelyek a primerköri közbenső zárt hűtővízrendszerre és a hozzá kapcsolódó rendszerre alkalmazandók.
- c) amennyiben a primerköri közbenső zárt hűtővízrendszerre biztonsági funkcióval nem rendelkező rendszer van rákapcsolva, akkor arra a primerköri közbenső zárt hűtővízrendszerre alkalmazott követelményeket kell alkalmazni.

Új atomerőmű segéd- és támogatórendszereinek tervezése

- d) nem szabad keresztkapcsolatokat létesíteni a rendszer független részegységei között, kivéve, ha ezzel a biztonság, üzemeltethetőség vagy rendelkezésre állás szempontjából igazolható előny származik,
- e) nem szükséges redundáns rendszerek kiépítése a biztonsági hűtővízrendszer biztonsági funkciót nem ellátó részegységeiből, kivéve ahol ez a mélységében tagolt védelmet szolgálja, kifejezetten a passzív biztonsági funkciók tervezése során,
- f) a biztonsági hűtővízrendszert úgy kell megtervezni, hogy minimális legyen a rendszeren keresztül áramoltatott hűtővíz által okozott károsodás kockázata,
- g) a biztonsági hűtővízrendszernek biztosítania kell:
 - a csővezetékek vizsgálhatóságát és cserélhetőségét,
 - azt, hogy a hűtővíz-csővezetékekben holt áramlási zónák ne alakulhassanak ki,
 - a hőcserélők könnyű karbantarthatóságát és tisztíthatóságát,
 - a biztonsági hűtővízrendszer karbantartási lehetőségét normál üzemben,
 - az üzemen kívül tartható minimális térfogatáramot, valamint az üríthetőséget és az azután kezelt vízzel történő feltöltés lehetőségét,
- h) az atomerőmű névleges üzeme közben a biztonsági hűtővízrendszerben lévő nyomásnak kisebbnek kell lenni, mint a kapcsolódó közbenső zárt hűtővízrendszer nyomása.

3.2.2. *Specifikus ajánlások*

A biztonsági hűtővízrendszerre vonatkozó speciális tervezési követelményeket az NBSZ 3a. kötete 3a.4.7. fejezetének 3a.4.7.0100. pontja tárgyalja:

3a.4.7.0100. „Biztonsági hűtővízrendszerrel kell biztosítani a nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerektől és rendszerelemektől történő hőelvonást, hőmérsékletük terv szerinti szinten tartását normál üzemi és üzemzavari körülmények között. A rendszer tervezésénél egyszeres meghibásodást kell feltételezni.”

Az NBSZ 3a.4.7.0100. pontja alapján a jelen útmutató a biztonsági hűtővízrendszerre vonatkozó specifikus tervezési követelményeket mutatja be, ajánlásokat fogalmazva meg a követelmények teljesítésének módjára. A vonatkozó ajánlásokat a következő csoportosításban lehet tárgyalni:

- a) a telepítési hellyel és a környezettel szemben támasztott követelmények,
- b) a hűtőteljesítmény meghatározása,
- c) a hőelszállító rendszerre vonatkozó követelmények,
- d) több blokkos telephelyre vonatkozó kiegészítő követelmények.

3.2.2.1. Telepítési hellyel és a környezettel szemben támasztott követelmények

A végső hőelnyelő és a közvetlenül hozzá kapcsolódó hőelszállító rendszer típusának kiválasztásához figyelembe kell venni a telephelyspecifikus feltételeket és a rendszer környezetre gyakorolt hatását.

A végső hőelnyelő és a közvetlenül hozzá kapcsolódó hőelszállító rendszer tervezéséhez és szükséges kapacitásának meghatározásához a tervezési alapszerinti környezeti paramétereket és külső veszélyeket kell figyelembe venni. Ezen paraméterek közé tartozik például a víz hőmérséklet a frissvizes hűtésnél, a száraz levegő hőmérséklete a száraz hűtőtornyos hűtésnél, a száraz és nedves levegő hőmérséklete a nedves hűtőtornyos hűtésnél, a hűtőtónál, a szóróhűtővel ellátott hűtőtónál és más, egyéb hűtőrendszerrel, ahol párologtatással történik a hőelvonás. Ahol szükséges, más paramétereket is figyelembe kell venni, mint például a vízminőség, hőmérséklet-időtartamok, legalacsonyabb és legmagasabb hőmérsékletek, vízszint- és vízhozam-ingadozások és a szélesség, illetve a tervezési alapszerinti egyéb külső veszélyek.

A végső hőelnyelő és a közvetlenül hozzá kapcsolódó hőelszállító rendszerek tervezésénél figyelembe vett környezeti paramétereknek meg kell felelni a telephelyspecifikus feltételeknek és az adott rendszer sajátosságának.

A figyelembe veendő környezeti paraméterek meghatározásánál a hosszú távú változásokat, így különösen a klímaváltozás hatásait figyelembe kell venni.

3.2.2.2. Hűtőteljesítmény meghatározása

A végső hőelnyelőnek alkalmasnak kell lenni az atomerőmű bármely üzemi állapotában keletkező hő elvezetésére. A végső hőelnyelő semmilyen időjárási körülmények között nem korlátozhatja a biztonsági hűtőrendszer működését.

A végső hőelnyelő hosszú távú kapacitását olyan tervezési megoldásokkal kell biztosítani, amelyek lehetővé teszik a természetes vízbázishoz vagy a levegőkörnyezethez való közvetlen hozzáférést.

Azokon a telephelyeken, ahol nem biztosítható egy kimeríthetetlen végső hőelnyelőhöz történő közvetlen hozzáférés, ott igazolni kell, hogy elegendő

Új atomerőmű segéd- és támogatórendszereinek tervezése

hőelnyelő kapacitás áll rendelkezésre, amíg a végső hőelnyelő újra rendelkezésre áll, vagy utántölthető.

Egyes országokban az elfogadható minimum kapacitás a 30 nap alatt keletkező összes hő elvezetésére alkalmas, közvetlenül hozzáférhető vízbázis, ideértve a telephelyen tartályban és tározókban tárolt vizet. Rövidebb idő akkor alkalmazható, ha a rövidebb idő determinisztikus vagy valószínűségi konzervatív megközelítéssel igazolható.

A kapacitás igazolása során figyelembe kell venni, hogy a végső hőelnyelő újra rendelkezésre állásában vagy az utántöltésében késleltető tényezők lehetnek. Ilyen tényező lehet a párolgás, ember okozta események, atomerőmű baleseti feltételei, az összeköttetések rendelkezésre állása és a végső hőelnyelő újra rendelkezésre állását vagy az utántöltését biztosító folyamat összetettsége.

A végső hőelnyelőhöz történő hozzáférések és a végső hőelnyelőbe történő visszavezetések elhelyezkedését és méretét körültekintően és gondosan kell értékelni, figyelembe véve a lehetséges nyomvonalvezetést, az éves hőmérséklet-, vízhozam- és vízszintingadozásokat, a mérési módszereket, a biológiai szennyezők lerakódását, a homok- és iszapfelhalmozódásokat. A telephelyspecifikus jellemzők függvényében a tartalék végső hőelnyelő szükségességét gondosan kell meghatározni.

A végső hőelnyelő rendelkezésre állását és fizikai paramétereit befolyásoló hosszú távú folyamatokat – így különösen a klímaváltozást – figyelembe kell venni a rendszer kapacitásának a tervezése során és szükség esetén tartalékot kell képezni.

A maximális hőfejlődés meghatározásához az egyes elvonandó hőteljesítmények legkedvezőtlenebb egyidejűségét kell figyelembe venni a lehetséges kezdeti eseményekre, amelyekben a rendszernek van normál üzemi vagy biztonsági funkciót betöltő szerepe.

A végső hőelnyelő és a közvetlenül hozzá kapcsolódó hőelszállító rendszerek kapacitásigényének meghatározásához a különböző hőforrásokat és ezek időfüggő viselkedését pontosan meg kell határozni, annak érdekében, hogy a hűtőközeg hőmérséklete az előírt tartományon belül biztosítható legyen. A hűtőteljesítménynél legalább a következőket kell figyelembe venni:

- a) a reaktor maradványhőjét,
- b) a kiégettüzemanyag-tároló medencében maximális kapacitás mellett keletkező bomlási hőt,
- c) a szivattyúkban és egyéb berendezésekben keletkező hőt,

Új atomerőmű segéd- és támogatórendszereinek tervezése

- d) baleseti szituációban keletkező hőt (pl. kémiai reakciók);
- e) minden egyéb olyan hőteljesítményt, amely valamilyen módon kapcsolatba kerül a biztonsági hűtővízrendszerrel;

A reaktor maradványhő-teljesítményének meghatározásakor - ideértve a bomlási hőt, a leállított maghasadási reakciókból és a tárolt energiából származó hőt - azt kell feltételezni, hogy az üzemanyag annyi ideig volt besugárzott állapotban teljesítményüzem alatt, hogy annak maximális bomlási hőteljesítménye van. A maximális bomlási hőt következetesen a megfelelő szabványok szerint kell megállapítani.

A kiégett üzemanyagból származó összes hőteljesítményt és a hőleadás mértékét a telephelyen egyidejűleg tárolt maximális számú kiégettüzemanyag-mennyiség alapján kell meghatározni. Az elvonandó hőteljesítmény meghatározásához az üzemanyagot alkotó különböző elemeknek megfelelő, leállítás utáni időtartamokat figyelembe vevő egyedi bomlásihő-keletkezési görbét vagy egy konzervatív módon meghatározott, minden üzemanyag-alkotóelemre vonatkozó átlagos, leállítás utáni időtartamot kell használni.

A működő berendezéseket - mint a szivattyú, motor és egyéb olyan berendezések, amelyeknél hőfejlődéssel lehet számolni, és amelyek szükségesek a segédrendszerek üzemeltetéséhez, ugyanakkor a végső hőelnyelőtől függenek - figyelembe kell venni a végső hőelnyelő bármely üzemiállapotra és a tervezési alapba tartozó baleseti feltételekre megfelelő kiválasztásakor.

Az egyes hőterhelések időbeni viselkedését egymásra kell illeszteni, hogy meghatározható legyen a csúcshőteljesítmény, amely a hőelvonó rendszer méretezési alapját adja. A számítás elvégzése során figyelembe vehető a hőelnyelők atomerőművön belüli ideiglenes tárolási képessége, mint például a zónában lévő szerkezeti anyagok, a primer- és szekunderkörü rendszerek, a konténment szerkezete, víztároló medencék, kiégettüzemanyag-tároló medence és a hőelvezető közeg.

Baleseti feltételek mellett a hő keletkezésének további forrásai lehetnek: az üzemanyag-burkolat fém-víz reakciójából felszabaduló hő, vagy a konténmenten belül más kémiai reakciókból felszabaduló hő. Ha a fém-víz reakciókból meghatározott hőkeletkezés lehetősége jelentős többlethőforrás, akkor azokat számszerűen meg kell határozni és figyelembe kell venni a méretezési kritériumoknál.

3.2.2.3. Hőelszállító rendszerre vonatkozó követelmények

A biztonsági megfontolásokra tekintettel, a következő tényezőket kell számításba venni a végső hőelnyelő és a közvetlenül hozzá kapcsolódó hőelszállító rendszerek méretezésénél:

- a) a maximális hőfejlődés mértékét,
- b) a tervezési környezeti paramétereket,
- c) hűtőközeg-ellátást;

Ahol egy végső hőelnyelő korlátozott kapacitással rendelkezik, ott a kapcsolódó hőelszállító rendszert úgy kell megválasztani, hogy szükség esetén megfelelő készletet tároljon a végső hőelnyelőből. Ez adott esetben megnövelheti a pótvíz rendelkezésre állásának idejét. Amennyiben a pótvíz mennyiség visszaállításával szemben támasztott idő rövid, az alkalmazható eljárások szigorúbb igazolása szükséges.

3.2.2.4. Több blokkos telephelyre vonatkozó kiegészítő követelmények

Ahol egy telephelyen több blokk reaktora ugyanazt a végső hőelnyelőt használja, ott a végső hőelnyelőnek és a közvetlenül hozzá kapcsolódó hőelszállító rendszereknek képesnek kell lenniük a tervezési célok érvényesítésére az alábbiak szerint:

- a) Biztosítani kell az összes reaktor egyidejű biztonságos leállítását és lehűtését, és azoknak a biztonságos leállított állapotban való megőrzését.
- b) Biztosítani kell egy reaktor baleseti feltételek mellett keletkező hőjének elvonását és ezzel párhuzamosan az összes többi blokk biztonságos leállítását és lehűtését, és azoknak a biztonságos leállított állapotban való megőrzését.

Amikor egy telephelyen több blokk reaktora ugyanazt a végső hőelnyelőt használja, ez nem eredményezheti a megbízhatóság csökkenését. Ezt figyelembe véve, kerülni kell a szükségtelenül komplex tervezési megoldásokat úgy, mint a többszörös lezárásokat és a különböző reaktorok berendezései közötti automatikus átkapcsolási lehetőségeket. Továbbá, ahol a végső hőelnyelőhöz közvetlenül kapcsolódó hőelszállító rendszer megosztva több blokkot lát el, ott figyelembe kell venni, hogy egy esetleges rendszerhibából származó következmények nagyobbak lehetnek.

3.3. Szellőző- és klímarendszerek

Az útmutató nem tartalmazza a blokkvezénylő szellőzőrendszerére vonatkozó tervezési előírásokat, mivel azokat az N3a.37. sz. Új atomerőmű blokk- és tartalékvezénylőjének tervezése című útmutatóban ismertetjük.

3.3.1. Általános ajánlások

3a.4.7.0200. „Az atomerőművi szellőző és klímarendszereknek biztosítani kell a radioaktív anyagok létesítményen belüli szétterjedésének vagy külső környezetbe jutásának megakadályozását vagy csökkentését, az üzemeltető személyzet vagy a rendszerek, szerelemek számára szükséges, a minősített állapot fenntartását szolgáló klímaviszonyokat.”

A biztonsági, valamint nem-biztonsági rendszerek megfelelő működéséhez szükséges környezeti kondíciók (pl. hőmérséklet, nyomás, relatív páratartalom és tisztaság) fenntartásához, valamint a kezelőszemélyzet hozzáféréseinek biztosításához a tervezést az alábbiak figyelembevételével ajánlott elvégezni:

- a) a berendezések által levegőnek átadott hő elszállítása, valamint a levegő hőmérsékletének és páratartalmának megadott határértékek között tartása (fagyás megakadályozásával)
- b) szükséges mértékű légcserre biztosítása,
- c) a levegő relatív páratartalmának fenntartása (amennyiben szükséges),
- d) megfelelő légáramlási irány biztosítása a különböző területek között,
- e) egyenletes levegő-hőmérséklet biztosítása helyiségeken belül,
- f) a radioaktív gázok és aeroszolok koncentrációjának csökkentése,
- g) menekülési útvonalak szellőztetése.

Ahol lehetséges, a légbefúvás folyosókon, vagy más "tiszta" helyiségekben történjen, az elszívás pedig olyan helyiségekben, ahol a szennyeződés mértéke nagyobb. A befújt levegő a tiszta területekről túlnyomásbiztosító csappantyúkon keresztül áramoljon a szennyezett terület felé.

A szabályozó- és irányítástechnikai rendszereket úgy kell megtervezni, hogy amint a radioaktivitás szintje meghalad egy küszöbértéket a jódadszorberes szellőzőrendszerek elinduljanak, a jódadszorberekkel nem rendelkező szellőzőrendszerek pedig leálljanak.

A légcsatornarendszerből elszívott levegőt szűrni kell, a radioaktív jód és radioaktív aeroszolok kijutásának megakadályozása érdekében.

Új atomerőmű segéd- és támogatórendszereinek tervezése

A kezelőszemélyzet védelme érdekében a jód- és egyéb aeroszolkoncentráció alacsony értéken tartását belső szűrős, recirkulációs rendszerrel kell megoldani, vagy megfelelően méretezett szellőzőn keresztüli levegő-utánpótlással.

3a.4.7.0300. „Nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszer elemeket tartalmazó helyiségek esetén meg kell vizsgálni, hogy a szellőző és klímarendszer kiesése milyen hatással van a működésükre. Indokolt esetben a szellőző és légkondicionáló rendszert biztonsági osztályba kell sorolni és megfelelő redundanciával kell kiépíteni.”

ABOS 2 osztályba sorolt szellőzőrendszereknek egyszeresen hibatűrőnek kell lenniük. Ezen ventilátorok villamos hajtásait szükségáramforrásokhoz kell csatlakoztatni.

A kapcsolódó berendezések elkülönítésére kiemelt figyelmet kell fordítani.

ABOS 3 osztályba sorolt szellőzőrendszerek esetén fenti intézkedéseket csak akkor kell érvényesíteni, ha a biztonsági elemzés ezt indokolja.

3a.4.7.0400. „A helyiségeket kategóriánként, egymástól független szellőzőrendszerrel kell ellátni. Ez alól kivételt képez a blokk- és tartalékvezénylő, valamint a konténment helyiségei, amelyekre a 3a.4.7.0700. és 3a.4.6.0900. pontok érvényesek.”

3a.4.7.0500. „A radioaktív anyagok szétterjedését korlátozó szellőző és klímarendszerekkel biztosítani kell, hogy:

- a) az adott helyiségben a légcsere mértéke legyen arányos a levegővel mozgó radioaktív anyagok koncentrációjának mértékével,*
- b) a légáramlatok iránya a kevésbé szennyezett helyekről a szennyezettebb helyek felé irányuljon, valamint*
- c) a rendszerek száma és elrendezése biztosítsa a jobban és kevésbé szennyezett helyiségek szellőzésének szétválasztását.”*

A radioaktív anyagokat tartalmazó helyiségek szellőzőrendszereit úgy kell megtervezni, hogy normál üzemben biztosítsák a csatlakozó terek negatív nyomásszintjeit a külső légkörhöz képest.

3a.4.7.0600. „Törekedni kell egyetlen kidobó kémény alkalmazására a légnemű sugárvédelmi kibocsátások integrált mennyiségének ellenőrizhetősége érdekében.”

3.3.2. *Specifikus ajánlások*

3a.4.7.0700. „A szellőző rendszerek tervezése során általános követelményként biztosítani kell:

- a) az olyan külső hatások és klimatikus viszonyok figyelembevételét, mint a külső tűz vagy robbanás, extrém szélsőségek, hó vagy másfajta szennyeződések általi eltömődés kockázata, magas páratartalom, vegyi anyagok bejutásának kockázata,*
- b) a tűzvédelmi és tűzkorlátozó funkció ellátását,*
- c) hogy a szellőző rendszerek szükség esetén alkalmasak legyenek a tűz miatt keletkező füst eltávolítására, a normál levegőviszonyok helyreállítására, ugyanakkor meg kell akadályozni a tüzek szellőző rendszereken keresztüli tovaterjedését,*
- d) a szellőző és klímarendszer szívó oldalát el kell látni megfelelő szűrőkkel, annak érdekében, hogy azok a robbanásveszélyes, mérgező és egyéb veszélyes anyagok, illetve szennyeződések, amelyek megjelenésére számítani lehet, ne juthassanak be a biztonsági osztályba sorolt helyiségekbe. A szellőzőrendszert el kell látni megfelelő mérőműszerekkel, amelyek alkalmasak a veszélyes anyagok detektálására,*
- e) a szellőző és klíma rendszer nyomó oldalát el kell látni olyan szűrőkkel, amelyek alkalmasak a szellőző rendszerbe kerülő radioaktív anyagok eltávolítására, továbbá szükség esetén a kibocsátások korlátozása érdekében lehetőséget kell biztosítani a helyiségből elszívott levegő hűtésére és az áramlás korlátozására,*
- f) a 3a.5.2.0200. ponttal összhangban, a szellőző és légkondicionáló rendszer geometriai kialakítását és a felhasznált anyagokat úgy kell megválasztani, hogy könnyen lehessen dekontaminálni,*
- g) a blokk- és tartalékvezénylőt, a műszaki támogató központot, valamint a veszélyhelyzeti irányító központot olyan izoláló és szűrő rendszerrel kell ellátni, amely lehetővé teszi, hogy TA2-4, TAK1-2 üzemállapotok esetén a személyzet egyéni védőfelszerelés nélkül tudjon benne dolgozni, hosszú távon is. A blokk- és tartalékvezénylő, a műszaki támogató központot, valamint a veszélyhelyzeti irányító központ helyiségeit kiszolgáló szellőző és légkondicionáló rendszernek ésszerűen megvalósítható mértékben függetlennek és egyszeres meghibásodás ellen védettnek kell lennie.*

Különböző biztonsági elemek alkalmazásával meg kell gátolni az éghető, káros (egészségre ártalmas) gázok és nyomáslökések szellőzőrendszerbe történő bejutását (behatolását).

Új atomerőmű segéd- és támogatórendszereinek tervezése

A korlátozottan hozzáférhető területről származó levegő tisztítására szolgáló levegőszűrő berendezéseket normál esetben a korlátozottan hozzáférhető területen belül kell elhelyezni. Amennyiben lehetséges, a levegőszűrő berendezéseket a ventilátorok szívó oldalára kell megtervezni.

Hermetikus téren belül csak tűzálló anyagok használata megengedett.

A hermetikus téren belüli légtechnikai csővezetékeknél csak saválló-, illetve megfelelő felületvédelemmel ellátott szénacél anyagok használata megengedett.

Azoknak az anyagoknak, melyek üzem közben radioaktív anyaggal szennyeződhetnek, a leállás során alkalmasnak kell lenniük dekontaminálásra.

A hermetikus tér határán átmenő légcsatornákat a hermetikus tér falának mindkét oldalán 1-1 db hermetikusan elzáró szerelvénnel kell ellátni.

Azon levegőszűrő berendezéseket, amelyek üzemeltetése a tervezési üzemzavar alatt és után is előírt, a tervezési üzemzavar előfordulásának esetére folyamatos és karbantartásmentes működésűekre kell megtervezni.

A tervezési üzemzavar alatt és után is működőképesnek előírt levegőszűrő berendezések kialakításának biztosítania kell, hogy a beépített szűrőelemek és azok anyaga ellenálljanak a tervezési üzemzavar által okozott minden olyan terhelésnek, amelynek a mérséklésére a szűrőelemek használata előírt. Az említett terhelések a következők: pl. nyomás, nyomáslengések, nedvesség, hőmérséklet, ionizáló sugárzás, rezgések és korróziót okozó anyagok.

A szűrőházakat oly módon kell megtervezni, hogy a nagy hatékonyságú levegőrészecskeszűrő elemek cserélhetők legyenek a környezet vagy a tiszta levegő szennyezése nélkül.

Normál üzemi feltételek esetén nem eshet soha a jódszűrők leválasztási határfoka a megengedett minimum határérték alá, függetlenül a levegő térfogatáramától, hőmérsékletétől, relatív nedvességétől, a jódelyelő szennyezőanyagokkal, valamint kondenzvízzel történő terhelésétől. A fenti követelmény szintén alkalmazandó azon tervezési üzemzavar alatt, melynek a mérséklésére a jódszűrő berendezés alkalmazandó.

A szívóági oldalon a jódszűrő berendezéseket el kell látni nagy hatékonyságú, legalább H13 szűrőosztályba tartozó levegőrészecskeszűrő elemekkel, a nyomóági oldalon pedig nagy hatékonyságú, legalább H11 osztályba sorolt levegőrészecske szűrő elemekkel.

Új atomerőmű segéd- és támogatórendszereinek tervezése

A jódszűrő berendezésnek alapvetően két 100% redundáns, alternatív módon csatlakoztatható berendezésből kell állnia.

A jódszűrőket tűzvédelemmel kell ellátni.

3a.4.7.0800. „A klímarendszerek rendszerelemeit a lehetséges mértékig egységesíteni kell. A tervezésnek a tesztelhetőséget, és amennyiben szükséges, a szivárgásmentességet és a zajszint követelményeket figyelembe kell venni.”

3a.4.7.0900. „A szellőzőcsatornák tervezését a rendelkezésre álló szabvány profilok, sugárvédelmi követelmények, földrengésállóság, szerelhetőség, valamint a várható külső és belső nyomásviszonyok figyelembevételével kell elvégezni.”

A szellőzőrendszer azon berendezéseit, amelyek a környezeti feltételek vonatkozásában túlnyomáson üzemelnek és a szennyezett levegő továbbítása a feladatuk, úgy kell kivitelezni, hogy a vonatkozó műszaki előírásokban meghatározott tömörségi előírásoknak megfeleljenek azokon a helyeken, amelyek az üzemeltetés szempontjából hozzáférhetőek, valamint ahol megkövetelt az alacsony levegőszennyezettség. A nyomottvizes reaktorok esetében ez a követelmény érvényes a keringtetett levegős elszívórendszer elszívóvezetékeire szintén.

A szellőzőrendszer berendezéseit hozzáférhető és jól tömíthető nyílásokkal kell ellátni a levegő térfogatáramának mérése céljából.

A konténment üzemi szellőztetése céljából kialakított csőátvezetéseket legalább két darab, sorba kapcsolt hermetikus csappantyúval kell ellátni. A csappantyúkat a konténment falához lehető legközelebb kell betervezni.

Ezekon felül az alábbi követelményeket kell figyelembe venni a tervezés során:

3a.4.7.1000. „A ventilátorok tervezésénél az egyedi és párhuzamos üzem rendszerkompatibilis jelleggörbéit, a forgó elemektől való védelmet, a könnyű hozzáférhetőséget és szerelhetőséget, (különösen szíjhajtású ventilátoroknál) és a rezgések továbbterjedésének megelőzését kell figyelembe venni.”

3a.4.7.1100. „A fűtőberendezések alkalmazása során villamos és vizes berendezés is alkalmazható, a földrengésállóságra méretezendő helyekre villamos berendezést célszerű telepíteni. A hűtési hőcserélőknél hullámos lamellák alkalmazása célszerű úgy, hogy távolságuk korlátozza a lerakódást.”

3a.4.7.1200. „A csappantyúkat mechanikus helyzetjelzővel kell ellátni és a beszabályozásra szolgálóknál gondoskodni kell a megfelelő pozícióban való rögzítés lehetőségéről.”

3.4. Emelőberendezések

3.4.1. Általános ajánlások

3a.4.7.1300. „Az emelő berendezések tervének biztosítani kell a földrengés-állósági, emelési, leesés elleni, tervezési és lepróbálási követelményeket és kritériumokat.”

3a.4.7.1400. „Az emelő berendezéseknek funkciótól függően rendelkezniük kell kézi mozgatási és távműködtetési lehetőségekkel, amelyekkel feszültség-kimaradás esetén biztosítható a teher biztonságos letétele.”

3a.4.7.1500. „A biztonsági vagy fizikai gát funkciót érintő emelőgépeket speciális nukleáris tervezési szabvány alkalmazásával kell megtervezni.”

A biztonsági osztályba sorolt emelőberendezések (pl. konténment polár daruja, az üzemanyag-átrakás emelőgépei, a reaktorépület és segédépület nagy terheket szállító darui) megbízhatósága legyen összhangban az általuk szállított súly leesése által okozott lehetséges kár mértékével.

Az emelőberendezések biztosítsák a racionálisan elérhető legrövidebb emelési időt, miközben teljesítik az általános biztonsági követelményeket.

Az emelőberendezések tegyék lehetővé a következő emelési műveletek elvégzését:

- a) a reaktortartály, a gőzfejlesztők és egyéb fővízköri rendszer elemek beemelése létesítés során,
- b) a tartályon belüli berendezések, és sugárvédelmi árnyékolásuk együttes emelése,
- c) a kiégett üzemanyag és sugárvédelmi árnyékolásának együttes emelése,
- d) a reaktor felső blokkjának emelése,
- e) egyéb nehézsúlyú berendezések emelése a reaktorépületben,
- f) a blokk leszerelése során szükséges anyagmozgatási műveletek.

Azon emelőberendezések, amelyek által mozgatott terhek leejtése a mozgatott berendezés sérüléséhez vezethet, vagy biztonsági funkciót veszélyeztethet, illetve jelentős radioaktív kibocsátással járna, legyen képes ellenállni minden, a tervezési alapba tartozó eseménynek, többek között a konstrukciója legyen földrengésálló.

A reaktorépület polár darujának funkciói:

Új atomerőmű segéd- és támogatórendszereinek tervezése

- a) a daru legyen képes mozgatni a blokk létesítése, teljes üzemideje, illetve a blokk leszerelése alatt a reaktorépületben előforduló legnagyobb súlyokat,
- b) a daru tartója és sínje legyen képes ellenállni a LOCA-üzemzavar okozta paramétereknek (a konténment nyomásának és hőmérsékletének növekedése),
- c) a vonatkozó minőségellenőrzési követelmények a nukleáris iparban elfogadott, megfelelő daruszabványok követelményei szerint kerüljenek meghatározásra (a létesítéskor, illetve üzemeltetés során fellépő terhelések figyelembevételével).

A következő funkcionális jellemzőket kell meghatározni:

- a) a szerelés, üzemeltetés és leszerelés során emelendő súlyokat,
- b) a kiszorgálandó terület méreteit,
- c) a normál emelési és hordozási sebességet,
- d) a maximális gyorsulási és lassulási értékeket,
- e) a karbantartási célokat (különösen a karbantartási időt).

Gépészeti tervezés

- a) A daru rendelkezzen redundáns biztosítószerkezettel (vagy a dobra ható biztonsági fékkel, vagy egy második emelőszerkezettel). A biztonsági fék csak akkor működjön, ha az üzemi fék működésképtelen.
- b) A kiégett üzemanyag mozgatására két, független kötelet kell biztosítani; ha az egyik kötél elszakad, akkor egy berendezést kell biztosítani a mozgatás leállítására.
- c) A pihentetőmedence, vagy a biztonságos leállításhoz szükséges berendezések fölötti nehéz terhek mozgatását végző emelőszerkezetek legyenek ellátva két független kötéllel, a kötelek biztosítórendszerrel, amely biztosítja az egyensúlyt a kötelek között.
- d) Legyen lehetőség a súly kézi leengedésére a hajtómotor feszültségvesztése, a mozgatónyomaték elvesztése, illetve mechanikai hibák esetén.
- e) A kiszorgálórúd legyen teljes hosszban mozgatható.
- f) Az acélszerkezetek és mozgó elemek tervezése nukleáris daruszerkezetekre vonatkozó szabvány szerint történjen, vagy ha az Európai Daruszabványt alkalmazzák, akkor kiegészítőleg 1,25 biztonsági tényezőt kell beiktatni.

Új atomerőmű segéd- és támogatórendszereinek tervezése

- g) Földrengésvédelmi elemzést kell végezni a tervezésen túli üzemzavaroknál feltételezett földrengési spektrumokra.
- a földrengés nyomán keletkező feszültségek legyenek kevesebbek az anyagok folyáshatáránál,
 - a daru dinamikus jellemzőit a válaszspektrum módszerrel kell kiszámolni,
 - a daru csúszását a válaszspektrum kialakításánál figyelembe kell venni.
- h) A daruoknak meg kell tartaniuk a súlyt, a hídnak és a futómacskának a helyükön kell maradniuk és a kerekek nem hagyhatják el a sínt. Szükség esetén megfogó saruk előírhatóak.

Egyéb emelőberendezések

A reaktorépület egyéb emelőberendezései az EFL (European Federation of Lifting) szabványai szerint tervezhetők azzal, hogy az emelő mozgások leállító funkcióját redundánsra kell tervezni.

Villamos és irányítástechnikai tervezés

Feszültségkimaradás esetén minden villamos technológiai berendezés meghibásodásvédelemmel (fail-safe) állapotba kerüljön: a feszültség kimaradása esetén a berendezés maradjon lezárt állapotban és azt őrizze meg a kézi újraindításáig.

Minden emelőberendezést el kell látni olyan súlymérő eszközzel, amelyet a kezelő folyamatosan megfigyelhet. Ez az eszköz legyen kapcsolatban a túlterhelés-védelemmel.

Minden emelőberendezést el kell látni végálláskapcsolóval a normál megállítóeszköz mellett.

A biztonsági funkciót ellátó mozgóeszközöket el kell látni sebességtúllépés elleni védelemmel, továbbá az emelési mechanizmus meghibásodását érzékelni képes védelemmel és ezek működtessék az üzemzavari féket a kezelő parancsától, vagy a normál üzemi szabályozástól függetlenül.

Az üzemanyag kezelésére szolgáló berendezések legyenek ellátva ütközésvédelemmel vízszintes mozgás idejére.

A fej fölötti emelésekhez használt emelőeszközök csak a blokk bizonyos üzemállapotai mellett legyenek működtethetők. Ezt biztonsági reteszekkel kell megvalósítani.

A biztonsági reteszek akadályozzák meg az emelőeszközök mozgását az előírt területeken kívül.

Az emelőberendezés funkciójától függően távműködtető eszközök alkalmazandók.

A tervezés során figyelembe kell venni a környezeti körülményeket, mint például: nyomás, hőmérséklet, közeg, radiológiai kitettség.

A dekontamináció lehetőségét (pl. az üzemanyag szállítóberendezését) figyelembe kell venni a tervezés során.

3.5. Felvonók

3.5.1. Általános ajánlások

3a.4.7.1600. „A felvonó berendezések tervének biztosítani kell a földrengés állósági, emelési, leesés elleni, tervezési és lepróbálási követelményeket és kritériumokat.”

3a.4.7.1700. „A felvonó berendezéseknek funkciótól függően rendelkezniük kell kézi mozgatási lehetőséggel, amellyel feszültség-kimaradás esetén biztosítható a felvonó biztonságos leeresztése.”

3a.4.7.1800. „A biztonsági vagy fizikai gát funkciót érintő felvonókat speciális nukleáris tervezési szabvány¹ alkalmazásával kell megtervezni.”

A tervezés során figyelembe kell venni a környezeti körülményeket, mint például: nyomás, hőmérséklet, közeg, radiológiai kitettség.

A konténmentben található személy- és teherlifteknek:

- a) biztonsági betáphoz kell csatlakozniuk,
- b) csatlakozniuk kell az erőmű riasztórendszeréhez,
- c) csatlakozniuk kell egy állandó kezelői felügyelettel ellátott belső kommunikációs rendszerhez
- d) könnyen nyitható, speciális jelzéssel ellátott vészkijáráttal kell rendelkezniük.

A konténmentben található liftszekrényeket:

- a) el kell látni nyomáskiegyenlítő nyílásokkal
- b) el kell látni könnyen nyitható ajtókkal

¹ Új atomerőmű tervezése során a szabványok használatára vonatkozó ajánlásokat az N9.3. "Szabványok használatának szabályai új atomerőmű létesítése során" című útmutató tartalmazza.

- c) el kell látni vészvilágítással, amely csatlakozik a szünetmentes betáphoz. A felvonókat el kell látni túlterhelés elleni védelmi berendezéssel.

3.6. Dízelgenerátorok

3a.4.8.5200. „A dízelgenerátorok kezelésének, indítási, felterhelési, stabil üzemi, és leállítási sajátosságainak olyannak kell lenni, hogy automatikusan, illetve szükség esetén kézi kapcsolási lehetőséggel, megfelelő időben biztosítsák a szükséges fogyasztók lépcsőzetes bekapcsolódását, elviseljék a legnagyobb egyedi terhelés ki- és bekapcsolását minden üzemállapotban, alkalmasak legyenek a megadott korlátokon belül az elvárt paraméterek gyors biztosítására és folyamatos fenntartására és üzemzavari állapotban csak a minimálisan szükséges védelmi funkcióik kapcsolják ki üzemből.”

3a.4.8.5300. „Minden dízelgenerátort független, külső és belső veszélyektől védett üzemanyag-, kipufogó-, kenő-, hűtővíz-, égési levegő-, indítólevegő-, és elektromos rendszerrel kell ellátni. A dízelgenerátornak és segédrendszereinek tesztelhetőeknek kell lenniük.”

3a.4.8.5400. „A dízelgenerátorokat tűzoltórendszerrel kell ellátni.”

A dízelgenerátorok és azok segédrendszereinek tervezése során az NBSZ 3a. kötetén kívül az NBSZ 9.3. (A tervezés minőségirányítási rendszerének követelményei) fejezete követelményeinek is meg kell felelni.

3.6.1. Általános ajánlások

- a) Az önálló energiaellátó egység minden részét úgy kell megtervezni, hogy annak a karbantartási, javítási ideje a lehető legrövidebb legyen. Egyértelmű utasításokat kell biztosítani az üzemeltetéshez, javításhoz, karbantartáshoz, teszteléshez, amelyek kidolgozásához a gyártó útmutatásait kell figyelembe venni.
- b) A kiszolgált biztonsági funkciók valószínűségi biztonsági elemzéseiből meg kell határozni az önálló energiaellátó egység szükséges rendelkezésre állásának legszigorúbb követelményét. A tervezés során megfelelő biztonsági elemzésekkel igazolni kell, hogy az elemzés alapján kapott rendelkezésre állási mutató kielégíti a funkcióelemzésekkel adódó maximális rendelkezésre állási igényt.
- c) Az atomerőművekben az önálló energiaellátó egységek általában készenléti dízelmotoros áramfejlesztő gépegységek, amelyek üzemzavar esetén a szükséges energia előállítását biztosítják. Ezek a berendezések fixen telepített dízelgenerátorok, illetve mobil dízelgenerátorok lehetnek.

Új atomerőmű segéd- és támogatórendszereinek tervezése

- d) A beépítésre kerülő dízel gépegységek esetében igazolni kell, hogy azok minőségtanúsítvánnyal, típusvizsgálattal és élettartam-hitelesítéssel rendelkeznek.
- e) A dízel gépegységek megbízhatóságát valószínűségi biztonsági elemzéssel kell igazolni.
- f) A dízel gépegység tervezésénél a telephely legkedvezőtlenebb környezeti feltételeit, illetve a természeti eredetű veszélyeztető tényezők hatásait kell tervezési alapként figyelembe venni. A környezeti hatások hosszú távú változásait (pl. klímaváltozás miatt) megfelelően figyelembe kell venni.
- g) A dízel gépegység funkcionális képességeinek tesztelhetőségét biztosítani kell az atomerőmű működése közben is, a berendezések érzékelőinek könnyen hozzáférhetőnek és tesztelhetőnek kell lennie leszerelés nélkül.
- h) A dízelgenerátorok és segédrendszereinek maximálisan megengedhető üzemképtelenségi időtartamát, valamint e rendszerek, rendszerelemek időszakos próbáinak, ellenőrzésének ciklusidejét elemzési eredményekre kell alapozni.

3.6.2. *Specifikus ajánlások*

3.6.2.1. Elrendezés, telepítés

Minden egyes független biztonsági rendszert el kell látni egyéni, dízelgenerátor-egységgel. Az összes dízelgenerátor-egység nem helyezhető el egy épületben. A megfelelő repülőgép-bechapódás elleni védelem érdekében a dízelgenerátor-egységeket legalább két, térben egymástól kellően távol elhelyezett épületben célszerű elhelyezni.

A dízelgenerátor épületének megtervezésekor és kialakításakor a következő követelményeknek kell megfelelni:

- a) Az épületet úgy kell megtervezni, hogy biztosított legyen a gépcsoport és minden kapcsolódó rendszer, épületrész többirányú megközelíthetősége, illetve végrehajthatók legyenek a karbantartási intézkedések.
- b) A helyi géptermet (vezérlőhelyiség) tűzgátló falakkal és tűzgátló ajtóval leválasztva kell kialakítani. A helyiséget a dízelgenerátor közelében célszerű kialakítani. A helyiség zajszintje nem haladhatja meg a 80 dB értéket.
- c) A gépterem megközelítését két irányból elérhetővé kell tenni.

3.6.2.2. Dízelmotor követelményei

A dízelmotor teljesítményének legalább akkorának kell lennie, ami biztosítani tudja a dízelgenerátor meghajtása által termelt, meghatározott wattos teljesítményt, figyelembe véve a gépcsoport hatásfokát, környezeti feltételeket és a biztonsági tartalék mértékét.

A dízelmotor és az alkatrészei működési idejének, két javítás között, legalább 500 órának kell lennie.

A dízelmotor és a generátor közötti csatlakozás tervezésekor figyelembe kell venni a túlterhelt és a rövidre zárt állapotokat, illetve számolni kell a fellépő torziós rezgésekkel.

A forgattyúház tervezésekor ügyelni kell arra, hogy abba szennyeződések ne juthassanak be.

Abban az esetben, amikor a dízelmotor hengerátmérője nagyobb vagy egyenlő, mint 200 mm vagy a lökettérfogata nagyobb vagy egyenlő, mint 0,6 m³ akkor a forgattyúházba túlnyomás elleni berendezéseket kell beszerelni.

3.6.2.3. Generátor követelményei

A dízelgenerátorok szükséges névleges teljesítményének nagyságát úgy kell meghatározni, hogy minden egyes biztonsági rendszer képes legyen a fogyasztó berendezéseit tervezési üzemzavari állapotban önállóan ellátni.

A zárlati áram okozta kioldásnak szelektív módon kell működnie.

A generátor reaktanciákat úgy kell megválasztani, hogy a megengedett dinamikus feszültségváltozások ne haladják meg a meghatározott határértékeket az adott ugrásszerű teljesítményváltozások esetén.

3.6.2.4. Alrendszerek követelményei

Üzemanyagrendszer

A dízel gépegység üzemanyagrendszerét úgy kell megtervezni, hogy az esetlegesen szivárgó üzemanyag ne érintkezessen a 220 °C feletti felületi hőmérséklettel rendelkező alkatrésszel.

A nagy nyomású üzemanyag tárolókat dupla fallal kell tervezni vagy ezzel egyenértékű külső védelemmel kell ellátni.

Minden üzemanyag-vezetékét úgy kell felszerelni és rögzíteni, hogy a rezgések ne okozzanak kárt bennük.

Az üzemanyagtartályoknak és az üzemanyag befecskendező szivattyú részére szűrőket kell biztosítani, amelyek tisztítását a dízelgenerátor-egység leállítása nélkül kell lehetővé tenni.

Az üzemanyagtároló rendszert úgy kell méretezni, hogy elég üzemanyag álljon rendelkezésre ahhoz, hogy biztosítani lehessen minden tervezési üzemzavart követő stabil, lehűtött állapotba kerülést.

Az üzemanyagfeltöltő rendszernek alkalmasnak kell lennie a gépcsoport működése közben való utántöltésre.

Az üzemanyagtartályokat a dízel gépegységek közelében célszerű elhelyezni, az épület mellett (kiemelve vagy földbe süllyesztve) vagy az épületen belül a dízel gépegység alatti térrészben.

Kenőolajrendszer

A kenőolajtartály nagyságát az üzemzavart követő stabil állapotba kerüléséhez szükséges dízel gépegység működtetési idejének és az olajfogyás mennyiségének figyelembevételével kell meghatározni.

A kenőolajrendszerrel kapcsolatban célszerű elvárás, hogy a kenőolaj utántöltése és ellenőrzése a dízelgenerátor működtetése közben elvégezhető legyen.

A dízel gépegység kenőolajrendszerét úgy kell megtervezni, hogy annak az esetleges szivárgása esetén ne érintkezessen a 220 °C feletti felületi hőmérséklettel rendelkező alkatrészszel.

A dízel gépegység kenőolajrendszerét el kell látni szűrőrendszerrel.

Hűtési rendszer

A dízel gépegység hűtési rendszerét két hűtőkörrel kell biztosítani, egy belső és egy külső rendszerrel. A külső kör hűtését minden más rendszertől függetlenül vagy hűtővízzel, vagy levegővel kell biztosítani.

A hőcserélő tervezésének a legkedvezőtlenebb hőmérséklet- és nyomásértéken, illetve a legkedvezőtlenebb külső körben lévő hűtőközeg-áramláson kell alapulnia. A hőcserélő beépített felületét biztonsági tartalékként +10%-kal meg kell növelni. Ha a külső hűtőrendszerben a szennyeződés nem zárható ki, akkor egy újabb biztonsági értékkel, ún. tisztasági tényezővel kell megnövelni a hőcserélő hőtéljesítményét.

A hűtőfolyadéknak a belső körben meg kell felelnie a motor gyártója előírásának és összhangban kell lennie a hűtőkörben felhasznált anyagokkal.

Lehetővé kell tenni a hűtőfolyadék utántöltését, illetve a minőségének ellenőrzését mintavétellel.

A dízelmotorhibához kapcsolódó teljes terhelési állapotból való leállás után biztosítani kell, hogy a későbbiekben elvégzett ismételt indítást ne akadályozza a leállás utáni hűtőfolyadék-hőmérsékletkorlát. Ez a követelmény nem vonatkozik arra az esetre, mikor a hűtőfolyadék hőmérsékletének korlátját a dízelgenerátor hibához kapcsolódó leállás adja.

A hűtőközeg-hőmérséklet szabályzó hibája esetén legyen lehetőség a dízelmotor manuális vész működtetésére.

Indítólevegő-rendszer

Minden dízelgenerátor-egységhez külön indítólevegő ellátó tartályt és egyéni indítólevegőellátó rendszert kell telepíteni.

Az indítólevegő-rendszer aktuális nyomását folyamatosan figyelni kell, és ha az egy bizonyos határérték alá csökken, akkor azt riasztással kell jelezni, valamint el kell kezdeni a szükséges nyomásérték helyreállítását.

A dízelgenerátor indítólevegő-rendszerét úgy kell méretezni, hogy elegendő legyen minimum 6 db egymást követő indítás végrehajtására és ezek után kb. 45 percen belül helyreálljon. A levegőkompresszoroknak automatikusan kell be- és kikapcsolniuk a tartály nyomásának függvényében.

Az indítórendszer-eszköz működésének automatikusan le kell állnia a sikeres indítást követően. Sikertelen indítás esetében az indítórendszert le kell állítani, egy meghatározott limitidő után, ami tekintettel van az indítólevegő-tartály nyomására annak érdekében, hogy a további indítási kísérlethez megfelelő nyomású sűrített levegő álljon rendelkezésre.

Az indítórendszer mechanikus összetevőinek megengedhető működési ciklusának legalább háromszor nagyobbak kell lennie, mint a maximális indítási idő.

További követelmények az indítólevegő-rendszer tervezésére:

- a) Abban az esetben, ha a környezeti hőmérséklet alapján várható a levegő nedvességtartalmának kicsapódása, a rendszert korrózióálló anyagból kell készíteni.
- b) Ha a korrózióállóság biztosítására korróziómentesítő bevonatot alkalmaznak, annak alkalmasságát bizonyítani kell. A korróziómentesítő bevonat nem kerülhet a tartályba.
- c) A csövezés és a csőcsatlakozások tervezésekor figyelembe kell venni a lehetséges rezgési mechanikai feszültségeket.

Új atomerőmű segéd- és támogatórendszereinek tervezése

- d) Vízleeresztési lehetőséget kell biztosítani a csövek és a töltőlevegő-tartályok legalacsonyabb pontjainál.
- e) A töltőlevegőellátó rendszer védelmében a nyomás nem haladhatja meg a tervezett nyomást.

Irányítástechnikai rendszer

Az irányítástechnikai rendszernek ki kell szolgálnia az indító-, futtató-, működtető-, védelmi, felügyeleti, leállítási és próbaüzemi, valamint tesztelési rendszereket.

A dízelgenerátor-egység villamos vezérlése és a hozzá tartozó biztonsági rendszer irányítástechnikai rendszere között villamos jelkapcsolatot kell kialakítani úgy, hogy a rendszerek közötti nem kívánt egymásra hatás ne alakulhasson ki (NBSZ 3a.4.5.4300. pont).

Az alrendszerek feladataira részleges irányítást kell biztosítani, mint pl. szinkronkapcsolás a hálózattal, előmelegítés, előkenés, indítólevegő-előállítás.

Védelmi rendszer

Azokat a hibákat, amelyek a dízelgenerátor-egységben vagy annak környezetében károkat okozhatnak mechanikai vagy elektromos védelmi berendezéssel észlelni kell és kezdeményezni kell a dízelgenerátor-egység leállítását.

A védelmi berendezéseket úgy kell megtervezni, hogy azok megbízható kioldást biztosítsanak és minden hibás működést elkerüljenek.

Lehetővé kell tenni a védelmi berendezések működésének tesztelését.

Minden védelmi berendezésnek aktívnak kell lenni a dízelgenerátor-egység próbaüzeme során is.

A védelmi berendezések szelektivitását biztosítani kell, mind szigetüzem esetén, mind a hálózattal való szinkronüzem esetén.

A védelmi berendezések nem redundáns kialakítása abban az esetben megengedett, ha bizonyított az, hogy a berendezések hibája esetén az nem okozza a dízelgenerátor-egység leállítását, illetve a hiba előfordulása valószínűtlen.

Tűzjelző és tűzoltó rendszer

Tűzjelző és tűzoltó rendszert kell telepíteni a dízelgenerátor-gépház, a gépterem és az üzemanyag-tároló tűzvédelme érdekében.

A tűzjelző és tűzoltó rendszerek üzemelhetnek az atomerőmű egységes rendszereként, azonban képesnek kell lenniük attól függetlenül is ellátni feladatukat.

3.6.2.5. Működtetés

A veszélyhelyzeti energiatermelést meg kell kezdeni, ha az üzemi ellátásban hiba van vagy az üzemi ellátás feszültség- és frekvenciaparamétereit a megengedett értéken kívül esnek.

Annak érdekében, hogy a dízelgenerátor a nyugalmi állapotából a megfelelő felfutás után minél gyorsabban energiát tudjon szolgáltatni, a következő pontokat kell a tervezés során figyelembe venni:

- a) A hűtővíz és kenőolaj folyamatos hőn tartását biztosítani kell egy előre meghatározott minimális hőmérsékleti értékre.
- b) A hűtővíz automatikus hőmérséklet-szabályozását biztosítani kell.

A dízelgenerátor-egység működéséből adódó rezgéseket korlátozni kell oly módon, hogy azok mértéke nem haladhatja meg az alkatrészek kifáradási értékét. A dízelgenerátor-egység tervezésekor a dízelmotor- és a generátorgyártó között együttműködés szükséges a rezgésszigetelés megfelelő kialakítása érdekében.

Torziós rezgéselemzést kell végrehajtani a dízelmotor és generátor esetében, annak bizonyítására, hogy a rezgési tartomány nem tartalmaz kritikus értéket.

A dízelgenerátor-egység felfutását követően a terhelést fokozatosan egy előre meghatározott sorrendben kell csatlakoztatni egy programautomatika segítségével, amelyben a fogyasztók a teljesítménynagyságuk és prioritásuk alapján vannak besorolva.

A dízelgenerátor-egység indítását, működtetését és leállítását manuális beavatkozással is biztosítani kell.

A veszélyhelyzeti energiatermelés visszakapcsolását üzemi betáplálásra manuális módon is biztosítani kell a helyi gépteremből.

A dízelgenerátor-egység minden egyes leállítási fázisa után annak rendelkezésre kell állnia az üzemi betáplálás újbóli meghibásodása esetére.