



N3a.5. sz. útmutató

Új atomerőmű villamos rendszereinek tervezése

Verzió száma:

1.

2015. október

Kiadta:

Fichtinger Gyula
az OAH főigazgatója
Budapest, 2015

A kiadvány beszerezhető:
Országos Atomenergia Hivatal
Budapest

FŐIGAZGATÓI ELŐSZÓ

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

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

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

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

Az útmutatók alkalmazása előtt mindig győződjön meg arról, hogy a legújabb, érvényes kiadást használja-e! Az érvényes útmutatókat az OAH honlapjáról (www.oah.hu) töltheti le.

ELŐSZÓ

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

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

A nukleáris biztonsági követelmények és rendelkezések betartása mindazok számára kötelező, akik az Atv. 9. § (2) bekezdése szerinti folyamatos hatósági felügyelet alatt állnak, valamint e törvényben előírt hatósági engedélyhez kötött tevékenységet folytatnak, ilyen tevékenységben közreműködnek, vagy ilyen tevékenység folytatásához engedély iránti kérelmet nyújtanak be. A nukleáris biztonsági követelmények és rendelkezések mellett a követelmények közé tartoznak az egyedi hatósági előírások, feltételek és kötelezettségek, amelyeket az OAH a nukleáris létesítmény nukleáris biztonsága érdekében határozatban állapíthat meg.

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

A Rendelet 3. § (4) bekezdése alapján, ha a kérelmező a nukleáris biztonsággal összefüggő engedély iránti kérelmét az útmutatókban foglaltak szerint terjeszti elő, továbbá ha az engedélyes a nukleáris biztonsággal összefüggő tevékenységét az útmutatókban foglaltak szerint végzi, akkor az OAH a választott módszert a nukleáris biztonság követelményei teljesítésének igazolására alkalmasnak tekinti, és az alkalmazott módszer megfelelőségét nem vizsgálja.

Az útmutatókban foglaltaktól eltérő módszerek alkalmazása esetén az OAH az alkalmazott módszer helyességét, megfelelőségét és teljeskörűségét részleteiben vizsgálja, ami hosszabb ügyintézési idővel, külső szakértő igénybevételével és további költségekkel járhat.

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

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

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

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	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	9
3. AZ ÚTMUTATÓ AJÁNLÁSAI	10
3.1. Általános ajánlások	10
3.1.1. Szabványok alkalmazása	10
3.1.2. Nemzetközi ajánlások alkalmazása	11
3.2. Tematikus és specifikus ajánlások	11
3.2.1. Az egyszeres meghibásodás és külső villamos betáplálás elvesztésének kezelése	11
3.2.2. Villamos tranziensek kezelése	13
3.2.3. Villamos rendszerek és rendszer elemek követelményei biztonsági osztályok szerint	14
3.2.4. Villamos berendezések terhelhetősége	17
3.2.5. TAK üzemállapotoknak való megfelelés	17
3.2.6. A normál villamosenergia-ellátó rendszer zavarainak kezelése	19
3.2.7. Villamos fogyasztók csoportosítása betáplálási igény szerint	19
3.2.8. A szünetmentes és létfontosságú energiaellátás méretezése	20
3.2.9. A biztonsági villamosenergia-ellátó rendszer indítása	21
3.2.10. A biztonsági villamosenergia-ellátó rendszer függetlensége	21
3.2.11. Villamos rendszerek láncolásának korlátozása	23
3.2.12. Blokkok közötti villamos kapcsolatok	23
3.2.13. A TAK 1 üzemállapot során és a TAK 2 üzemállapot megelőzéséhez, következményeinek enyhítéséhez szükséges villamosenergia-ellátás	23

1. BEVEZETÉS

1.1. Az útmutató tárgya és célja

Az útmutató ajánlásokat tartalmaz az NBSZ 3a. kötet 3a.4.5. fejezetében rögzített előírások teljesítésére.

Az útmutató célja, hogy – ajánlásokat adva a villamos rendszerek 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 hátterét 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 meghatározásokon kívül az alábbi definíciókat tartalmazza.

Alternatív váltakozó áramú betáplálás:

Atomerőmű blokk biztonsági rendszerhez tartozó villamos fogyasztóinak a külső és a belső normálüzemi és biztonsági tápellátás elvesztését követően ezen áramforrásoktól elkülönített önálló, telephelyen belül vagy kívül kialakított betáplálása.

Biztonsági betáplálás:

Atomerőmű blokk egy önálló biztonsági rendszeréhez tartozó villamos fogyasztóinak a biztonsági villamos rendszer részét képező áramforrásról történő tápellátása.

Biztonsági létfontosságú energiaellátás:

Azokat a biztonsági villamosenergia-ellátó rendszereket, amelyekben az energiaellátás kimaradási ideje – az erőmű típusától és biztonsági filozófiájától függően – néhány másodperctől egy-két percig megengedhető biztonsági létfontosságú villamosenergia-ellátó rendszereknek nevezik.

Biztonsági szünetmentes energiaellátás:

Azokat a biztonsági villamosenergia-ellátó rendszereket, melyekben az energiaellátás kimaradási ideje a másodperc tört részét nem haladhatja meg, biztonsági szünetmentes villamosenergia-ellátó rendszereknek nevezik.

Mobil energiaellátás:

Az erőmű telephelyén, vagy közelében környezeti hatásoktól védett módon tárolt berendezésekkel és eszközökkel, a betáplálásra kijelölt baleseti helyzetben használt fogyasztók vagy fogyasztócsoportok közelében ideiglenes módon egy adott helyen kiépített villamosenergia-ellátás.

Normál betáplálás:

Atomerőmű blokk villamos fogyasztóinak normál üzemállapothoz rendelt külső hálózati és belső termelői villamos betáplálása.

2.2. Rövidítések

AC	Váltakozó áram
DC	Egyenáram
F1, F2	A biztonsági funkciók szintjei.
TA1-TA4	Az atomerőmű tervezési alapjának részeként figyelembe vett üzemi állapotok, üzemi események, valamint üzemzavarok.
TAK1, TAK2	Az atomerőmű tervezési alapjának kiterjesztései. (TAK1 – komplex üzemzavarok; TAK2 – súlyos balesetek)

3. AZ ÚTMUTATÓ AJÁNLÁSAI

3.1. Általános ajánlások

A tervezéssel kapcsolatos általános ajánlásokat a N3a.12 „Általános tervezési elvek új atomerőművek és rendszereinek tervezéséhez” című útmutató tartalmazza.

3.1.1. Szabványok alkalmazása

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

9.3.7.0200. „A tervezési kézikönyvnek tartalmaznia kell a tervezés, telephely értékelés, létesítés, üzembe helyezés és üzemeltetés során alkalmazandó szabványok és más műszaki szabályzatok karbantartott jegyzékét. E jegyzékben az aktuálisan alkalmazott szabványokon kívül azonosítani kell a korábban alkalmazott szabványokat is, azok alkalmazási idejének és felhasználási területének megjelölésével.”

9.3.7.0300. „A jegyzéket az alábbi hierarchikus rendszerbe kell beleilleszteni:

- a) 1. szint: jogszabályi előírások és nukleáris biztonsági hatósági határozatok,
- b) 2. szint: folyamatokra irányuló nemzeti és nemzetközi szabványok,
- c) 3. szint: rendszerelemekre irányuló nukleáris szabványok, valamint
- d) 4. szint: hagyományos ipari szabványok.”

Az NBSZ 3a.2.1.2300 pontja általános tervezési követelményként rögzíti, hogy a biztonsági szempontból 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. A szabványok használatára az NBSZ 9.3.7. fejezete, „A szabványok használatának szabályai” is előír követelményeket. Az NBSZ 9. kötet előírja, hogy Tervezési kézikönyvet kell készíteni minden, a biztonság szempontjából fontos rendszer- és rendszerelem tervezésekor a tervezési határoknak megfelelő tartalommal. Az NBSZ 9.3.7.0200 pontja előírja, hogy tervezési kézikönyv részeként ki kell adni az alkalmazott szabványok és más műszaki szabályzatok karbantartott jegyzékét. Az NBSZ 9.3.7.0300 pontja a kiadásra kerülő jegyzék hierarchikus alkalmazására ad előírást.

3.1.2. Nemzetközi ajánlások alkalmazása

A biztonsági funkciót ellátó villamos rendszerek és berendezések tervezése során a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség és az Európai Unió ajánlásait is figyelembe kell venni. A fontosabb ajánlások a következők:

NAÜ által kiadott útmutatók:

- Safety of Nuclear Power Plants: Design SSR-2/1 and guides
- Design of Emergency Power Systems for Nuclear Power Plants Safety Guide Series No. NS-G-1.8, published Wednesday, September 01, 2004.

WENRA által kiadott dokumentum:

- Position Paper on Periodic Safety Reviews (PSRs) taking into account the lessons learnt from the TEPCO Fukushima Dai-ichi NPP accident, Study by Reactor Harmonization Working Group RHWG, March 2013

3.2. Tematikus és specifikus ajánlások

Jelen útmutató ajánlásokat tartalmaz a Nukleáris Biztonsági Szabályzatok 3a. kötetének 4.5. fejezet I. Villamos rendszerek és berendezések fejezet részében rögzített előírások teljesítésének támogatására.

Ennek megfelelően az útmutató Magyarországon újonnan létesítendő atomerőmű tervezése során, a tervek módosítása esetén, a hatósági engedélyezést megalapozó dokumentációk elkészítése során alkalmazandó. Az útmutató csak a fent említett NBSZ 3a kötet pontjaiban leírt specifikus követelményeinek részletesebb kifejtésével, magyarázatával foglalkozik.

3.2.1. Az egyszeres meghibásodás és külső villamos betáplálás elvesztésének kezelése

3a.4.5.0100. „Biztosítani kell, hogy az atomerőművi blokk villamosenergia-ellátó rendszere képes legyen - az egyszeres meghibásodás és a telephelyen kívüli külső villamos betáplálás elvesztésének feltételezése mellett - a működéshez szükséges villamos energiával ellátni a biztonsági osztályba sorolt rendszereket és rendszerelemeket.”

- a) Az atomerőművi blokk villamosenergia-ellátó rendszerén belül az atomerőmű biztonsági osztályba sorolt rendszereinek, rendszerelemeinek villamosenergia-ellátására az üzemi villamosenergia-ellátó rendszertől elkülönített, attól függetleníthető és saját független áramforrással rendelkező biztonsági villamosenergia-ellátó rendszereket kell tervezni.

Új atomerőmű villamos rendszerének tervezése

- b) A tervezett, egymástól független biztonsági villamosenergia-ellátó rendszerek számának, felépítésének és kapcsolatainak illeszkednie kell a blokk biztonsági funkcióit ellátó rendszerek felépítéséhez és számához, azaz a technológiai redundanciához. A biztonsági funkciókat megvalósító rendszerek egy rendszerének meghibásodása/elvesztése nem okozhatja a biztonsági funkció elvesztését (egyszeres meghibásodás tűrése).
- c) A biztonsági villamosenergia-betápláló rendszer megbízhatóságára érzékenység vizsgálatokkal meg kell határozni a legszigorúbb értéket úgy, hogy az általuk megtáplált rendszerek teljesítsék a valószínűségi biztonsági elemzés modellben előírt megbízhatóságot.
- d) A biztonsági villamosenergia-ellátó rendszer tervezésekor:
- a rendszer felépítésének kialakításával,
 - elkülönülő betápláló energiaforrások alkalmazásával,
 - párhuzamos, azonos feladatra képes és azonos felépítésű alrendszerek (redundancia) alkalmazásával,
 - a párhuzamos rendszerek közös okú meghibásodási valószínűségének csökkentésével (fizikai elkülönítés vagy különböző műszaki megoldás alkalmazása /diverzitás/),
 - és nagy megbízhatóságú, magas minőségi mutatójú rendszerelemek alkalmazásával

kell biztosítani a villamos energiával ellátandó funkciók valószínűségi biztonsági elemzésnek megfelelő megbízhatósági szint teljesülését.

- e) A villamosenergia-ellátó rendszert a blokk működéséhez kialakított biztonsági rendszerek számát-, felépítését-, kapcsolataikat figyelembe véve, azok kialakításánál használt mélységi biztonsági tervezési alapelvet (lásd NBSZ 3a.2.1.1900 pont) kiszolgálva kell tervezni.
- f) A biztonsági villamosenergia-ellátó rendszereket egyszeres hibatűrésre kell tervezni. Az egyszeres hibatűrés biztosítására a redundancia szükséges szintjének meghatározásakor a tervezés során figyelembe kell venni a karbantartási- és ellátandó funkció ellenőrzési próbákra, valamint rendszerelem cserére üzemből kivett rendszert is.
- g) A biztonsági villamosenergia-ellátó rendszer betáplálását a normál villamos energia betáplálásokkal táplált üzemi villamosenergia-hálózatához csatlakoztatva kell biztosítani addig, amíg az a tervezési

követelményként előírt villamos paraméterek szerinti tápellátásra képes.

- h) A normál betáplálás elvesztése esetére a biztonsági villamosenergia-ellátó rendszer részeként a blokk normál, külső- és a belső villamosenergia-termelő egységeitől független villamosenergia-termelő képességgel vagy megfelelő tároló kapacitással rendelkező tápellátást kell biztosítani. Ezek lehetnek: gázturbinák, dízelegységek és akkumulátor telepek. Az önálló energiaellátó egységeknek automatikusan, kezelői beavatkozás nélkül, a tervezési követelményként rögzített időn belül kell átvennie és előírt ideig biztosítani a biztonsági besorolású fogyasztók energiaellátását.
- i) A blokki független kialakítású biztonsági villamosenergia-ellátó rendszer felépítés-, elhelyezés- és elrendezés tervezésénél biztosítani kell az üzem alatti karbantartás- és rendszerelem csere lehetőségét.

3.2.2. Villamos tranziensek kezelése

3a.4.5.0200. „Biztosítani kell, hogy mind a belső, mind a külső hálózatról induló villamos tranziensek az atomerőművi blokk rendszereit minimális mértékben érintsék.”

- a) A blokk villamosenergia-ellátását biztosító rendszerekben a fogyasztók funkcióinak teljesüléséhez a villamos energia minőségi paramétereit a tervezés során meg kell határozni és a tervezési alapon rögzíteni kell.
- b) A tervezés során műszaki megoldásokkal biztosítani kell, hogy a villamosenergia-ellátó rendszerek által szolgáltatott villamos energia megfeleljen a tervezési alapon rögzített minőségi paramétereknek.
- c) A villamos paraméterek megengedhető tartományon túli változása esetére védelmeket kell tervezni a belső hálózatok és a fogyasztók üzemképességének megőrzésére.
- d) A tervezés során műszaki megoldásokkal biztosítani kell
 - a hálózati- és fogyasztói berendezések tranziens túlfeszültségek és felharmonikusok elleni védelemét,
 - a hálózati- és fogyasztói berendezések villámvédelmét és EMC megfelelőségét,
 - a zárlati- és kapcsolási eredetű tranziens túláramok által okozott indokolatlan működések és rendszerelem meghibásodások megakadályozását, ill. káros hatásuk csökkentését,

- az atomerőművi blokkhoz csatlakozó külső villamos hálózaton fellépő tranziens energia lengés blokkra gyakorolt hatásainak minimalizálását védelem betervezésével.

3.2.3. Villamos rendszerek és rendszerelemek követelményei biztonsági osztályok szerint

3a.4.5.0300. „A nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerek és rendszerelemek villamosenergia-ellátását biztonsági osztályuknak megfelelően, differenciált követelmények szerint kell tervezni.”

A nukleáris biztonság szempontjából fontos funkciók teljesülését szolgáló villamos energiaellátás rendszerei és azok rendszerelémei a kiszolgált funkció alapján biztonsági osztályba sorolhatók. A biztonsági funkciót ellátó villamos berendezéseknek és azok kialakításának a környezeti hatásoknak történő megfelelésük igazolására nukleáris iparban elfogadott szabványok vonatkoznak. A biztonsági osztályba sorolt villamos rendszerek és rendszerelemek tervezésekor, azokat a külső és belső veszélyeztető tényezőkkel szembeni megkövetelt ellenállósági szint alapján is osztályokba kell sorolni. Tervezés során ennek megfelelő differenciált követelményeket kell alkalmazni. Ezt az NBSZ 3a. 2.2.2300 pontja is rögzíti. A villamos RRE-k tervezése során különös tekintettel szükséges vizsgálni a túláram és a túlfeszültség hatását. Az igénybevételeket a tervezett felszerelési helyükön az általuk kiszolgált funkció teljesítésekor fellépő környezeti követelmények alapján kell meghatározni.

A berendezések funkcióellátó képességét a tervezett élettartamuk szerint is bizonyítani kell. Minden nukleáris biztonsági funkciót teljesítő villamos rendszerre és rendszerelemre a kiszolgált biztonsági funkció teljesüléséhez meghatározott és tervezési alapként rögzített kritériumokra, környezeti igénybevételekre a megfelelés ellenőrzését el kell végezni a vonatkozó nukleáris iparban elfogadott szabványok szerint.

A biztonsági besorolású villamos rendszerek és rendszerelemek tervezésénél teljesítendő főbb követelmények:

- a) A biztonsági villamosenergia-ellátó rendszereket a biztonsági elemzés alapján követelményként specifikált szintű meghibásodási valószínűségre kell tervezni.
- b) Tervezési követelményként meg kell határozni a külső- és belső veszélyeztető tényezők által fellépő igénybevételeket és ezeket a tervezési alapon rögzíteni kell. Igazolni kell a villamos energiával ellátandó funkciók teljesülését minden, a veszélyeztető tényezők

Új atomerőmű villamos rendszerének tervezése

elemzése által meghatározott igénybevétel fellépésekor. A biztonsági villamosenergia-ellátó rendszerek felépítését, redundanciáját, betáplálásának számát, tápellátó áramforrásait, külső okú meghibásodásához vezető körülményeket és közös okú meghibásodás elleni védelmét figyelembe véve kell a tervezési követelményeknek való megfelelést, megbízhatóságot igazolni az *N3a.15 „A nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerelemek környezetállósági minősítésének módszere és folyamata az új atomerőművek tervezése során”* című útmutatóban foglaltakkal összhangban.

- c) A tervezési követelményként rögzített megbízhatósági cél elérését valószínűségi biztonsági elemzéssel igazolni kell. A nukleáris biztonsági osztályba sorolt rendszereket úgy kell tervezni, hogy azok üzem közben szükséges tervszerű megelőző karbantartása vagy tesztelése miatt, az atomerőművi blokkot a biztonsági alapkövetelményként rögzített állapot bekövetkezési gyakoriság sértése miatt ne kelljen leállítani.
- d) A biztonsági villamosenergia-ellátó rendszer saját áramforrás egységének az NBSZ 3a.2.2.8900 pontja szerint meghatározott ideig folyamatosan tudnia kell üzemelni a helyszínen tárolt üzemanyag mennyiséggel. Ez alatt minden tervezett terhelési igényt ki kell tudni szolgálni.
- e) Az F1 és a helyreállítás céljából nem megközelíthető F2 szintű biztonsági funkciót ellátó rendszereknek redundáns áganként önálló biztonsági villamos betáplálással kell rendelkezniük.
- f) A biztonsági rendszerek kialakításánál lényeges szempont a funkcionális elkülönítés és függetlenség. Ez alatt azt kell érteni, hogy a különböző biztonsági funkciókat lehetőleg egymástól független rendszerek és rendszerelemek alkalmazásával kell teljesíteni, mert ez által elkerülhetők olyan közös okú meghibásodások, amelyek által egyszerre több különböző biztonsági funkció is sérül.
- g) Tervezési követelmény, hogy a mélységben tagolt védelem különböző szintjeihez tartozó biztonsági funkciók teljesítését egymástól független rendszerek és rendszerelemek végezzék. Az ilyen megoldásnak az a fő előnye, hogy megelőzi a védelem szintjeinek dominószerű összeomlását.
- h) Ebből a függetlenségi elvből következik az a követelmény, hogy egy biztonság szempontjából fontos rendszer, rendszerelem

Új atomerőmű villamos rendszerének tervezése

meghibásodása nem okozhatja más, ugyancsak biztonsági osztályba sorolt rendszer vagy rendszerelem meghibásodását.

- i) A függetlenségi követelmény megvalósításából következik, hogy a normál üzemi villamosenergia-rendszer meghibásodása nem vezethet a biztonsági villamosenergia-ellátó rendszer meghibásodásához. Az elv teljesülése a különböző biztonsági szinthez tartozó funkció megvalósításához tervezett rendszerek függetlenségét és így hatásmentességét is jelenti (például TA és TAK üzemállapotok kezelésénél funkciót ellátó rendszerek függetlenségének biztosítása oda-vissza).
- j) Az F1 szintű biztonsági funkciót ellátó rendszerek működőképességének üzem közbeni ellenőrizhetősége és a rendszerelemek cseréjének biztosítása céljából az üzemből történő kivehetőségének követelménye és az egyszeres hibatűrésre vonatkozó követelmény közvetve meghatározza a biztonsági villamosenergia-ellátó rendszereknél betervezendő redundancia minimális számát.
- k) Tervezési követelményként kell meghatározni, hogy ha a valószínűségi biztonsági elemzés alapján a biztonsági villamosenergia-ellátó rendszerre vagy rendszerelemére adódott valószínűségi kritériumok csak különlegesen nagy megbízhatóságú rendszerek vagy rendszerelemek alkalmazásával lennének biztosíthatók, akkor az ilyen biztonsági funkciót diverz módon kell ellátni. A diverzitás alkalmazása azért élvez előnyt az egyedi nagy megbízhatósággal szemben, mert az előbbi kevésbé van kitéve téves értékelés miatt váratlanul fellépő meghibásodásnak, és a közös okú meghibásodásokkal szemben is előnyösebb.
- l) Az üzemirányító (üzemeltető) számára az összes, a biztonság szempontjából érintett, villamos rendszer és rendszerelem állapotáról, az üzemállapotának megváltozásáról és működőképességről megfelelően strukturált, gyorsan értelmezhető jelzést kell biztosítani.

A különböző biztonsági osztályokhoz tartozó rendszerek és rendszerelemek vonatkozásában alkalmazandó differenciált követelményrendszerrel kapcsolatban további ajánlásokat fogalmaz meg a *N3a.12. „Általános tervezési elvek új atomerőművek és rendszereinek tervezéséhez”* című útmutató 3.2.2 fejezete.

3.2.4. Villamos berendezések terhelhetősége

3a.4.5.0400. „A TA1-4 és TAK1 üzemállapotokban a villamos rendszerek és rendszerelemek tervezett villamos terhelése nem haladhatja meg azok megengedett terhelhetőségét. A tervezési specifikációban kell megadni a rendszerek és rendszerelemek villamos terhelésére vonatkozó korlátozásokat. Ezek alapján meg kell határozni a biztonsági rendszerek üzemeltetéséhez szükséges villamos energiaforrások mennyiségét, minőségét és teljesítményét, figyelembe véve a lehetséges közös okú hibákat és szükséges üzemelési időtartamot.”

- a) A tervezéskor igazolni kell a villamosenergia-ellátó rendszerek terhelhetőségét a TA1-4 és TAK1 üzemállapotokban szükséges biztonsági funkciók teljesítése során fellépő maximális fogyasztói igények kiszolgálására. Ezt a telepítési/üzemelési helyükön fellépő környezeti állapotok mellett a vonatkozó elemzések alapján meghatározott időtartamig kell biztosítaniuk.
- b) A biztonsági rendszerekre és rendszerelemekre a biztonsági elemzések alapján meghatározott egy időben kiszolgálandó biztonsági funkciók villamos energia igénye alapján összegezni kell a villamos fogyasztói terheléseket. Az energiaellátó egységeket és részegységeket az így kiszámított maximális terhelésnél minimum 10%-kal nagyobb terhelés kiszolgálására kell tervezni.
- c) A biztonsági villamosenergia-ellátó rendszer vagy rendszerelem esetén igazolni kell, hogy a csatlakozó fogyasztók minden átmeneti- és állandósult üzemállapotát figyelembe véve a tervezési követelményként rögzített villamos energia paraméter korlátok között folytonosan képes azokat villamos energiával ellátni a tervezett környezeti paraméterek szerint megadott terhelhetőségükön belül.
- d) A tervezéskor igazolni kell a biztonsági funkciók szintjének megfelelő redundanciát, rendszerek közötti függetlenséget és a redundáns rendszerelemek közös okú meghibásodásának kizárását.
- e) A villamos rendszerek és rendszerelemek terhelhetőségét a tervezési alapan rögzíteni kell, az alkalmazási igény szerint előforduló környezeti paraméterek megadásával.

3.2.5. TAK üzemállapotoknak való megfelelés

3a.4.5.0500. „Megfelelő villamos betáplálást kell biztosítani TAK üzemállapotok esetére a TAK elemzések által megállapított szükséges

Új atomerőmű villamos rendszerének tervezése

beavatkozások és időkeret szerint, figyelembe véve a természeti eredetű veszélyeztető tényezőket.”

- a) Az atomerőmű blokk villamos energiaellátás tervének tartalmaznia kell a blokk TAK üzemállapotainak kezeléséhez a TAK elemzések által szükségesnek ítélt funkciók villamosenergia-ellátását.
- b) Az AC energia ellátás biztosítására tervezni kell normál erőművi betáplálásokat, azok elvesztése esetén biztonsági villamosenergia-ellátó rendszerből történő betáplálásokat, a biztonsági villamosenergia-rendszerről történő betáplálások elvesztésének esetére alternatív, fix telepítésű telephelyen belüli vagy kívüli elhelyezésű, független kialakítású AC forrásból történő betáplálást. Ennek hiánya- vagy üzemképtelensége esetére könnyű mobil tápellátó egység csatlakozási lehetőségét kell tervezni a kijelölt funkciók előírt idejű teljesítésére.
- c) A DC energia ellátás igényének teljesítésére blokki egyenáramú rendszereket és azok részeként akkumulátor telepeket kell tervezni. A blokki egyenáramú rendszerek megtáplálására AC/DC áramátalakítós betáplálásokat (a redundancia figyelembevételével) kell tervezni. Ezek tápellátása b) pontban AC fogyasztók tápellátásának megfelelő. Az AC/DC átalakítóknak a teljes egyenáramú fogyasztói igényt és az akkumulátor telep biztonsági elemzés alapján előírt rendelkezésre állási időn belüli teljes kapacitási szintre való töltését biztosítani kell.
- d) A b) pontban említett könnyű mobil tápellátó egységek teljesítményét üzemeltetési jellemzőit a TAK-elemzések által szükségesnek ítélt funkciók követelményeinek figyelembe vételével kell tervezni.
- e) A mobil áramellátó berendezéseket, tárolási és felállítási helyüket és a berendezések csatlakoztatását a lehetséges veszélyforrásoktól való védettség, továbbá a működőképesség ellenőrzése lehetőségének-, és az elemzések alapján előírt minimális rendelkezésre állási idő biztosításával kell tervezni.
- f) Az egyes TAK üzemállapotokhoz tartozó energia ellátás szükséges minimális rendelkezésre állási idejét a tervezés során követelményként kell rögzíteni a TAK elemzések által megállapított szükséges beavatkozások és időkereteik szerint.
- g) A TAK üzemállapothoz tartozó áramellátás tervezésénél elemezni kell a természeti eredetű veszélyforrások hatását a tervezett ellátási módokra és műszaki megoldást kell adni ezek kezelésére.

- h) A TAK üzemállapotok esetén funkciót teljesítő fogyasztók tápellátásának rendelkezésre állási időtartamát az NBSZ 3a.2.2.8900. pontja tartalmazza.

3.2.6. A normál villamosenergia-ellátó rendszer zavarainak kezelése

3a.4.5.0600. „Az atomerőművi blokk normál villamosenergia-ellátó rendszerében bekövetkező események kezelésére megfelelő intézkedéseket kell tartalmaznia a tervezési alapnak úgy, hogy az atomerőművi blokk biztonsága ilyen helyzetekben is garantálható legyen.”

- a) Az atomerőművi blokk normál villamosenergia-ellátó rendszerében bekövetkező események, üzemzavarok a blokk biztonsági villamosenergia-ellátó rendszereinek megfelelő működését nem korlátozhatják.
- b) A normál villamosenergia-ellátó rendszert a biztonsági villamosenergia-ellátó rendszertől függetlenül, áthatás mentes módon kell kialakítani.
- c) A tervezés során intézkedéseket kell előírni és automatikus funkciókat kell betervezni az atomerőművi blokk normál villamosenergia-ellátó rendszerében bekövetkező események következményeinek kezelésére.
- d) Biztosítani kell a normál célú villamosenergia-ellátó rendszer automatikus leválasztását a biztonsági célú villamosenergia-ellátó rendszerről a normál rendszer üzemzavara és a villamos energia ellátás minőségi paramétereinek nem megfelelősege esetén.

3.2.7. Villamos fogyasztók csoportosítása betáplálási igény szerint

3a.4.5.0700. „Az energiaellátó rendszereket, rendszerelemeket, a biztonsági osztályba sorolás mellett, a villamosenergia-ellátás megengedhető kimaradása szempontjából is csoportosítani kell. Ezek alapján kell megtervezni az atomerőművi blokk villamos betáplálási hálózatát.”

- a) A blokk villamosenergia-ellátó rendszerének tervezésekor minden fogyasztóra vizsgálni kell a villamosenergia-ellátás kimaradásának hatását.
- b) Az a) pontban említett vizsgálat eredménye alapján a villamos fogyasztókat csoportosítani kell (normál, normál szünetmentes, létfontosságú és létfontosságú szünetmentes), meghatározva a funkció megtartó tápellátásukhoz szükséges áramellátás kimaradásának megengedhető időtartamát. Az így csoportosított

fogyasztók részére a követelményüknek megfelelő betáplálást biztosító alrendszereket kell kialakítani. Az áramellátás követelményei szerint a biztonsági rendszer részeként tervezett alrendszereknél a biztonsági rendszerek tervezési követelményeit is teljesíteni kell.

3.2.8. A szünetmentes és létfontosságú energiaellátás méretezése

3a.4.5.0800. „A szünetmentes energiaellátás jellemzőit és a létfontosságú energiaellátás megengedhető kimaradásának időtartamát biztonsági megalapozással kell meghatározni. TAK1-2 üzemállapot során funkciót ellátó akkumulátoroknak megfelelő kapacitással kell rendelkezniük az újratölthetőségükig, vagy amíg más energiaellátási megoldás nem biztosítható.”

- a) A szünetmentes energiaellátás jellemzőit és a létfontosságú energiaellátás megengedhető kimaradási időtartamát tervezési alapkövetelményként kell rögzíteni. A követelmények meghatározására biztonsági megalapozással elemzést kell készíteni az ellátandó biztonsági funkciók és azok teljesüléséhez szükséges fogyasztók villamos energia ellátási igényei alapján.
- b) A TAK1-2 üzemállapotok szünetmentes energiaellátásának biztosítására, a TAK1-2 üzemállapot kezelésére, biztonsági elemzéssel meghatározott fogyasztócsoport funkcióinak teljesítéséhez szükséges villamosenergia-ellátást a fogyasztók funkcióteljesítéséhez szükséges villamosenergia-ellátási igény elemzése alapján kell meghatározni és tervezési követelményként rögzíteni. A követelmények meghatározásakor figyelembe kell venni a TAK1-2 üzemállapotban villamos energiával ellátandó fogyasztók egyidejű terhelését, a fogyasztók indíthatóságát, szükséges működési idejüket, periódusos működésüket és az energiaellátás szükséges időtartamát. A fogyasztók egymásra hatásának elkerülésére biztosítani kell a villamos védelmi rendszer szelektív működését.
- c) A TAK1-2 üzemállapotok villamosenergia-ellátására a fogyasztók funkcióteljesítési követelményét és a fogyasztók bekapcsolási ütemezését figyelembe vevő, a villamos energia paramétereiket a tervezési követelményként meghatározott tartományon- és időn belül biztosító villamosenergia-ellátó berendezéseket kell tervezni az NBSZ 3a. 2.2.6900 és 2.2.8900. pontjainak előírásait is figyelembe véve.
- d) A biztonsági funkciót ellátó, akkumulátoros betáplálású rendszerek tervezése során gondoskodni kell arról, hogy az akkumulátorok töltése folyamatosan biztosítható legyen, továbbá az akkumulátorok

rendelkezésre álló kapacitását és töltöttségi állapotát folyamatosan ellenőrizni lehessen.

3.2.9. A biztonsági villamosenergia-ellátó rendszer indítása

3a.4.5.0900. „Az üzemi villamos betáplálás kiesésekor, vagy paramétereinek megengedett tartományból való kilépése esetén a biztonsági villamosenergia-ellátó rendszereknek megfelelő időn belül automatikusan át kell kapcsolniuk a tartalék betáplálásokra.”

- a) Az üzemi normál villamosenergia-betáplálások kiesésekor, vagy a betáplálás villamos paramétereinek a betáplálási ponton a tervezési alapkövetelményként rögzített tartományból, a követelményként meghatározott időn túli kilépése esetére, tervezési követelményként meghatározott időn belüli biztonsági villamosenergia-rendszer saját betápláló dízelegységére történő áttérésre automatikus működést (automatikát) kell tervezni. A villamos paraméterek megengedett tartományból történő kilépésének ellenőrzésére a biztonsági főelosztó sínen és a betáplálások betápláló oldalán méréseket kell tervezni a tervezési követelményként előírt paraméterek ellenőrzésére és az átkapcsoló automatika részére szükséges információk biztosítására.
- b) Az atomerőmű blokk villamosenergia-ellátó rendszer tervezése során biztonsági megalapozással kell meghatározni a normálról- biztonsági energiaellátási betáplálásra automatikusan áttérő biztonsági funkciót teljesítő fogyasztók áramellátásának kimaradási idejét az újbóli funkció teljesítés követelménye szerint. A blokk biztonsági villamosenergia-ellátó rendszerében a saját betáplálást biztosító dízel berendezés üzembe kerülésére, terhelésének ütemezésére és a fogyasztók funkcióteljesítő belépésére biztonsági elemzést kell készíteni. Az elemzés alapján kell meghatározni a betápláló dízel egység teljesítmény- és dinamikus követelményeit.
- c) A megengedhető feszültség-kimaradás alapján automatikus lépcsős fogyasztó bekapcsolási sorrendet kell tervezni. A sorrendnek igazodni kell a blokk technológiai paramétereit által megkívánt funkció ellátáshoz.

3.2.10. A biztonsági villamosenergia-ellátó rendszer függetlensége

3a.4.5.1000. „A külső villamos hálózattól független biztonsági villamos energiaellátást megvalósító, fixen telepített, redundáns berendezéseknek olyan kialakításúnak kell lenniük, amelyek a lehető legteljesebb mértékben függetlenek az atomerőmű kiszolgáló rendszereitől.”

Új atomerőmű villamos rendszerének tervezése

- a) A biztonsági villamosenergia-ellátást biztosító berendezéseket az atomerőmű blokk villamosenergia-ellátó rendszerlemeiként egymástól és az atomerőmű kiszolgáló rendszereitől független, önmagában működő, a környezeti hatásoktól védett módon kell kialakítani. A biztonsági funkciójú villamos energiaellátó rendszerek függetlenségi követelményét az NBSZ 3a.2.2.8500. pontja közvetett módon rögzíti. Ez kimondja, hogy a normál üzemi célra tervezett rendszerek és rendszerelemek hibái nem akadályozhatják biztonsági funkciók ellátását. A függetlenség megvalósítása során hasonlóan teljesítendő követelmény, hogy a biztonsági célú villamos energia-ellátó rendszer hibája nem okozhatja az adott rendszer biztonsági funkcióját igénylő üzemi állapotnál enyhébb besorolású üzemi állapot kezelésére szolgáló rendszerek funkciójának sérülését. Például a TAK üzemállapotok kezelésére tervezett rendszerek hibája nem befolyásolhatja a TA üzemállapot kezelésére szolgáló rendszerek működését. Ez a mélységben tagolt védelem szintenkénti független funkcióellátás követelmény teljesítése.
- b) A biztonsági villamosenergia-ellátó berendezéseknek minden, tervezési alapon rögzített környezeti körülmény között önállóan biztosítania kell a funkciójának teljesítéséhez tervezési paraméterként rögzített minőségi és teljesítmény paramétereit.
- c) A külső villamos hálózattól független biztonsági villamos energiaellátást megvalósító, fixen telepített, redundáns berendezések kiszolgálását és fűtőanyag-ellátását a blokki egyéb rendszerektől függetlenül biztosítani kell a tervezési követelményként előírt időtartamra.
- d) A berendezés tervezésénél meg kell határozni a belső és külső veszélyeztető tényezőket, az ezek által fellépő igénybevételeket és a különböző blokk üzemállapotok és természeti hatások alapján fellépő környezeti paramétereket. A tervezéskor vizsgálni kell a közös okra visszavezethető meghibásodások bekövetkezési valószínűségét.
- e) A kiszolgált biztonsági funkciók valószínűségi biztonsági elemzéseiből meg kell határozni a villamos biztonsági rendszer szükséges rendelkezésre állásának legszigorúbb követelményét. A tervezés során igazolni kell a villamos biztonsági rendszeren elvégzett valószínűségi biztonsági elemzéssel, hogy az elemzés alapján kapott rendelkezésre állási mutató kielégíti a funkcióelemzésekben adódó maximális rendelkezésre állási igényt.

- f) A biztonsági villamos energiaellátást megvalósító berendezés ellenőrizhetőségét és vezérelhetőségét a blokki üzemi- és tartalék vezénylőben biztosítani kell. Az energiaellátó berendezés felügyeletére, irányítására digitális elvű, az atomerőmű biztonsági rendszerében alkalmazható, annak működtetésére előírt követelményeket teljesítő berendezést kell tervezni.

3.2.11. Villamos rendszerek láncolásának korlátozása

3a.4.5.1100. „A nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerek és rendszerelemek villamos betáplálásánál láncolt villamos kapcsolatok csak olyan módon létesíthetők, hogy téves üzemi vagy karbantartási műveletek hatására ne fordulhasson elő nem szándékolt funkcióvesztés.”

A nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerek és rendszerelemek villamos betáplálásánál láncolt villamos kapcsolatok kialakítása csak akkor megengedett, ha az egyes rendszerelemek a láncolásban résztvevő többi rendszerelem működésének zavarása nélkül leválaszthatók és visszakapcsolhatók. A kialakítás módja a nem megengedett egymásra hatást, hibaátterjedést és a hibás emberi beavatkozást kizárja. A követelmények teljesítését a tervezés során biztonsági elemzéssel kell igazolni.

3.2.12. Blokkok közötti villamos kapcsolatok

3a.4.5.1200. „Több blokkal rendelkező telephely esetén ésszerűen megvalósítható mértékben biztosítani kell a blokkok közötti közvetlen villamos összeköttetést, úgy hogy az esetleges hibák átterjedése egyik blokkról a másikra gyakorlatilag kizárható legyen.”

- a) A blokkok között a blokkok üzemállapotát figyelembe véve adott célra összeköttetéseket kell tervezni. Az összeköttetések műszaki jellemzőit tervezési alapon kell rögzíteni.
- b) Az egy telephelyen lévő blokkok közötti villamosenergia-ellátási összeköttetésnél védelmeket kell tervezni az egyik blokkról a másikra átterjedő hibák ellen.
- c) A két blokk kapcsolatát biztosító megszakítókat védelemmel kell ellátni a nem szinkronban lévő blokki hálózatok összefogása ellen.

3.2.13. A TAK 1 üzemállapot során és a TAK 2 üzemállapot megelőzéséhez, következményeinek enyhítéséhez szükséges villamosenergia-ellátás

3a.4.5.1300. „Villamosenergia-forrást kell tervezni, amely:

Új atomerőmű villamos rendszerének tervezése

a) fizikailag és rendszertechnikailag független a TA2-4 üzemállapotok kezelésére tervezett biztonsági villamosenergia-forrástól, valamint

b) megfelelő energiaellátást képes biztosítani a TAK2 üzemállapot megelőzéséhez, valamint következményeinek enyhítéséhez teljes feszültségvesztés esetén.”

A TAK2 üzemállapot megelőzéséhez, valamint következményeinek enyhítéséhez alternatív villamosenergia-ellátó áramforrást kell tervezni az alábbiaknak megfelelően:

- a) Az alternatív villamosenergia-ellátó áramforrásnak minden tervezési alapon rögzített környezeti körülmény között önállóan kell teljesítenie a funkciójának ellátásához tervezési alapon rögzített minőségi és teljesítmény paramétereit.
- b) Az alternatív villamosenergia-ellátó áramforrás kiszolgáló rendszereit és üzemanyag ellátását a tervezési követelményként előírt időtartamra az atomerőmű rendszereitől függetlenül kell biztosítani.
- c) Az alternatív villamosenergia-ellátó áramforrást a TAK2 üzemállapotban általa kiszolgált funkciók teljesülésére vonatkozó valószínűségi biztonsági elemzésekkel megkövetelt legszigorúbb megbízhatóságú szint teljesülését biztosító megbízhatóságúra kell tervezni.
- d) A TAK2 üzemállapot villamosenergia-ellátásának biztosítására olyan áramforrást kell tervezni, amely fizikailag és rendszertechnikailag független a TA2-4 üzemállapotok kezelésére tervezett biztonsági villamosenergia-áramforrásoktól.
- e) A TAK2 üzemállapot villamos energiaellátásának biztosítására tervezendő alternatív villamos energiaellátó berendezés elhelyezhető az atomerőmű telephelyén belül és kívül is.
- f) A TAK2 üzemállapot energiaellátásának biztosítására a TAK2 üzemállapot kezelésére biztonsági elemzéssel meghatározott fogyasztócsoport funkcióinak teljesítéséhez szükséges villamosenergia-ellátást a fogyasztók funkcióteljesítéséhez szükséges villamosenergia-ellátási igény elemzése alapján kell meghatározni és tervezési követelményként rögzíteni.
- g) A követelmények meghatározásakor figyelembe kell venni a TAK2 üzemállapotban villamos energiával ellátandó fogyasztók egyidejű terhelését, a fogyasztók indíthatóságát, szükséges működési idejüket, periódusos működésüket és az energiaellátás szükséges időtartamát.

Új atomerőmű villamos rendszerének tervezése

A fogyasztók egymásra hatásának elkerülésére biztosítani kell a villamos védelmi rendszer szelektív működését.

- h) A TAK2 üzemállapot villamosenergia-ellátását biztosító berendezést az atomerőmű blokk villamosenergia-ellátó rendszerétől és az atomerőmű kiszolgáló rendszereitől függetlenül, önmagában működően, a környezeti hatásoktól védett módon kell kialakítani.