



**N3a.37. sz. útmutató**

# **Új atomerőmű blokk- és tartalékvezénylőjének 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 és védett alkalmazásával, így a nukleáris és radioaktív hulladék-tároló létesítmények, nukleáris és más radioaktív anyagok biztonságával, nukleárisveszélyhelyzet-kezeléssel, nukleáris védettséggel 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 létesítést, az üzembe helyezést és az üzemeltetést, valamint a leszerelést, az üzemem kívül helyezést és a bezárást, radioaktív hulladék-tárolók esetén a lezárást követő időszakot, radioaktív anyagok alkalmazása 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 jogszabályi 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, védettségi és non-proliferációs követelmények teljesítésének módjára vonatkozó útmutatókat az OAH főigazgatója adja ki.

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

## ELŐSZÓ

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

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

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

Az NBSZ-ben foglalt követelmények teljesítésére az OAH ajánlásokat fogalmazhat meg, amelyeket útmutatók formájában ad ki. Az útmutatókat az OAH a honlapján közzéteszi. Jelen útmutató az engedélyesek önkéntes alávetésével érvényesül, nem tartalmaz általánosan kötelező érvényű normákat. 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 teljes körűségét részleteiben vizsgálja, ami hosszabb ügyintézési idővel, külső szakértő igénybevételével és további költségekkel járhat.

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

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

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

## TARTALOMJEGYZÉK

<b>1. BEVEZETÉS</b>	<b>8</b>
<b>1.1. Az útmutató tárgya és célja</b>	<b>8</b>
<b>1.2. Vonatkozó jogszabályok és előírások</b>	<b>8</b>
1.2.1. Hatósági útmutatók	8
<b>2. MEGHATÁROZÁSOK ÉS RÖVIDÍTÉSEK</b>	<b>9</b>
<b>2.1. Meghatározások</b>	<b>9</b>
<b>2.2. Rövidítések</b>	<b>11</b>
<b>3. VEZÉNYLŐK, TÁMOGATÓKÖZPONTOK TERVEZÉSÉRE VONATKOZÓ ÁLTALÁNOS AJÁNLÁSOK</b>	<b>12</b>
<b>3.1. Általános tervezési elvek</b>	<b>12</b>
<b>3.2. A tervezési projekt terjedelme</b>	<b>12</b>
<b>3.3. A tervezési projekt minőségbiztosítása</b>	<b>12</b>
<b>3.4. A tervezési projekt megvalósítása</b>	<b>13</b>
<b>3.5. Tervezőeszközök</b>	<b>13</b>
<b>3.6. A vezénylők tervezésének folyamata</b>	<b>14</b>
<b>3.7. A tervezés során alkalmazott szabványok</b>	<b>16</b>
<b>3.8. Vezénylők, támogatóközpontok engedélyezése</b>	<b>16</b>
<b>4. VEZÉNYLŐK, TÁMOGATÓKÖZPONTOK TERVEZÉSÉRE VONATKOZÓ SPECIÁLIS AJÁNLÁSOK</b>	<b>18</b>
<b>4.1. Blokkvezénylő</b>	<b>18</b>
<b>4.2. A blokkvezénylő felszereltsége</b>	<b>19</b>
4.2.1. Funkcionális analízis	19
4.2.2. Funkciók ellenőrizhetősége és karbantarthatósága	20
4.2.3. Feladatanalízis	21
4.2.4. Feladatok hozzárendelése, az automatizálás szintje	22
4.2.5. Részletes tervezés az emberi tényező figyelembevételével	23
4.2.6. Verifikáció és validáció	24
<b>4.3. Tartalékvezénylő és felszereltsége</b>	<b>24</b>
<b>4.4. A tartalékvezénylő ellenőrzése</b>	<b>25</b>
<b>4.5. Számítógépek elhelyezése</b>	<b>25</b>
<b>4.6. Balesetkezelési panel</b>	<b>26</b>
<b>4.7. A vezénylőtermék használhatósága</b>	<b>27</b>
<b>4.8. A blokk állapotának követhetősége</b>	<b>28</b>
<b>4.9. Villamos betáplálás</b>	<b>28</b>
<b>4.10. A vezénylők elkülönítése, párhuzamos használat elkerülése</b>	<b>29</b>

**Új atomerőmű blokk- és tartalékvezénylőjének tervezése**

---

<b>4.11.</b>	<b>A vezénylőteremben dolgozó személyzet védelme</b>	<b>29</b>
<b>4.12.</b>	<b>A vezénylők tűz elleni védelme</b>	<b>30</b>
<b>4.13.</b>	<b>A tartalékvezénylő megközelítése</b>	<b>30</b>
<b>4.14.</b>	<b>Az információ feldolgozhatósága</b>	<b>31</b>
<b>4.15.</b>	<b>A blokkvezénylő kialakítása</b>	<b>31</b>
4.15.1.	Az információ megjelenítésének módja	32
4.15.2.	Automatikus működések megjelenítése	34
4.15.3.	Kommunikációs kapcsolatok	34
4.15.4.	Alarmrendszer	35
4.15.5.	Az adatok tárolása (archív)	36
4.15.6.	Naplózás	36
4.15.7.	További támogatórendszerek, berendezések állapota	36
4.15.8.	Elrendezés	36
4.15.9.	Elhelyezés	37
<b>4.16.</b>	<b>A tartalékvezénylő kialakítása</b>	<b>37</b>
<b>4.17.</b>	<b>Üzemzavari műszaki támogatóközpont</b>	<b>38</b>
<b>4.18.</b>	<b>Veszélyhelyzeti műszaki támogatóközpont</b>	<b>38</b>
<b>4.19.</b>	<b>A műszaki támogatóközpontok felszerelése</b>	<b>39</b>
<b>5.</b>	<b>FELHASZNÁLT IRODALOM</b>	<b>41</b>
<b>1.</b>	<b>MELLÉKLET: A TERVEZÉSNEK FIGYELEMBE VEENDŐ MAGYAR SZABVÁNYOK</b>	<b>42</b>

## 1. BEVEZETÉS

### 1.1. Az útmutató tárgya és célja

Az útmutató ajánlásokat tartalmaz az NBSZ 3a. kötetének 3a.4.4. fejezetében rögzített előírások teljesítésére.

Az útmutató célja, hogy – ajánlásokat adva a blokk- és tartalékvezénylő, valamint a műszaki támogatóközpontok 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.

#### 1.2.1. Hatósági útmutatók

A hatósági követelmények teljesítésére az OAH által kiadott hatósági útmutatók tartalmaznak ajánlásokat. Jelen útmutatóban tárgyalt egyes szakterületekhez kapcsolódóan az OAH [honlapján](#) további útmutatók érhetők el, amelyek ajánlásait szintén célszerű figyelembe venni.



## 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.

***Alarm:***

Diagnosztikai, előrejelző, vagy útmutató információ, amely az operátor figyelmét felhívja egy problémára. Használható a veszélyjelzés vagy figyelmeztetőjelzés szó is rá.

***Blokkszámítógép:***

Az atomerőművi blokk központi technológiai számítógépes rendszere, amely a mért adatok gyűjtését, feldolgozását, archiválását, és az operátorok számára az adatok numerikus és grafikus megjelenítését végzi.

***Ember-gép felület:***

Az a felület, amelyen az operátorok kapcsolatba lépnek a blokk üzemével összefüggő irányítástechnikával és számítógépes rendszerekkel. A felület kijelzőket, kezelőszerveket, valamint az operátorok munkáját segítő magas szintű információs rendszer kezelőfelületét tartalmazza.

***Feladatanalízis:***

Az operátor egy feladatának részletes elemzése, amely megadja, hogy mely komponenseken milyen emberi beavatkozás történik, valamint ezek funkcionális és átmeneti kapcsolatait.

***Feladatok:***

Tevékenységek, amelyeket ember vagy gép hajt végre egy funkcionális cél eléréséhez.

***Funkció:***

Specifikált cél, amely leírható anélkül, hogy utalnánk arra, hogy milyen fizikai tevékenységek szükségesek az eléréséhez.

***Funkcionális analízis:***

A funkcionális célok meghatározása és vizsgálata, tekintettel a rendelkezésre álló emberi erőforrásra, technológiára és egyéb erőforrásokra. A vizsgálat célja, hogy eldöntsük, a funkciót hogyan rendeljük erőforrásokhoz, és hogyan hajtsuk végre.

***Funkcionális cél:***

Teljesítménycél, amely szükséges a megadott funkció megvalósításához.

**Kezelőszervek:**

Az ember-gép kapcsolati felületen elhelyezett olyan eszközök, amelyekkel az operátorok parancsokat küldhetnek a vezérlő rendszereknek és technológiai egységeknek (pl. kapcsolók, nyomógombok, képernyőn található ikonok).

**Kijelzők:**

Az ember-gép felületen elhelyezett olyan eszközök, amelyek célja, hogy a blokki paramétereket, állapotokat a személyzet nyomon követhesse (pl. numerikus kijelzés, lámpa, mutató műszer).

**Operátorok:**

Váltásban dolgozó erőművi dolgozók, akik a technológia üzemeltetését vezénylőkből végzik. Az operátorok az üzemviteli személyzet tagjai. Munkájukat az üzemviteli személyzet más tagjai segítik, akik a vezénylőkön kívül dolgoznak.

**Tartalékvezénylő:**

A blokkvezénylőtől funkcionálisan független, de annak biztonsági funkciót (pl. reaktorleállítás és -hűtés biztosítása, állapotmonitorozás) ellátni képes vezénylő, amely tartalmazza a beavatkozáshoz elégséges műszerezést.

**Üzemeltető személyzet:**

Az erőmű személyzetének az a csoportja, akik a folyamatos üzemeltetést biztosítják, ide értve a technológia irányítását, kezelését, karbantartását, az ilyen jellegű feladatok műszaki háttértámogatását, a karbantartás tervezését, előkészítését, és a karbantartások utáni és rendszeres ellenőrzéseket.

**Üzemviteli személyzet:**

Az üzemeltető személyzet azon tagjai, akik a napi technológiai feladatokat folyamatos (műszakos) munkarendben ellátják, illetve arra rendelkezésre állnak. Munkájukat a blokkvezénylőben tartózkodó operátorok irányításával végzik, akik szintén ebbe a csoportba tartoznak.

**Üzemzavari Műszaki Támogatóközpont:**

Üzemzavari helyzetben, amikor még nincs nukleáris veszélyhelyzet kihirdetve, a vezénylőtermi személyzet részére a normál üzemeltetés keretén belüli műszaki háttértámogatást nyújt. Ez a központ minden blokkra külön, lehetőleg a blokkvezénylő közelében kerül elhelyezésre.

**Veszélyhelyzeti Irányítóközpont:**

A veszélyhelyzet kihirdetése után, a Balesetelhárítási Szervezet alárendeltségében működő központ, amely a nukleáris veszélyhelyzet következményeinek enyhítésére, megszüntetésére irányuló tevékenység műszaki támogatását biztosítja. Független mind a blokkvezénylőtől, mind a tartalékvezénylőtől, mind az üzemzavari műszaki támogatóközponttól.

***Veszélyhelyzeti Műszaki Támogatóközpont:***

A Veszélyhelyzeti Irányítóközponton belül működő kisebb egység (célszerűen külön helyiség), ahol a Balesetelhárítási Szervezet kijelölt tagjai dolgoznak. E központ biztosít megfelelő munkakörnyezetet és információkat azon munkatársaknak, akik a veszélyhelyzet kihirdetése után a balesetet szenvedett blokk (blokkok) blokkvezénylőjében dolgozó operátorokat támogatják.

## **2.2. Rövidítések**

I&C-rendszer	Instrumentation and Control, műszer- és irányítástechnikai rendszer
TA	Tervezési Alap
TAK	Tervezési Alap Kiterjesztése
V&V-terv	verifikációs és validációs terv

### 3. VEZÉNYLŐK, TÁMOGATÓKÖZPONTOK TERVEZÉSÉRE VONATKOZÓ ÁLTALÁNOS AJÁNLÁSOK

#### 3.1. Általános tervezési elvek

A blokk- és tartalékvezénylők tervezési kiindulási adataihoz figyelembe kell venni a teljes irányítástechnikai rendszerre vonatkozó kiindulási adatokat. Az irányítástechnikai követelményekhez illeszkedve kell meghatározni a vezénylők berendezéseire vonatkozó teljesítmény- és rendelkezésre állási követelményeket és a környezeti feltételeket, amelyek között a berendezéseknek üzemelniük kell.

A tervezés során a vezénylők teljes életciklusát figyelembe kell venni. A biztonságos és gazdaságos üzemeltetés érdekében biztosítani kell, hogy a berendezések felújítása, cseréje a blokk teljes üzemideje alatt akár többször elvégezhető legyen.

A blokk- és tartalékvezénylőben kialakítandó egységes felhasználói felületnek a blokk minden üzemállapotában használhatónak kell lennie.

A különböző biztonsági osztályokhoz tartozó rendszerek és rendszerelemek vonatkozásában ajánlott differenciált követelményrendszert kidolgozni, az N3a.12 „Általános tervezési elvek új atomerőművek és rendszereinek tervezéséhez” című útmutató 3.2.2. fejezetében foglaltak figyelembevételével.

#### 3.2. A tervezési projekt terjedelme

A tervezési projekt terjedelme a következő vezénylőkre és támogatóközpontokra vonatkozik:

- a) Blokkvezénylő (atomerőművi blokkonként)
- b) Tartalékvezénylő (atomerőművi blokkonként)
- c) Üzemzavari műszaki támogatóközpont (atomerőművi blokkonként)
- d) Veszélyhelyzeti műszaki támogatóközpont (telephelyi)
- e) Tartalék veszélyhelyzeti műszaki támogatóközpont (telephelyen kívül)

#### 3.3. A tervezési projekt minőségbiztosítása

A tervezéssel megbízott szervezetnek az általa végzett tevékenységre kialakított tanúsított, a megrendelő által minősített minőségirányítási rendszert kell működtetnie. A tervezésben közreműködő tervezőknek, szakértőnek rendelkezniük kell a tevékenységre vonatkozó jogosultsággal.

A tervezési projekt végrehajtásához a működtetett minőségirányítási rendszer, valamint a megrendelői elvárások alapján minőségbiztosítási programot kell kidolgozni, amelyet a megrendelő jóváhagyásával a tervezés során végre kell hajtani.

A minőségbiztosítási programnak összhangban kell lennie az új atomerőmű mint komplex létesítmény megvalósításához kialakított minőségirányítási rendszerrel, annak részeként megfogalmazott minőségbiztosítási megoldásokkal.

A minőségbiztosítási programnak magába kell foglalnia a konfigurációkezelési rendszerből származó követelmények, elvárások teljesüléséhez szükséges tevékenységeket, eszközöket.

A minőségbiztosítási programot ki kell terjeszteni a tervezési projektben közreműködő valamennyi tervező szervezetre.

### **3.4. A tervezési projekt megvalósítása**

A tervezés során előforduló döntési pontokhoz, és az előírt funkcionális és teljesítménycélok ellenőrzéséhez fizikai modellek, prototípusok és szimulációs technikák alkalmazása szükséges. A tervezési folyamat részeként kezelendő tesztelési és kiértékelési fázisokhoz operátorokat kell bevonni.

### **3.5. Tervezőeszközök**

Az egységes feldolgozás és a tervezési fázisok közötti konzisztens adatkezelés érdekében számítógépes tervezőeszközöket kell használni.

Az alkalmazás körülményeit és az ellenőrzési módszereket figyelembe véve kell megítélni az egyes eszközök megbízhatósági szintjét. A kiválasztott eszközöket, alkalmazásukat, a módosítások módját pontosan azonosítani és dokumentálni kell.

A tervezőrendszerhez tartozó szoftvereszközökkel szemben elvárás a grafikus vagy magas szintű programozási nyelvek támogatása. Egyedi fejlesztésű szoftverek tervezése, fejlesztése, tesztelése meg kell, hogy feleljen a tervezendő rendszerre vonatkozó minőségi követelményeknek. Kereskedelmi szoftver esetén rendelkeznie kell megfelelő iparági referenciákkal és tanúsítványokkal.

A tervezési folyamat során célszerű virtuálisvalóság-eszközök használatával felépíteni a vezénylő modelljét, és a folyamatosan frissített modellt a verifikáció és validáció támogatására használni. Emellett a virtuálisvezénylő-

modell a szimulátorszoftverrel kiegészítve felhasználható az operátori feladatok elvégzésének vizsgálatára.

### **3.6. A vezénylők tervezésének folyamata**

A vezénylők tervezése az alábbi fő lépésekből álljon.

**Külső, belső veszélyforrások kezelése** – A veszélyforrások (pl.: robbanások, gőzrobbanás, nyomástartó (víz, vagy gőz) berendezés robbanása, exotermikus reakciók, mérgező gázok bejutás, különböző tüzek, elárasztás, stb.) azonosítása és azok várható hatásainak vizsgálata és a lehetséges következmények elfogadható szinten tartása és a tervezési megoldások megfelelőségének igazolása. Lásd még 4.15.9. pont.

**Funkcionális analízis** – A funkcionális analízist a teljes irányítástechnikai rendszer vonatkozásában kell elvégezni. A folyamat során funkciók és részfunkciók kerülnek meghatározásra, amelyek teljesítik a blokk fő üzemeltetési céljait. Az így kapott Technológiai Funkcióspecifikációból meg kell határozni azon funkciókat, amelyek elvégzése az adott vezénylő használatával történik. A funkciók ezen halmazának rögzítése jelenti a vezénylők tervezésének kezdetét.

**Feladatanalízis, feladat-hozzárendelés, munkaterhelés-analízis** – Az egyes funkciók megvalósításához feladatokat, részfeladatokat kell meghatározni, amelyek végrehajthatók automatikus rendszerrel, emberi beavatkozással vagy a kettő együttműködése által. Az egyes feladatok emberhez vagy automatikus végrehajtáshoz való rendelése előtt munkaterhelés-analízissel vizsgálni kell, hogy mely részfeladatok hajthatók végre a rendelkezésre álló idő alatt vezénylőtermi operátorok által. Az automatikus végrehajtásra kijelölt funkciók megvalósítása az irányítástechnikai tervezés feladata. A vezénylőtervezés szempontjából az automatikus funkciókat a megfelelő kijelzések biztosítása és a meghibásodás esetén a kézi beavatkozás lehetőségének megteremtése miatt kell figyelembe venni.

**Részletes tervezés az emberi tényező figyelembevételével** – Az előző fázisokban elvégzett analízisek eredményeként elkészülő terv részeként a megfelelő ember-gép kapcsolat (az operátori beavatkozás eredményének egyértelmű visszajelzése, információ: a visszajelzést biztosító rendszer hibájáról és a biztonságot veszélyeztető tényezőkről) kialakításához ergonómiai tervet kell készíteni, amely figyelembe veszi az operátorok teljesítményét befolyásoló tényezőket. Úgy mint:

**Új atomerőmű blokk- és tartalékvezénylőjének tervezése**

---

- a) Az emberi hiba minimalizálásához az emberi teljesítőképesség, mentális terhelhetőség, információfeldolgozó képesség stb.
- b) Munkakörnyezet (zajszint, páratartalom, szabályozható világítás, hőmérséklet, szellőzés).
- c) A kijelzők és kezelőszervek tervezése (kezelőszervek elrendezése, információk a kijelzőkön, a kezelőszervek és a kijelzők kapcsolata).
- d) A munkaállomások elrendezése (méret, befogadóképesség, elegendő hely a műveletek elvégzéséhez, a személyzet elhelyezéséhez, dokumentációtároláshoz, kezeléshez, kiegészítő tevékenységek ne zavarják az operátori beavatkozásokat – főjavítás, tesztek, menekülési útvonalak veszélyhelyzetben).
- e) Feliratozás (láthatóság, helyesség, elhelyezés, információtartalom).
- f) Karbantarthatóság, javíthatóság, panelek hátsó részén pontos azonosíthatóság a hibák elkerülésére, stb.

**Verifikáció és validáció** – A tervezés folyamatában a verifikáció és validáció két szinten jelenik meg:

- a) Minden tervezési fázis eredményét verifikálni kell az adott fázis bemenő követelményeivel szemben. Továbbá minden fázis végén validálni kell az eredményt alkalmazhatóság szempontjából. Ezen vizsgálatok eredményétől függően az egyes fázisok eredményeit iteratív módon, akár többször módosítani, majd újból ellenőrizni kell.
- b) A részletes tervezés alapján megvalósított virtuális és valós tesztkörnyezetben, valós operátorokkal elvégzett üzemeltetési feladatok eredményét dokumentálni kell, és összevetni a feladatanalízis eredményével. Az így tapasztalt eltérések alapján a részletes terv módosítása szükségessé válhat, aminek hatására az ellenőrzést részben vagy egészben ismételni kell. Az iteratív folyamatot addig kell ismételni, amíg az eredmények az elvárt szintet elérik. A tervezés és a megfelelés ellenőrzése során a következő szempontokat is vizsgálni kell:
  - A kijelzők megfelelő láthatósága és a kezelőszervek könnyű elérhetősége. A blokk nem tervezett működésének felismeréséhez vagy biztonságos leállításához szükséges, vezénylőn kívül elhelyezett információs és vezérlőeszközöket a tervekben tételesen azonosítani kell.
  - A személyzet feladatkiosztása és a berendezések elhelyezése közötti megfelelés.

- A bútorozás és a berendezések elhelyezése. A láthatósági, kommunikációs, elérhetőségi és mozgási szempontok figyelembevételével.
- A dokumentáció rendezettsége és tárolása.
- Tartalék alkatrészek, cseréhez szükséges eszközök elhelyezése.

### **3.7. A tervezés során alkalmazott szabványok**

A szabványok használatánál a magyar szabványokat kell előnyben részesíteni, amelyekre az 1. számú melléklet ad példákat. Az F1A, F1B és F2 biztonsági szintű funkciókat (ld. NBSZ 3a.2.2.0700) megvalósító berendezések tervezésénél speciálisan a nemzetközi nukleáris szabványokat kell alkalmazni. A nem biztonsági besorolású funkciókat megvalósító eszközök esetén az általános nemzetközi ipari szabványok alkalmazhatóak. Amennyiben nemzetközi szabvány nem alkalmazható valamilyen ok miatt, nemzeti szabvány is alkalmazható, de ebben az esetben a nemzetközi szabványnak való megfeleltetést el kell végezni.

A szabványok alkalmazására vonatkozó általános ajánlásokat az N9.3. „*Szabványok használatának szabályai új atomerőmű létesítése során*” című útmutató tartalmaz.

### **3.8. Vezénylők, támogatóközpontok engedélyezése**

Az engedélyezés során a tervek mellett legalább a következő dokumentumokat javasolt elkészíteni és bemutatni:

- a) Tervezéshez felhasznált kiindulási adatok.
- b) Alkalmazott jogszabályok, előírások és szabványok jegyzéke.
- c) Tervezéshez használt eszközök.
- d) Minőségbiztosítási program.
- e) Technológiai Funkcióspecifikáció (blokk- és tartalékvezénylőre).
- f) Feladatanalízis (blokk- és tartalékvezénylőre).
- g) A feladatanalízis után végzett V&V-terv és eredményei.
- h) Konceptcionális terv.
- i) A konceptcionális terv felülvizsgálatának módszere és eredményei.
- j) Részletes (kiviteli) terv.



**Új atomerőmű blokk- és tartalékvezénylőjének tervezése**

---

- k) Ergonómiai követelmények, ergonómiai elemzés, téves beavatkozások kockázatának elemzése (NBSZ 3a.3.9.0100. alapján).
- l) A tervek megfelelőségét vizsgáló független szakértői szervezet által készített elemzés.
- m) Végző V&V-tervek és eredmények.

A tervezéshez felhasznált kiindulási adatok gyűjteményében minden olyan fontos adatnak és feltételezésnek szerepelnie kell, amelyet a vezénylő tervezésénél felhasználnak. Ezen belül tartalmaznia kell legalább a következőket:

- a) a blokk- és tartalékvezénylő azon funkcióinak felsorolását, amelyek célja a blokk biztonságos állapotban tartása, vagy biztonságos állapotba hozása (ld. NBSZ 3a.4.4.0100.),
- b) azon külső és belső események leírását és számszerű jellemzését, amelyeket a tervezésnél figyelembe kell venni, valamint ezek ésszerű kombinációinak meghatározását,
- c) a villamos betáplálással kapcsolatos követelményeket,
- d) a tűzvédelemmel kapcsolatos követelményeket,
- e) a tartalékvezénylőtől való függetlenségi követelményeket,
- f) a blokkvezénylő elhagyásakor végzendő teendőket és ellenőrzéseket,
- g) a blokkvezénylőbe való visszatéréskor végzendő teendőket és ellenőrzéseket,
- h) a fizikai védettségi követelményeket.

## 4. VEZÉNYLŐK, TÁMOGATÓKÖZPONTOK TERVEZÉSÉRE VONATKOZÓ SPECIÁLIS AJÁNLÁSOK

### 4.1. Blokkvezénylő

3a.4.4.0100. „Az atomerőművi blokkon blokkvezénylőt kell kialakítani, ahonnan az atomerőművi blokk üzemeltetését, biztonságos állapotban tartását, vagy ilyen állapotba való visszavitelét célzó tevékenységek végrehajthatók a TA1-4 és TAK1-2 üzemállapotokban. A blokkvezénylő tervezésekor a legkorszerűbb ergonómiai szempontokat és elveket kell figyelembe venni.”

A 4.2. fejezet mutatja be a vezénylők tervezésének általános folyamatát (és ezen belül az egyes feladatok meghatározásának módszerét), amelyet a blokkvezénylőre és a tartalékvezénylőre is alkalmazni kell.

Az ergonómia és az emberi tényező a tervezés lényeges eleme. Az ergonómiai tervezési követelményeket már a koncepcionális tervezés fázisában le kell rögzíteni. Ez jelenik meg a létesítési engedélyezési fázis során benyújtandó „Ergonómiai követelmények” dokumentumban. A tervezés, gyártás, értékelés fázisaiban a követelményeket fel kell használni. A részletes tervezés részeként kell elkészíteni az „Ergonómiai elemzés” és a „Téves beavatkozások kockázatának elemzése” dokumentumokat.

A vezénylő elrendezésének és ergonómiájának elsődleges célja, hogy a személyzet által elvégzendő feladatok az előre meghatározott, szükséges időn belül sikeresen elvégezhetőek legyenek, figyelembe véve a várható környezeti hatásokat és a személyzet mentális terhelését. Előfordulhat, hogy stressz és időkénszer mellett kell a feladatokat elvégezni.

A vezénylőtermi személyzetet támogató rendszerek tervezésénél figyelembe kell venni az emberi tényezőre vonatkozó tervezési módszereket, így csökkentve az emberi hiba valószínűségét üzemeltetés, karbantartás és tesztek végzése alatt. Különös figyelmet kell fordítani az olyan folyamatokra, ahol emberi döntésre van szükség a végrehajtás során.

Az ember-gép felületet részben számítógépes információs rendszer beépítésével kell megvalósítani, amely képes integrált információ átadására a személyzetnek (NBSZ 3a.4.4.1500. alapján). Az információt olyan struktúrában jelenítsék meg, hogy az operátor egyértelműen átlássa a blokki folyamatokat, valamint megelőzze a téves értelmezést, a hibás beavatkozást, vagyis az emberi hibák kialakulását. A vezénylőkben elhelyezett feliratok, ideértve a számítógépes képernyőket, magyar nyelvűek legyenek.

## 4.2. A blokkvezénylő felszereltsége

3a.4.4.0200. „Elégséges kijelző és archiváló, valamint beavatkozó eszköznek kell az üzemviteli személyzet rendelkezésére állnia a blokkvezénylőben a TA1-4 és TAK1-2 üzemállapotokra a következő célokból:

- a) az atomerőművi blokk és rendszerei, szerelemei állapotának megfelelő nyomon követése,
- b) a biztonságra lényeges hatással lévő változások nyilvánvaló és időben történő jelzése,
- c) bármilyen automatikus védelmi működés azonosítása, elmaradásuk esetén azok indítása, valamint
- d) átfogó kép kialakítása az atomerőművi blokk folyamatairól.”

Ez az NBSZ-pont követelményeket ad annak megtervezésére, hogy a vezénylőben milyen kijelző- és beavatkozási eszközöket kell elhelyezni. Azt, hogy hogyan kell elhelyezni, az NBSZ 3a.4.4.1500 pontjához írt 4.15. fejezetben tárgyaljuk.

Az elégséges kijelzőberendezés mellett még előírás, hogy „c) biztosítani kell, hogy felesleges, lényegtelen információ ne legyen megjelenítve.” (NBSZ 3a.4.4.1400. c pont).

A megadott követelmények teljesülése érdekében a tervezést egy jól definiált és megfelelően verifikált folyamat keretében kell elvégezni. A validáció részeként ellenőrizni kell a funkcionális és interfész követelmények teljesülését. Az információ megjelenítését olyan módon valósítják meg, hogy az alapvetően szükséges információk állandó megjelenítése mellett a többi paraméter csak indokolt esetben a szükséges ideig jelenjen meg.

A teljes folyamat során következetesen fontos szempontként kell kezelni az emberi tényezőt. Például ezt a szempontot figyelembe kell venni a funkciók emberi vagy automata végrehajtáshoz rendelésekor, valamint az ember-gép felület tervezésénél.

### 4.2.1. Funkcionális analízis

A teljes irányítástechnikai rendszerre funkcionális analízist kell végezni. Az analízis során meg kell határozni a vezénylőkkel kapcsolatos funkciókat, ezeket a vezénylőtervezés kiindulásaként azonosítani és dokumentálni kell. (Jelen útmutató nem részletezi a funkcionális analízist minden szempontból, kizárólag a vezénylőtermék tervezésével kapcsolatos elvárások kerülnek bemutatásra.)

A funkcionális analízist a tervezés további folyamataiban figyelembe kell venni, ezáltal biztosítva, hogy

- a) az összes szükséges funkció és feladat azonosításra kerüljön,
- b) a feladatok felosztása az emberi munkaerő és az automatizmus között optimális legyen,
- c) az operátorok képesek legyenek az összes meghatározott feladatot elvégezni a lehetséges üzemállapotokban, és rendelkezésükre álljanak ehhez a szükséges támogatóeszközök,
- d) az ember-gép felület tervezése a korszerű ergonómiai gyakorlat szerint történjen.

A funkciók leírása egységes és formális legyen. Az egyes funkciók tulajdonságait rögzíteni kell, ezek között legalább az alábbi információk szerepeljenek:

- a) a funkció egyedi azonosítója,
- b) a funkció biztonsági szintje,
- c) funkcionális követelmények,
- d) teljesítménykritériumok,
- e) függetlenségi kritériumok,
- f) elvárt megbízhatóság

A funkciók biztonsági szintekbe sorolását az NBSZ 3a.2.2.0700. pontja írja elő (F1A, F1B, F2, NS-szintek). A berendezéseket ezen kívül az NBSZ által meghatározott biztonsági osztályok (ABOS) valamelyikébe is be kell sorolni az NBSZ 3a.2.2.1200-3a.2.2.2300. pontjai alapján.

Azon rendszereket, amelyek a reaktor automatikus leállítását, vagy az aktív biztonsági funkciókat megvalósító rendszerek irányítását végzik, úgy kell tervezni, hogy a TA1-4 üzemállapotokban várható események bekövetkezése esetén a kezelőszemélyzet az üzemeltetési munkahelyekről az automatikus biztonsági működések ne tudja megakadályozni, de az automatikus beavatkozás elakadása esetén azokat tudja helyettesíteni vagy pótolni.

#### 4.2.2. *Funkciók ellenőrizhetősége és karbantarthatósága*

A tervezés során a blokkvezénylőre be kell mutatni, hogy a funkcionális analízis során meghatározott funkciók működése ellenőrizhető (tesztelhető). Az egyes funkciókra ellenőrzési programot kell készíteni, amely meghatározza:

**Új atomerőmű blokk- és tartalékvezénylőjének tervezése**

---

- a) az ellenőrzéshez szükséges tevékenységeket,
- b) a megfelelőségi kritériumokat,
- c) az ellenőrzés elvárt gyakoriságát,
- d) az ellenőrzés dokumentálásának menetét.

Azon funkcióknak, amelyek F1 vagy F2 biztonsági szintűek (így azon berendezéseknek, amelyek F1 vagy F2 biztonsági szintű funkciót valósítanak meg):

- a) üzem közben, annak zavarása nélkül tesztelhetőeknek kell lenniük.
- b) a hiteles tesztelés érdekében tesztelés közben üzemmódjuk, funkcionalitásuk nem változhat meg.

A tervezés során a blokkvezénylőre bizonyítani kell, hogy a meghatározott funkciók fenntarthatók. Az egyes rendszerelemek javításának, cseréjének lehetőségét be kell mutatni. Ezzel összhangban meg kell határozni a tartalék berendezések és a javításhoz szükséges eszközök körét.

#### 4.2.3. Feladatanalízis

A funkcionális analízis utáni következő főbb lépés a feladatanalízis. Ennek keretében az operátorok által végzendő feladatokra hierarchikus rendszerű feladatanalízist kell végezni (ld. még NBSZ 3a.3.9.0400). A blokk- és tartalékvezénylőre a feladatanalízist a teljes I&C-rendszer feladatanalízisének részeként kell elvégezni.

A feladatanalízis elkészítése során a funkcionális analízis alapján fel kell sorolni az üzemeltetési tevékenységeket (pl. blokkindítás, teljesítményüzem, leállítás stb.) Ezeket a fő tevékenységeket egyedi (rész) feladatokra kell bontani, és az egyedi feladatokhoz meg kell határozni az irányítástechnikai rendszer és az operátorok szerepét a feladat elvégzésében.

A vezénylői feladatok tervezését valamennyi vezénylői feladatra és vezénylőben tevékenykedő személyre ki kell terjeszteni a blokk valamennyi életciklusára (létesítés, üzembe helyezés, üzemeltetés, tartós leállítás, leszerelés stb.)

A feladatanalízis során az egyedi feladatokat fel kell sorolni, és legalább a következő információkat kell megadni:

- a) az elvégzendő irányítási tevékenységek,
- b) az egyes tevékenységekhez szükséges technológiai paraméterek,
- c) a tevékenységekhez rendelt időkorlát,

**Új atomerőmű blokk- és tartalékvezénylőjének tervezése**

---

- d) az egyes tevékenységek eredményének értékeléséhez szükséges technikai kritériumok,
- e) alternatív megoldások választásához szükséges technikai kritériumok.

A feladatanalízis során az egyes feladatok elvégzésének megbízhatóságát és a feladat megfelelőségét ki kell értékelni.

A feladatanalízis végén az alsó szintű feladatokra következő tulajdonságokat kell megvizsgálni:

- a) munkaterhelés,
- b) pontosság és megismételhetőség,
- c) időtényezők,
- d) összetettség,
- e) döntés szükségessége,
- f) a feladat hibás vagy sikertelen elvégzésének lehetséges következményei,
- g) csapatmunka szükségessége.

A feladatanalízisből nyert információt a további tervezési lépések, (főképpen a részletes tervezés) használják fel.

#### 4.2.4. Feladatok hozzárendelése, az automatizálás szintje

A feladatok felsorolása és elemzése után az automatizálás megfelelő szintjét el kell dönteni minden egyes feladathoz. Más szóval meg kell határozni, hogy az egyes feladatok végrehajtását az operátorra, az automatikára, esetleg a kettő kombinációjára bizzuk. A döntésnél figyelembe kell venni a következő szempontokat:

- a) válaszidő-követelmények,
- b) az automatikus berendezések lehetséges meghibásodásai,
- c) a művelet összetettsége,
- d) az operátor terhelése,
- e) milyen mértékű figyelmet fordít rá az operátor, és mennyi ideig,
- f) az operátor helyzetudatosságának (situation awareness) fenntartása,
- g) a művelet várható gyakorisága (a nagyon gyakori és a nagyon ritkán szükséges műveleteket célszerű automatizálni).

Az automatizálás szintjét úgy kell megtervezni, hogy minimalizálja az emberi hiba lehetőségét, és, ha ilyen hibák fordulnak elő, azok következménye korlátozott legyen. Az automatizálás szintjének megállapításakor azt is figyelembe kell venni, hogy miképpen tudja az operátor a technológia állapotát jól értelmezni, változásait követni, az eseményeket értelmezni. Túl magas szintű automatizálás esetén az operátorok elveszíthetik a folyamat feletti ellenőrzést, és előfordulhat, hogy nem képesek szükség esetén a blokk működésébe beavatkozni.

Az automatikus vezérlőfunkciók lehetséges meghibásodásának következményeit az automata vagy kézi vezérlés kiválasztási folyamatának szempontjaként kell kezelni.

#### *4.2.5. Részletes tervezés az emberi tényező figyelembevételével*

A blokk irányítását kizárólag a vezénylőteremben dolgozó operátorok végzik a blokk minden üzemállapotában. A technológia állapotától függően az operátori létszám a vezénylőben változó lehet. A tervezés során intézkedéseket kell tenni annak érdekében, hogy ne fordulhasson elő karbantartás vagy tesztelési feladatok végzése közben, hogy egy technológiai rendszert a karbantartást vagy tesztelést végző személyek irányítsanak.

Az operátorok által használt berendezések kizárólag a blokk üzemeltetésére szolgálhatnak. Az operátorok használatára szánt berendezéseket nem szabad más célokra, például karbantartásra vagy az operátorokon kívül más szakértők által végzett elemzések elvégzésére használni. Azon felhasználói felületeket, amelyek az üzemeltetésen kívüli más feladatokra szolgálnak, az üzemeltetési rendszerektől el kell különíteni.

Karbantartási tevékenység csak az operátorok engedélyével végezhető. Ki kell dolgozni azt a protokollt, amely szerint az operátorok engedélyezhetik ezen tevékenységeket, és megfelelő információt kapnak róluk. Ezt a protokollt a részletes tervekben kell rögzíteni.

Az emberi végrehajtásra rendelt funkciók esetében fontos tényező az operátorok képessége a funkció végrehajtására. Az operátorok képességeinek elemzése azonosítja azon információs és erőforrásigényeket, amelyek a hozzárendelt feladatok elvégzéséhez szükségesek. Ehhez szükséges az általános emberi információfeldolgozó képesség, kognitív készség, jelzések értékelési képessége, memóriakapacitás, reakcióidő, fizikai válaszkészség elemzése és figyelembevétele. Ebbe a vizsgálatba szakmai tapasztalattal rendelkező ergonómiai és pszichológiai szakértőket kell bevonni. Az egyes szakértők nevét, végzettségüket és az általuk kezelt szakterület meghatározását a részletes tervben fel kell tüntetni.



#### 4.2.6. Verifikáció és validáció

A verifikációs és validációs folyamat tervezésének, végrehajtásának, dokumentálásának összhangban kell lennie a meghatározott követelményekkel és a berendezések biztonsági besorolásával, valamint fel kell használni azon tervezési folyamatokat és technikákat, amelyeket az IEC 60880 szabvány (F1A és F1B biztonsági szintű funkciót megvalósító eszközökre) és az IEC 62138 szabvány (F2 és NS biztonsági szintű funkciót megvalósító eszközökre) előír.

A feladatanalízis fázisa után verifikációs és validációs tevékenységet kell végezni.

- a) A validáció célja ebben a lépésben, hogy megállapítsa, hogy a vizsgálat eredménye megfelel-e a funkcionális, teljesítmény- és interfész-követelményeknek, amelyeket a korábbi fázisokban határoztak meg, valamint azon céloknak és részcéloknak, amelyeket a funkcionális analízis során határoztak meg.
- b) A verifikáció célja ebben a lépésben, hogy a vezénylőterem egyedi komponensei eleget tegyenek a mérnöki követelményeknek, az emberi tényezőre vonatkozó követelményeknek, üzemeltetési és funkcionális követelményeknek.

A feladatanalízis elvégzése után, és a vezénylőterem részletes tervezése előtt koncepcionális tervet kell készíteni, és az elkészített tervet felül kell vizsgálni. A tevékenység célja annak eldöntése, hogy a vezénylő ellátja-e a megkövetelt funkcionalitást. Különleges figyelmet kell fordítani a vezénylő, irányítástechnika és technológia által alkotott rendszer időfüggő, dinamikus tulajdonságaira.

A tervezés és az ellenőrzés során figyelni kell arra, hogy az operátori beavatkozások a rendelkezésre álló időn belül végrehajthatók legyenek, tekintettel a fizikai környezetre, valamint az operátorral szemben támasztott fizikai követelményekre. (A rendelkezésre álló időt a feladatanalízis során kell megállapítani.) Az azonnali beavatkozást követelő feladatok számát minimálisra kell csökkenteni.

### 4.3. Tartalékvezénylő és felszereltsége

*3a.4.4.0300. „Az atomerőművi blokkon tartalékvezénylőt kell kialakítani a blokkvezénylőtől funkcionálisan független, fizikailag és villamos rendszerét tekintve is elkülönített helyen, ahová az állapotmonitorozáshoz és a beavatkozásokhoz elégséges műszerezést, szabályozó- és vezérlőeszközöket kell*



*telepíteni annak érdekében, hogy ha a blokkvezénylő üzemszerű használata bármilyen okból lehetetlenné válna, akkor:*

*a) a reaktor leállítható, lehűthető és korlátlan ideig biztonságosan leállított állapotban tartható legyen; valamint*

*b) a reaktor és a besugárzott fűtőelemkötegeket tartalmazó egyéb rendszerek maradványhő elvonása, az atomerőművi blokk fontos jellemzőinek folyamatosan ellenőrzése biztosított legyen.”*

A tartalékvezénylőre a 4.2 fejezetben bemutatott tervezési folyamatot kell elvégezni. A fő funkciók terjedelme szűkebb, mint a blokkvezénylő esetében, ezért a folyamat során meghatározott funkciók, feladatok köre is szűkebb.

A tartalékvezénylő tervezésénél törekedni kell arra, hogy az ember-gép kapcsolati felülete hasonló legyen a blokkvezénylőben megvalósítottéhoz, hogy az operátorok a megszokotthoz hasonló környezetben folytathassák munkájukat (ld. NBSZ 3a.4.4.1600). Továbbá figyelembe kell venni az emberi tényezőt és a személyzet emberi tulajdonságait vészhelyzetben.

A tartalékvezénylőben elegendő helyet kell biztosítani a kezelőszemélyzet elhelyezésére, az összes szükséges kijelző és kezelőszerv jól elrendezett elhelyezésére, írásra és a dokumentáció tárolására.

A blokkvezénylőhöz hasonlóan, a tartalékvezénylőben is megfelelő kommunikációs lehetőségeket kell biztosítani a személyzet számára.

A tervezés során stratégiát kell kidolgozni arra az esetre, ha a blokkvezénylő újra rendelkezésre áll, és az operátorok a tartalékvezénylőt elhagyva a blokkvezénylőből kezdik újra a blokk üzemeltetését.

#### **4.4. A tartalékvezénylő ellenőrzése**

*3a.4.4.0400. „A tartalékvezénylő funkcióképességét rendszeres ellenőrzéssel kell biztosítani.”*

A tervezés során el kell készíteni a tartalékvezénylő ellenőrzési programját, amely a funkcionális analízisben meghatározott egyes funkciókat teszteli. Az ellenőrzési program tartalmára a 4.2.2 fejezet vonatkozik.

#### **4.5. Számítógépek elhelyezése**

*3a.4.4.0500. „A blokk- és tartalékvezénylőkben számítógépek - így különösen személyi számítógép és szerverek - nem lehetnek, azok elhelyezését a vezénylőn kívül más helységekből kell megoldani. Ezen helységekre történő belépést érzékelni, a blokk- és tartalékvezénylőkben jelezni és archiválni kell.”*

A vezénylők rendszereit kiszolgáló számítógépeket fizikai (zárt szekrény, a kulcs gondos kezelése, a helyiségbe történő belépés korlátozása és adminisztrációja) és logikai (felhasználók körének korlátozása és kezelése, hitelesítés és a naplózás szükségessége, távoli bejelentkezés korlátozása, tűzfalak használata) eszközökkel kell védeni a jogosulatlan vagy szándékolatlan beavatkozás ellen.

A felhasználók körének korlátozása a munkaköri feladatok szerinti jogosultságot és korlátozást jelent. A számítógépek fizikai elérését csak a munkaköri feladatok elvégzése céljából kell lehetővé tenni. A logikai hozzáférés, azaz a bejelentkezéssel kapható jogosultságok pedig a munkaköri feladatok milyenségéhez igazodnak. Ezek a korlátozások értelmezhetők kell, hogy legyenek a külső adathordozók csatlakoztatására a számítógépekhez.

A számítógépek informatikai adatátviteli kapcsolatainak kialakítása figyelembe kell, hogy vegye a mobil eszközök használatából következő vezeték nélküli kommunikáció lehetőségét. Az üzemeltető két megoldás közül választhat.

1. Ezek használatát adminisztratív, fizikai és technikai védelmi kontrollintézkedésekkel korlátozza.
2. Ha az üzemeltető szervezet nem kívánja a mobil eszközök személyi felhasználását korlátozni, akkor a vezénylők rendszereit és a technológiát kiszolgáló számítógépeket az ilyen eszközökkel való adatkapcsolatot lehetővé tevő hardverkomponensek nélkül kell telepíteni, és gondoskodni kell a véletlenszerű elektromágneses hatások elleni védekezésről.

#### **4.6. Balesetkezelési panel**

*3a.4.4.0600. „A blokkvezénylőben és a tartalékvezénylőben azonos funkcionalitású önálló baleset-kezelési panelt kell telepíteni. Ezekben a helyeken kell biztosítani a baleset-kezelési útmutató ajánlásainak végrehajtásához TA4 és TAK1-2 üzemállapotokban szükséges információt és a baleset-kezeléskor szükséges beavatkozási lehetőségeket.”*

A balesetkezelési panel a blokk- és tartalékvezénylőn túl egy harmadik eszköz a balesetek kezelésére. Tervezésénél törekedni kell arra, hogy minél függetlenebb legyen azon rendszerektől, amelyek a blokk irányítására szolgálnak a tervezett üzemállapotokban és a tervezett baleseti helyzetekben. Amennyiben a függetlenség nem teljes (pl. közös helyiség, közös mérések, közös elektromos betáplálás), az összefüggéseket

dokumentálni kell, ezzel segítve a közös okú meghibásodási lehetőségek meghatározását.

A balesetkezelési panelre el kell végezni a 4.2 fejezetben bemutatott tervezési folyamatot. A funkciók, feladatok rendszere lényegesen eltér a blokkvezénylőre kialakított rendszertől. A tervezés során a balesetkezelési panelre is ellenőrzési programot kell készíteni, amelyre a 4.2.2 fejezet vonatkozik.

A blokkvezénylőben elhelyezett balesetkezelési panel által gyűjtött és monitorozott adatokat a blokkszámítógépbe kell továbbítani. Ezen adatoknak elérhetőnek kell lenniük a blokkszámítógép képernyőin, a blokkvezénylőben és a tartalékvezénylőben. Az adatokat a blokkszámítógép archívumában tárolni kell.

A balesetkezelési panel által gyűjtött és monitorozott adatokat elérhetővé kell tenni az üzemzavari és a veszélyhelyzeti műszaki támogató központokban. Ez megoldható a blokkszámítógép funkcionalitásának biztosításával a támogatóközpontokban (ld. 4.19 fejezet).

A blokkvezénylőben elhelyezett és a tartalékvezénylőben elhelyezett balesetkezelési panelről diverz adatkapcsolatot kell létesíteni a veszélyhelyzeti műszaki támogatóközponthoz és annak tartalék központjához. A balesetkezelési panelről lehetővé kell tenni a blokkszámítógépbe menő jelek és a feldolgozatlan mérések kivezetését a műszaki támogatóközpontok felé.

## **4.7. A vezénylőtermek használhatósága**

*3a.4.4.0700. „Biztosítani kell, hogy a TA1-4 és a TAK1-2 üzemállapotok belső vagy külső eseményei során a blokkvezénylő és a tartalékvezénylő egyidejűleg ne válhasson használatra alkalmatlanná, továbbá a blokkvezénylő és tartalékvezénylő alkalmas legyen az üzemviteli személyzet hosszú idejű tartózkodásának biztosítására.”*

A tervezéshez felhasznált kiindulási adatok gyűjteményében definiálni kell azokat a jellemzőket, amelyek a személyzet hosszú idejű tartózkodásában szerepet játszhatnak (pl. hőmérséklet, páratartalom, fényviszonyok, sugárzási viszonyok és sugárvédelem, ivóvíz, fizikai védelem, szellőztetés és a levegő szűrése, mellékhelyiségek, személyes tárgyak és élelmiszer tárolási lehetősége). A tervezés során be kell mutatni azt, hogy a megadott üzemállapotokban ezen paraméterek hogyan alakulhatnak, és milyen berendezések, intézkedések tartják a paramétereket a megadott korlátok között.

## 4.8. A blokk állapotának követhetősége

*3a.4.4.0800. „A blokk- és a tartalékvezénylőben biztosítani kell a szükséges információk fogadását és megjelenítését, lehetővé téve az atomerőművi blokk állapotának és a kritikus biztonsági funkciók időben történő értékelését TA2-4 és TAK1-2 üzemállapotokban is.”*

A technológiai méréseket, számításokat, kijelzéseket úgy kell tervezni, hogy a tervezési üzemzavari és baleseti helyzetekben használhatóak maradjanak. A funkcionális analízis során a kritikus biztonsági funkciók monitorozása szerepeljen a fő funkciók között. A méréseket, kijelzéseket úgy kell kialakítani, hogy:

- a) az események során fellépő környezeti körülmények ne befolyásolják a mérőkör működését,
- b) a méréshatárok megállapítása úgy történjen, hogy a megadott üzemállapotokban várható fizikai paraméterek mérése helyesen működjön,
- c) olyan mérések, gyűjtött információk kerüljenek kijelzésre, amelyek normál üzemben nem játszanak szerepet, de valamely biztonsági funkció sérülése esetén azonnal lehet következtetni annak hibájára,
- d) a blokk állapotát és a kritikus biztonsági funkciókat üzemállapottól függően, automatikusan kell figyelni (self-test). A funkció automatikus teszteléséről az operátort értesíteni kell. Hiba esetén az operátort riasztani kell.

## 4.9. Villamos betáplálás

*3a.4.4.0900. „A biztonsági funkciót teljesítő blokk- és tartalékvezénylői rendszerek, rendszerelemek számára folyamatos, szünetmentes villamos betáplálást kell biztosítani.”*

A tervezéshez felhasznált kiindulási adatok gyűjteményében meg kell határozni a villamos betáplálásra vonatkozó paramétereket (időtartam, teljesítmény, védelem).

A blokkvezénylőben megbízható és redundáns elektromos betáplálást és szellőzést kell alkalmazni, amelynek méretezése olyan legyen, hogy a biztonsági rendszereken túl az egyéb rendszereket is lehessen kettős betáplálásról üzemeltetni. Biztonsági berendezéseket kell alkalmazni arra az esetre, ha az elektromos betáplálás vagy a szellőzés megszűnik, hogy az operátorok továbbra is a vezénylőben tartózkodhassanak. A

blokkvezénylőben a veszélyhelyzeti beavatkozások végrehajtását biztosító vészvilágítást ki kell alakítani.

A vezénylőben található elektronikus rendszereket úgy kell tervezni, hogy az elektromos betáplálás megszűnése és helyreállása után kézi beavatkozás nélkül induljanak el.

#### **4.10. A vezénylők elkülönítése, párhuzamos használat elkerülése**

*3a.4.4.1000. „Olyan műszaki megoldásokat kell alkalmazni, amelyek kizárják a rendszerek, rendszerelemek egyidejű működtethetőségét a blokkvezénylőből és a tartalékvezénylőből. Amikor valamelyik vezénylő használatban van, ki kell zárni a másik vezénylőből érkező jeleket. A tartalékvezénylő illetéktelen használatát meg kell akadályozni. Valamely vezénylő használatára irányuló próbálkozásról a másik vezénylőben jelzést kell biztosítani.”*

A követelmény célja annak biztosítása, hogy a két vezénylő közül a nem használt vezénylőből ne érkezhessenek parancsok a technológiába tévedés vagy rosszindulatú tevékenység miatt. Arról is meg kell győződni, hogy az esetleges hibák nem terjedhetnek át a másik vezénylőre.

A részletes tervekben szerepelnie kell az itt tárgyalt NBSZ-pontban adott követelményeket megvalósító, a két vezénylő együttes használatát megakadályozó rendszer részletes leírásának. Be kell mutatni a követelmények tételes teljesülését.

A vezénylők elkülönítését, a párhuzamos használat elkerülését úgy kell megtervezni, hogy ne fordulhasson elő, hogy valamely belső vagy külső esemény miatt a biztonsági funkciók indítása mindkét vezénylőben (blokk- és tartalékvezénylőben) lehetetlenné váljon.

#### **4.11. A vezénylőteremben dolgozó személyzet védelme**

*3a.4.4.1100. „Kiemelten kell kezelni azoknak a blokk- és tartalékvezénylőn belül vagy kívül lehetséges eseményeknek az azonosítását, amelyek közvetlenül veszélyeztetik az ott dolgozó személyzetet, a vezénylő folytonos használatát. A tervezés során olyan ésszerűen megvalósítható intézkedéseket kell meghatározni, melyek minimalizálják az ilyen események hatásait.”*

A vezénylőterem tervezésénél meg kell határozni a személyzetre veszélyt jelentő külső veszélyeztető tényezőket, és be kell mutatni, hogy a felsorolt veszélyekkel és azok ésszerű kombinációjával szemben milyen védelmet biztosít a vezénylő.

A blokkvezénylőben tartózkodó személyek védelmében megfelelő intézkedéseket kell tenni (például a vezénylő elszigetelésével a blokki technológiától és a környezettől) az olyan veszélyek ellen, mint a balesetből származó magas sugárzási szint, radioaktív anyag kibocsátása, tűz, robbanásveszélyes vagy mérgező gázok. A személyzet számára ezekről a veszélyekről méréseket és megfelelő kijelzéseket kell biztosítani. A tervezés során meg kell határozni a környezeti paraméterekhez tartozó határértékeket, és a túllépésük esetén végrehajtandó intézkedéseket.

#### **4.12. A vezénylők tűz elleni védelme**

*3a.4.4.1200. „A blokk- és tartalékvezénylőt önálló tűzszakaszokban kell elhelyezni, ami lehetővé teszi az atomreaktor biztonságos leállítását és a leállított állapotban szükséges biztonsági funkciók fenntartását a környező helyiségekben fellépő tűz esetén is.”*

A tervezés során ki kell dolgozni azt az eljárást, amelyet az operátorok követnek, amennyiben a blokkvezénylőben tűz keletkezik, vagy más okból használhatatlanná válik. Ez tartalmazza a védőfelszerelések használatát, a tartalékvezénylő megközelítését, a bejutást, a tartalékvezénylő használatba vételét.

A lehetséges tüzeseteket meg kell vizsgálni, a blokkvezénylőből a tartalékvezénylőbe vezető útvonal tűzbiztosságának figyelembevételével. A tűzszakaszokat úgy kell kialakítani, hogy a blokkvezénylőt tartalmazó tűzszakaszban előforduló tüzeset esetén a tartalékvezénylő megközelíthető legyen, és teljes mértékben megtartsa funkcionalitását.

#### **4.13. A tartalékvezénylő megközelítése**

*3a.4.4.1300. „A blokk- és tartalékvezénylő között megfelelő közlekedési útvonalat kell biztosítani.”*

A két vezénylő közötti útvonalon biztosítani kell az emberi tartózkodáshoz megfelelő környezeti paramétereket, ehhez megfelelő berendezéseket kell tervezni. A berendezések nem lehetnek közösek a blokkvezénylő ilyen berendezéseivel.

Elemezni kell a blokk- és tartalékvezénylőre a lehetséges külső és belső kockázatokat, valamint ezek ésszerű kombinációit a két vezénylő közötti átjutás szempontjából. A közlekedési útvonalat úgy kell megtervezni, hogy az elemzésben felsorolt esetekben is használható legyen a közlekedésre. Ezt az elemzést tartalmaznia kell a részletes terveknek.

#### 4.14. Az információ feldolgozhatósága

3a.4.4.1400. „A blokk- és a tartalékvezénylő tervezésekor figyelembe kell venni az alábbi követelményeket:

- a) biztosítani kell a stabil és kiegyensúlyozott feladatmegosztást és elegendő információs eszközt az üzemviteli személyzet számára,
- b) meg kell oldani a megjelenített információ és a beavatkozó eszközök logikus, funkcionális csoportosítását, különös tekintettel arra, hogy az információ és a beavatkozások csoportosítása ne legyen ellentmondásos, valamint
- c) biztosítani kell, hogy felesleges, lényegtelen információ ne legyen megjelenítve.”

Az ember-gép felülettel kapcsolatos válaszidők megállapításánál az operátor kognitív képességeit figyelembe kell venni. Ezt az emberi tényező tervezés fázisa biztosítja. A munkahelyek méretezése, ergonómiája és elrendezése olyan legyen, hogy a megkövetelt mennyiségű információt az operátor fel tudja dolgozni. Az információ megjelenítésével bővebben a 4.15.1. fejezet foglalkozik.

#### 4.15. A blokkvezénylő kialakítása

3a.4.4.1500. „A blokkvezénylő tervezésekor a 3a.4.4.0100. pontnak megfelelően figyelembe kell venni az alábbi követelményeket:

- a) biztosítani kell a rendszerek és folyamatok képernyő alapú ellenőrzésének lehetőségét, valamint a kezelő személyzetet segítő nagykapacitású számítástechnikai eszközöket,
- b) a blokkvezénylői személyzet által jól láthatóan és könnyen értelmezhető módon biztosítani kell az atomerőművi blokk mindenkori állapotának és fő paramétereinek egységes áttekintését, valamint
- c) a blokkvezénylői személyzet által biztonságosan elérhető és kezelhető közelségében biztosítani kell:
  - ca) a külső és belső kommunikációhoz szükséges eszközök rendelkezésre állását,
  - cb) a technológiai folyamatok és a kibocsátások sugárvédelmi méréseinek eredményeit,
  - cc) a tűzjelző rendszerekből származó információkat és egyes kiemelt fontosságú tűzoltó rendszerek működtetését,
  - cd) a karbantartási feladatok és engedélyezések végrehajtásához szükséges eszközöket,
  - ce) a blokkvezénylői dokumentáció rendelkezésre állását, és



*cf) a blokkvezénylőbe történő belépés felügyeletét és korlátozását szolgáló eszközöket.”*

#### 4.15.1. Az információ megjelenítésének módja

A blokk biztonságos üzemeltetéséhez az operátornak folyamatosan követnie kell a technológia állapotát, észlelnie kell a blokk állapotának változását, és fel kell ismernie, ha szükséges az operátori beavatkozás. Ehhez áttekintő információt kell adni az üzemeltetési feladatokról a teljes blokk tekintetében. Beavatkozás esetén részletes információra van szükség, folyamatirányítási célokból. Ezért olyan kijelzéseket kell tervezni, amelyek folyamatos információt biztosítanak a blokk állapotáról, annak változásáról, valamint a biztonság és rendelkezésre állás szempontjából fontos paraméterekről, valamint támogatják az operátort a döntéshozásban. A beavatkozások végrehajtásának állapotáról és hatásukról az operátor kapjon visszajelzést.

Csak olyan információ jeleníthető meg, amelyet redundáns és diverz, megbízható mérő, feldolgozó, adattovábbító rendszerek kezelnek. Ennek értelmében nem jeleníthető meg olyan információ, amelyet az irányítástechnikai rendszer hibásnak minősít (pl. vezetékszakadás esetén). A feldolgozás és kijelzés történjen meg az operátorok feladataihoz megfelelő időkorláton belül.

Az információ kijelzése tükrözze annak fontosságát, figyelembe véve a blokk állapotát, a lezajló fizikai folyamatokat, és tegye lehetővé ezek elemzését.

Olyan megjelenítő berendezéseket kell alkalmazni, amelyek azon működési módokat és folyamatokat, amelyek a normál üzemtől eltérnek, és a biztonságot érinthetik, jól láthatóan (és ha szükséges, hallhatóan) kijelzik.

Képernyőről kezdeményezett kézi beavatkozás esetén a végrehajtáshoz a rendszer kérjen megerősítést.

Azon kezelőszerveket, amelyek veszélyeztethetik a blokk üzemét, speciális kialakítással kell tervezni, a szándékolatlan működtetés elkerülése érdekében.

A blokkvezénylő tartalmazzon minden olyan információs és vezérlési lehetőséget, amely szükséges a blokk üzemeltetéséhez minden üzemállapotban, ide értve a karbantartást, üzembe helyezést, üzemanyag-berakást, és üzemzavari helyzeteket (TA2-4).

A blokkvezénylő ezen túl alkalmas legyen TAK1-2 üzemállapotok esetén a blokk állapotának monitorozására, és a szükséges beavatkozások megtételére. Ilyen esetekben az üzemviteli személyzet terepi tevékenységei szükségesek lehetnek.



**Új atomerőmű blokk- és tartalékvezénylőjének tervezése**

---

Amennyiben a blokkvezénylőben egy feladat elvégzésére többféle lehetőség van abból a célból, hogy az egyik lehetőség elvesztése esetén a másik módon lehessen elvégezni a feladatot, gondoskodni kell arról, hogy ne lehessen a két lehetőséget egyidejűleg használni.

A kijelzéseket és kezelőszerveket logikusan és funkciók szerint csoportosítva kell elhelyezni. Különös figyelmet kell arra fordítani, hogy ne legyenek ellentmondások a kijelzések és a kezelőszervek csoportosításában, amikor több csoportosítási technikát egyszerre használ a tervező.

Azon komponensek, amelyeket az operátor az elsődleges munkahelyéről információszerzésre használ, legyenek folyamatosan láthatóak. Ez jelenti a megfelelő elhelyezést és méretet is.

A blokkvezénylőben nagyméretű áttekintő megjelenítőt kell alkalmazni. Javasolt a blokk üzemállapotaihoz egy-egy, a blokk egyszerűsített reprezentációját tartalmazó áttekintő képet tervezni, a főbb üzemi paraméterek megjelenítésével.

A munkahelyeket úgy kell elhelyezni, hogy az operátorok szóban könnyen kommunikálhassanak, és megfigyelhessék egymás munkáját. A vezénylőnek elég nagyoknak kell lennie ahhoz, hogy az egyes operátorok szükség esetén más szakértőkkel munkahelyükön személyesen kommunikáljanak a többi operátor munkájának lényeges zavarása nélkül. Erre sor kerülhet pl. a műszak átadásakor, vagy üzemzavari helyzetben technológus támogatása során.

Az operátori munkahelyekhez tartozó megvilágítás erőssége és iránya állítható legyen, hogy az ott végzett munkák mindegyikéhez megfelelő megvilágítást biztosítson. Ezen állítási lehetőségek legyenek elérhetőek az adott munkahelyről. Minimalizálni kell:

- A más munkahelyekre sugárzott (visszavert) fény mennyiségét,
- A kivilágított kijelzőkre (monitorokra) sugárzott fény mennyiségét.

A képernyős munkahelyeket úgy kell kialakítani, hogy az operátor látóterében található objektumok fényessége ne legyen nagyon eltérő. Az egyes képernyőket és a világítást úgy kell elhelyezni, hogy a képernyőn visszavert fény a lehető legkevesebb legyen.

A különféle számítógépes felületek által adott hangjelzéseket össze kell hangolni egymással és a vezénylőben egyéb forrásból működő hangjelzésekkel. A hangjelzések nem zavarhatják más rendszerek hangjelzéseinek értelmezését, valamint jól megkülönböztethetőnek kell lenniük.

**Új atomerőmű blokk- és tartalékvezénylőjének tervezése**

---

A következő alapelveket kell figyelembe venni a képernyős munkahelyek ergonómiai tervezése során:

- a) csak az operátori feladatokhoz szükséges és elégséges információkat kell kijelezni. A biztonság szempontjából kiemelt fontosságú rendszerek (sugárvédelmi mérések, tűzjelzők) kijelzőit külön, de a blokkvezénylői személyzet által biztonságosan elérhető és kezelhető közelségben kell elhelyezni
- b) az információt hierarchikus rendszerbe kell szervezni, hogy a keresett adatok könnyen megtalálhatóak legyenek.
- c) egy munkahelyen több képernyő legyen használható párhuzamosan.
- d) a kapcsolódó információkat egybe kell csoportosítani.
- e) a színkódolás nem lehet az információ egyedüli hordozója.
- f) a grafikus jelek és a használt színek számát korlátozni kell.

Normál üzem során a képernyőkön található dinamikus szimbólumok ne legyenek élénk színűek. A színek legyenek a háttérszínhez közeli, de a szimbólumok körvonalaik legyenek élesek. Az operátort további grafikus és dinamikus információ támogassa a normál üzemtől eltérő üzemi állapotokban (pl. élénk színű, vagy villogó objektumok a képernyőn).

#### 4.15.2. Automatikus működések megjelenítése

Az operátorok számára biztosítani kell olyan kijelzéseket, amelyek lehetővé teszik a tervezett üzemi események vagy a tervezési alapba tartozó események hatására automatikusan induló beavatkozások indulásának, lefutásának és hatásainak nyomon követését. Automatikus működés hibája esetén az operátornak legyen lehetősége a működést manuálisan pótolni.

#### 4.15.3. Kommunikációs kapcsolatok

A blokkvezénylő a blokk kommunikációs központja a normál üzemben és egy baleset kezdeti fázisában. A kommunikációs eszközök tervezésénél figyelembe kell venni a használatuk közben fellépő valós környezeti körülményeket (pl. háttérzaj, stb.)

Szóbeli kommunikációs rendszereket és berendezéseket kell telepíteni az üzemeltetés, karbantartás minden fázisának és a veszélyhelyzeti műveletek támogatására. Előnyben kell részesíteni a könnyen hordozható és a fejre rögzíthető megoldásokat. A szóbeli kommunikációs rendszerek biztosítják a vezénylőtermi személyzet és az üzemeltető személyzet más tagjai közötti

kommunikációt. Speciális vizuális és hangjelzések szükségesek a zajos területen tartózkodó személyzet riasztására.

A kommunikációs rendszereket össze kell hangolni az irányítástechnikai rendszerekkel az elektromágneses zavarok elkerülésére.

A blokkvezénylőben szükség esetén vizuális megjelenítő eszközöket kell biztosítani, a fő berendezések monitorozására.

A tervezett üzemzavarok, balesetek közül meg kell határozni azokat, amelyek kezeléséhez a vezénylőből vizuális megfigyelés szükséges.

#### 4.15.4. Alarmrendszer

Az alarmrendszert az információs és vezérlőfunkciók szerves részeként kell tervezni, ezáltal biztosítva az alarmok konzisztenciáját a megjelenített információval és erősítve azok funkcionális jelentését. Az alarmrendszernek tartalmaznia kell a következő funkciókat:

- a) a jelzések megkülönböztetése fontosság szerint,
- b) az alarmhoz a folyamatinformáció párhuzamos megjelenítése, vagy a folyamatinformáció könnyű elérhetősége,
- c) azonnali vezérlési és útmutatómegjelenítési lehetőség, vagy az útmutatók (alarmlapok, procedúrák) egyszerű elérhetősége.

Az alarmok feldolgozása során minimalizálni kell a jelentéktelen jelzések számát, a hasonló jelentésű alarmokat és a közös okra visszavezethető alarmokat szűrni kell. A jelzések célja, hogy az operátort csak akkor riassza, ha valamilyen módosító akciót kell végrehajtania, vagy fokozott figyelemmel kell kísérnie a blokk állapotának változását. Az alarmrendszernek a fenti követelmények teljesítéséhez tartalmaznia kell a következő funkciókat:

- a) csak akkor hozzon létre egy alarmot, ha az azt a valós szituációt jelzi, amelyre a jelzés tervezve van,
- b) biztonsági vagy biztonságot érintő automatikus akció esetén adjon információt a működést kiváltó eseményekre,
- c) tiltsa azon alacsonyabb szintű jelzéseket, amelyek egy olyan esemény létrejötte miatt léptek fel, amely már jelzésre került,
- d) a jelzések szűrése a blokk állapotának megfelelően. Ennek célja azon jelzések törlése, amelyek nem jelentősek az adott állapotban,
- e) csoportos jelzések alkalmazása. Egy ilyen jelzés újra és újra fellép, amikor egy, a csoportba tartozó egyedi jelzés fellép.

A karbantartási tevékenységeket, teljes feszültségkiesést, tranzienseket figyelembe kell venni az alarmfunkció tervezésekor.

Azon alarmok fellépését, amelyek egy analóg jel normál üzemi értéktartományának elhagyása, vagy funkciók, rendszerek állapotváltozása miatt képződnek, vizuális és hangjelzés útján kell közölni. Az operátor számára lehetővé kell tenni az alarmok egyszerű és gyors nyugtázását, akár egyenként, akár csoportosan. Későbbi elemzések céljából az alarmok fellépése és megszűnése időbélyeggel kerüljön eltárolásra.

#### 4.15.5. Az adatok tárolása (archív)

Az összes logikai eseményt, amely a blokk üzemével kapcsolatos, valamint a mért vagy számított mennyiségeket tárolni kell. Ezek az adatok az operátor számára később megjeleníthetők legyenek. Az adatokat a műszaki támogatóközpontokba is továbbítani kell (NBSZ 3a.4.4.1900. a) pont).

Az adatokat időbélyeggel kell tárolni. Az on-line elérhető archív időátfogása legalább egy kampány legyen.

#### 4.15.6. Naplózás

Műszakváltási naplókat automatikusan kell készíteni, amelyek a blokk üzeméről adnak áttekintő információt, biztosítják az adatok és információk átadását az egymást követő műszakos személyzet számára és események esetén lehetővé teszik a blokkvezénylői tevékenységek rekonstruálását is.

#### 4.15.7. További támogatórendszerek, berendezések állapota

A blokkügyeletes (és a biztonsági mérnök, amennyiben van) számára további üzemeltetési támogatást kell biztosítani. Ez a funkció az operátorok részére kifejlesztett rendszerekhez képest más technikákat használhat (pl. szakértői rendszerek, mesterséges intelligencia).

#### 4.15.8. Elrendezés

A blokkvezénylővel kapcsolatban álló, de elkülönített hely (szoba) álljon rendelkezésre a munkautasítások, engedélyek kiadásához.

A tervezés során az irányítástechnikai funkciókat el kell választani a folyamattal nem kapcsolatos funkcióktól. A folyamattal nem kapcsolatos funkciók nem ronthatják vagy veszélyeztethetik az irányítástechnikai funkciókat.

A vezénylőtermeket úgy kell kialakítani, hogy elegendő helyet biztosítsanak az ott dolgozó személyzet számára feladatuk ellátásához, és minimalizálják

az ehhez szükséges mozgást. Figyelembe kell venni az átmeneti állapotokat, mint az átrakás, vagy az üzembe helyezés.

Különös figyelmet kell fordítani az írásra és tárolásra szolgáló helyek kialakítására. A blokkvezénylő a hosszú távú tartózkodás lehetőségének érdekében legyen ellátva mosdóval, konyhával, pihenőhellyel. Ezek a helyiségek segítik az operátorok egészségének, komfortjának, teljesítményének fenntartását.

Számítások és tesztek útján kell meggyőződni arról, hogy a vezénylőhöz tervezett fűtő-, szellőztető- és légkondicionáló rendszer alkalmas az előírt kényelmi értékek tartására. A tervezés során figyelembe kell venni, hogy az operátorok környezetében elhelyezett elektronikai eszközök mennyire emelik meg a munkahely közvetlen környezetének hőmérsékletét. Ellenőrizni kell, hogy a klímaberendezés az előírt hőmérséklet tartása során az operátori munkahelyek közelében nem generál-e túl nagy légáramlatot.

#### 4.15.9. Elhelyezés

A blokkvezénylőt úgy kell elhelyezni, hogy lehetővé tegye a blokk irányítását minden üzemállapotban. A belső és külső tényezőket figyelembe kell venni, úgymint repülőgép-bechapódás, radioaktív sugárzás, tűz, földrengés stb. Az elhelyezésnél további szempont, hogy az operátorok minden üzemállapotban könnyen megközelíthessék, és könnyen elhagyhassák a blokkvezénylőt, amennyiben az alkalmatlanná válik a tartózkodásra.

A blokkvezénylő elhelyezése és elrendezése olyan legyen, hogy a többi erőművi dolgozónak minél kevesebbet kelljen ott tartózkodnia, de fenn kell tartani a szükséges mértékű, hatékony kapcsolatot a terepi kezelőszeméllyel és a karbantartókkal.

## 4.16. A tartalékvezénylő kialakítása

3a.4.4.1600. „A tartalékvezénylő tervezésekor figyelembe kell venni az alábbi követelményeket:

a) a tartalékvezénylő várható használati eseteit figyelembe véve biztonságos megközelítési útvonalat kell kialakítani a blokkvezénylő és a tartalékvezénylő között,

b) a tartalékvezénylő ember-gép kapcsolati megoldásait, a funkció figyelembevételével, a blokkvezénylőhöz hasonlóan kell kialakítani, valamint

c) a tartalékvezénylőben biztosítani kell:

ca) a működtetéshez szükséges személyzet megfelelő elhelyezkedését,

cb) a külső és belső kommunikációhoz szükséges eszközök rendelkezésre állását,  
cc) a tartalékvezénylőből végrehajtandó feladatokhoz szükséges információs és beavatkozó eszközöket, és

cd) a tartalékvezénylői dokumentáció rendelkezésre állását.”

A tartalékvezénylőt úgy kell kialakítani, hogy az operátorok a tervező által meghatározott, szükségesen hosszú ideig elláthassák feladataikat a vezénylőben. Ehhez biztosítani kell a megfelelő (tervezéshez felhasznált kiindulási adatok gyűjteményében rögzített) környezeti paraméterek szabályozását. Bővebben az útmutató 4.7. fejezete sorolja fel a biztosítandó feltételeket.

#### **4.17. Üzemzavari műszaki támogatóközpont**

3a.4.4.1700. „A blokkvezénylőtől térben elkülönítve, de ahhoz megfelelő közelségben üzemzavari műszaki támogatóközpontot kell létrehozni úgy, hogy elhelyezkedése lehetővé tegye az operátorok és az operátorok munkájának támogatására összegyűlő szakemberek közötti szóbeli kommunikációt, de utóbbiak munkája ne zavarja a blokkvezénylő személyzetét.”

Üzemzavari műszaki támogatóközpontot minden blokkhoz külön kell létesíteni. A blokkvezénylő és a tartalékvezénylő felé megbízható kommunikációs kapcsolatot kell kiépíteni. A blokkszámítógép-információnak és a technikai dokumentációnak az üzemzavari műszaki támogatóközpontokban elérhetőnek kell lennie a technikai támogatószemélyzet számára.

#### **4.18. Veszélyhelyzeti műszaki támogatóközpont**

3a.4.4.1800. „Mind a blokkvezénylőtől, mind a tartalékvezénylőtől, mind az üzemzavari műszaki támogató központtól független veszélyhelyzeti műszaki támogató központot kell kialakítani a 3a.7.1.0300-3a.7.1.0500 pontok szerinti veszélyhelyzet irányító központokban, ahonnan műszaki támogatás nyújtható a blokkok TA1-4 és TAK1-2 üzemállapotában az üzemeltető személyzet részére. A központnak üzemképesnek és a személyzet által biztonságosan igénybe vehetőnek kell maradnia a blokkok TAK1 és TAK2 üzemállapotában.”

Az NBSZ 10. kötetének meghatározása szerint:

„185. Veszélyhelyzeti irányító központ

185.1. A veszélyhelyzeti irányító központ a veszélyhelyzetek kezelésének irányítását és koordinálását végző szervezetek munkájához - biztonságos és a

*megfelelő infrastruktúrával ellátott - helyszínt biztosító, központi irányító létesítmény."*

A veszélyhelyzeti irányítóközponton belül telephelyi veszélyhelyzeti műszaki támogatóközpontot kell létrehozni, amely elkülönül a blokk- és tartalékvezénylőtől. A veszélyhelyzeti műszaki támogatóközpont közös a telephelyen található összes atomerőművi blokkhoz. A veszélyhelyzeti műszaki támogatóközpont veszélyhelyzet-kezelés során a közreműködő szakértők munkahelyeként szolgál. Az érintett blokkok fontos működési paraméterei, valamint a telephely és közvetlen környezetének sugárzási adatai legyenek elérhetőek ebből a központból. A veszélyhelyzeti műszaki támogatóközpontból kommunikációs kapcsolatokat kell létesíteni a blokkvezénylőkbe, a tartalékvezénylőkbe, és a telephely egyéb fontos pontjaihoz. Megfelelő intézkedéseket kell tenni az itt elhelyezett személyzet védelmében, hogy egy súlyos baleset vagy káros külső hatás esetén fellépő körülmények között lehetséges legyen a központban a munkavégzés.

A veszélyhelyzeti irányítóközpont felszerelését, kommunikációs berendezéseit, a személyzet védelmét az NBSZ 3a.7.1. fejezete ismerteti.

Az NBSZ 3a.7.1.0500 pontja szerint egy tartalék irányítóközpontot is kell létesíteni, amely a telephelyen kívül helyezkedik el:

*3a.7.1.0500. „[...] A veszélyhelyzeti irányító központ használatának ellehetetlenülése esetére, az atomerőműtől elegendő távolságra tartalék veszélyhelyzeti irányító központot kell létesíteni, amely kielégíti a veszélyhelyzeti irányító központtal szemben támasztott elvárásokat.”*

A tartalék veszélyhelyzeti irányítóközpont is tartalmaz műszaki támogatóközpontot, amelyre a fent adott követelmények érvényesek.

#### **4.19. A műszaki támogatóközpontok felszerelése**

*3a.4.4.1900. „Mind az üzemzavari, mind a veszélyhelyzeti műszaki támogató központokban hozzáférést kell biztosítani az atomerőmű üzemviteli paramétereire, az atomerőmű és közvetlen környezetének sugárzási adataihoz. A központokat a blokkvezénylővel, a tartalékvezénylővel és az erőmű minden, a balesetkezelés és baleset-elhárítás szempontjából lényeges helyszínével való kommunikációra alkalmas eszközökkel kell ellátni. A központokban elegendő helyet kell biztosítani az üzemviteli személyzet támogatására összegyűlő szakemberek munkájához. A központokban álljon rendelkezésre:*

*a) a teljes blokki technológiai számítógép adat archív, a balesetkezelést igénylő helyzetet megelőzően legalább egy nappal korábbi kezdéssel, folyamatos frissítéssel;*



*b) a létesítmény teljes műszaki dokumentációja;*

*c) a balesetkezeléshez szükséges adatok a telephelyen tartózkodó személyekről, valamint*

*d) a külső környezetellenőrző rendszer on-line és archív adatai.”*

A műszaki támogatóközpontokban hozzáférést kell biztosítani a blokkszámítógép-rendszerhez, vagy azzal egyező funkcionalitású felületet kell kialakítani, amely lehetővé teszi a gyűjtött és számított adatok grafikus és numerikus kijelzését. A blokkszámítógéptől származó archív adatokat tükrözni kell, és biztosítani kell azok helyi elérhetőségét. Az információs felület használata a támogatóközpontokban nem befolyásolhatja az operátorok által használt blokkszámítógép-rendszer működését, valamint nem lehet hatással a technológiai folyamatokra.

Mivel a veszélyhelyzeti beavatkozások végrehajtását biztosító műszaki támogatóközpontokban az összes, a telephelyen található blokk adatai rendelkezésre állnak, a veszélyhelyzeti műszaki támogatóközpontok kialakításánál gondoskodni kell a blokkonkénti számítógépes rendszerek és a támogatószemélyzet függetlenségének biztosításáról.

A külső környezetellenőrző rendszer on-line adataihoz közvetlen hozzáférést kell biztosítani, és az adatok folyamatos archiválásáról gondoskodni kell.



## 5. FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] *EUROPEAN UTILITY REQUIREMENTS FOR LWR NUCLEAR POWER PLANTS*  
Volume 2, Revision C
- [2] *Human Factors Guidance for Control Room and Digital Human-System Interface*  
Design and Modification  
EPRI, November 2000
- [3] *SYSTEMS ENGINEERING HANDBOOK: A guide for system life cycle processes and activities*  
International Council on Systems Engineering, June 2006
- [4] *Position paper on Periodic Safety Re-views (PSRs) taking into account the lessons learnt from the TEPCO Fukushima Dai-ichi NPP accident*  
WENRA Reactor Harmonization Working Group, March 2013
- [5] *Safety of Nuclear Power Plants: Design*  
IAEA Safety Standards SSR-2/1
- [6] *Human-System Interface Design Review Guidelines*  
NUREG-0700, Rev. 2, US NRC, May 2002
- [7] *Human Factors Engineering Program Review Model*  
NUREG-0711, Rev3 November 2012
- [8] *INCORPORATION OF HUMAN FACTORS IN THE DESIGN PROCESS*  
Gitahi Kariuki, Katharina Löwe  
Institute for Plant and Process Technology, Process Safety and Plant Technology  
Technische Universität Berlin, Germany
- [9] *Nemzeti Akcióterv a fukushimai baleset tanulságai alapján Magyarországon elhatározott intézkedések végrehajtásáról*  
Országos Atomenergia Hivatal  
Budapest, 2012. december
- [10] *Nemzeti Jelentés a Paksi Atomerőmű Célzott Biztonsági Felülvizsgálatáról*  
Országos Atomenergia Hivatal  
Budapest, 2011. december 29.

## **1. MELLÉKLET: A TERVEZÉSNÉL FIGYELEMBE VEENDŐ MAGYAR SZABVÁNYOK**

- a) MSZ EN 60964:2011 Atomerőművek. Vezénylőterem. Tervezés (IEC 60964:2009) - Nuclear power plants - Control rooms – Design
- b) MSZ EN IEC 60964:2019 Atomerőművek. Blokkvezénylők. Tervezés (IEC 60964:2018) - Nuclear power plants. Control rooms. Design (IEC 60964:2018)
- c) MSZ IEC 60965:2017 Atomerőművek. Blokkvezénylők. A reaktor leállításának kiegészítő blokkvezénylője, ha reaktorfelfutás esetén a fő blokkvezénylő hozzáférhetetlen (IEC 60965:2016) - Nuclear power plants. Control rooms. Supplementary control room for reactor shutdown without access to the main control room (IEC 60965:2016)
- d) MSZ IEC 60988:2011 Atomerőművek. Biztonsági szempontból fontos műszerezettség. Elszabadult részek jelzésének akusztikus mérőrendszerei: jellemzők, tervezési követelmények és kezelési utasítások - Nuclear power plants - Instrumentation important to safety - Acoustic monitoring systems for detection of loose parts: characteristics, design criteria and operational procedures
- e) MSZ IEC 61772:2013 Atomerőművek. Vezénylőterem. Grafikus kijelzőegységek (VDU-k) alkalmazása (IEC 61772:2009) - Nuclear power plants. Control rooms. Application of visual display units (VDUs) (IEC 61772:2009)
- f) MSZ IEC 62241:2015 Atomerőművek. Blokkvezénylőterem. Riasztófunkciók és megjelenítés (IEC 62241:2004) - Nuclear power plants. Main control room. Alarm functions and presentation (IEC 62241:2004) -
- g) MSZ EN 61227:2017 Atomerőművek. Blokkvezénylők. Üzemviteli ellenőrzések (IEC 61227:2008) - Nuclear power plants. Control rooms. Operator controls (IEC 61227:2008)
- h) MSZ IEC 61771:2011 Atomerőművek. Blokkvezénylő. A tervezési megoldás ellenőrzése és validálása - Nuclear power plants - Main control-room - Verification and validation of design
- i) MSZ EN 61839:2017 Atomerőművek. Blokkvezénylők tervezése. Funkcióanalízis és funkciókiosztás - Nuclear power plants. Design of control rooms. Functional analysis and assignment
- j) MSZ IEC/TR 61963:2011 Atomerőművek. Blokkvezénylő. Az IEC 60964 összevetése a vezénylőterem tervezésére vonatkozó hasonló szabványokkal - Nuclear power plants - Main control room - Comparison of IEC 60964 to similar standards on control room design
- k) MSZ IEC/TR 62247:2011 Atomerőművek. Blokkvezénylő-tervezés. Az IEC 60964:1989 alkalmazásának áttekintése - Nuclear power plants - Main control room design - A review of the application of IEC 60964 (1989)

**Új atomerőmű blokk- és tartalékvezénylőjének tervezése**

---

- l) MSZ EN 60965:2017 Atomerőművek. Blokkvezénylők. A reaktor leállításának kiegészítő blokkvezénylője, ha reaktorfeldutás esetén a fő blokkvezénylő hozzáférhetetlen (IEC 60965:2016) - Nuclear power plants. Control rooms. Supplementary control room for reactor shutdown without access to the main control room (IEC 60965:2016)