

Babics Péter Pál–Balogh János–Ficker Balázs–Kunner Mihály

ATOMERŐMŰ-LÉTESÍTÉS – SZERVEZÉSI MODUL

A létesítésen dolgozó beosztott és középvezető mérnökök számára

© Dunaújvárosi Egyetem–Ecotech Nonprofit Zrt., 2022

© Babics Péter Pál–Balogh János–Ficker Balázs–Kunner Mihály, authors, 2022

A kötet A Dunaújvárosi Egyetem Paksi Kompetencia- és Kutatóközpontjának kialakításához szükséges feladatok ellátásához kapcsolódó 1734/2019. (XII. 19.) Korm. határozat alapján kapott támogatásból valósul meg.

DUNAÚJVÁROSI EGYETEM
www.uniduna.hu
D=U=E PRESS

Kiadóvezető Németh István

Felelős kiadó Dr. habil András István
Felelős szerkesztő Nemeskéry Artúr

Tördelés Duma Attila
Készült a HTSART nyomdában
Felelős vezető Halász Iván

Babics Péter Pál
Balogh János
Ficker Balázs
Kunner Mihály

ATOMERŐMŰ-LÉTESÍTÉS – SZERVEZÉSI MODUL

A létesítésen dolgozó beosztott és középvezető
mérnökök számára

DUE Press
Dunaújváros, 2022

TARTALOM

KÉPZÉSI CÉLOK	9
1. AZ ATOMERŐMŰ-LÉTESÍTÉSÉNEK FÁZISAI ÉS AZOK SAJÁTOSSÁGAI	10
(Balogh János)	
1.1. AZ EPC-SZERZŐDÉS FELÉPÍTÉSE	10
1.1.1. ELŐZMÉNYEK	10
1.1.2. MEGVALÓSÍTÁSI MEGÁLLAPODÁSOK	10
1.1.3. AZ EURÓPAI BIZOTTSÁG DÖNTÉSE	11
1.1.4. AZ EPC-SZERZŐDÉS	11
1.2. PÉNZÜGYI LEBONYOLÍTÁS	13
1.2.1. SZERZŐDÉSES KÖRNYEZET	13
1.2.2. HITELSZERZŐDÉS	13
1.2.3. EPC-SZERZŐDÉSBEN MEGHATÁROZOTT FIZETÉSI FOLYAMAT	13
1.3. A PAKSI VVER-1200 ATOMERŐMŰ BLOKKOK LÉTESÍTÉSI FÁZISAINAK JELLEMZŐI	15
1.3.1. I. FÁZIS (PHASE I)	15
1.3.2. II. FÁZIS (PHASE II)	16
1.4. ENGEDÉLYEZÉSI FELADATOK A MEGVALÓSÍTÁS SORÁN	17
1.4.1. SZABÁLYOZÁSI KÖRNYEZET	17
1.4.2. LÉTESÍTÉSI ENGEDÉLY-KÉRELEM (LEK)	20
1.5. INFORMÁCIÓMENEDZSMENTRENDSZER HASZNÁLATA A LÉTESÍTÉS SORÁN	24
1.6. LÉTESÍTÉS ELŐREHALADÁSÁNAK TERVEZÉSE ÉS KÖVETÉSE	25
1.7. ÉPÍTÉS, SZERELÉS, ÜZEMBE HELYEZÉS	26
1.7.1. FELVONULÁSI LÉTESÍTMÉNYEK	27



1.7.2. LÉTESÍTÉSI FELADATOK ÉS AHHOZ KAPCSOLÓDÓ LÉTSZÁMIGÉNY	28
1.7.3. ÜZEMELTETÉSRE VALÓ FELKÉSZÜLÉS	33
2. A HATÓSÁGI SZABÁLYOZÁS RENDSZERE	34
(Babics Péter Pál)	
2.1. AZ ATOMENERGIA BÉKÉS FELHASZNÁLÁSÁNAK NEMZETKÖZI SZABÁLYOZÁSA, A NEMZETKÖZI ATOMENERGIA ÜGYNÖKSÉG SZEREPE	34
2.2. A HAZAI JOGI SZABÁLYOZÁS	35
2.2.1. AZ ATOMTÖRVÉNY FEJLŐDÉSE	35
2.2.2. A NUKLEÁRIS SZABÁLYOZÁS – ATOMTÖRVÉNY	36
2.2.3. A NUKLEÁRIS SZABÁLYOZÁS – KORMÁNYRENDELETEK	37
2.2.4. A NUKLEÁRIS SZABÁLYOZÁS – NUKLEÁRIS BIZTONSÁGI SZABÁLYZATOK (NBSZ)	41
2.2.5. A NYOMÁSTARTÓ BERENDEZÉSEK ÉS CSŐVEZETÉKEK HATÓSÁGI FELÜGYELETE	55
2.2.6. A HATÓSÁGI ÚTMUTATÓK RENDSZERE	57
3. AZ ATOMERŐMŰVI IRÁNYÍTÁSI RENDSZER NÉHÁNY SAJÁTOSSÁGA	59
(Kunner Mihály)	
3.1. BEVEZETÉS	59
3.2. MINŐSÉGÜGYI RENDSZEREK FEJLŐDÉSE	59
3.2.1. AZ IRÁNYÍTÁSI RENDSZER FEJLŐDÉSE	60
3.2.2. AZ IRÁNYÍTÁSI RENDSZER SZABVÁNYAINAK FEJLŐDÉSE	63
3.2.3. A NUKLEÁRIS MINŐSÉGIRÁNYÍTÁS FEJLŐDÉSE	64
3.2.4. A HAZAI SZABÁLYOZÁS MINŐSÉGÜGYI ASPEKTUSAI	67
3.3. ÚJ ATOMERŐMŰ-LÉTESÍTÉSE	73
3.3.1. A LÉTESÍTÉS KÖZREMŰKÖDŐI	74
3.3.2. NUKLEÁRIS LÉTESÍTMÉNY ÉLETCIKLUS SZAKASZAI	78
3.3.3. A TERVEZÉS IRÁNYÍTÁSA	80
3.4. ÚJ ATOMERŐMŰ-LÉTESÍTÉS MINŐSÉGIRÁNYÍTÁSA	84



3.4.1. A SZERVEZET IRÁNYÍTÁSI RENDSZERE	84
3.4.2. PROJEKTIRÁNYÍTÁSI RENDSZER	86
3.4.3. MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSI PROGRAMOK	87
3.5. BIZTONSÁGI KULTÚRA	88
3.6. KONFIGURÁCIÓKEZELÉS	93
3.7. HIVATKOZÁSOK (3. FEJEZET)	97
4. ATOMERŐMŰ SPECIFIKUS BIZTONSÁGTECHNIKAI KÉRDÉSEK (Ficker Balázs)	98
4.1 ALAPVETŐ SUGÁRVÉDELMI ISMERETEK	98
4.1.1 AZ ATOMOK FELÉPÍTÉSE, ELEMÉK ÉS IZOTÓPOK	98
4.1.2 A RADIOAKTIVITÁS FOGALMA	99
4.1.3 AZ IONIZÁLÓ SUGÁRZÁSOK FŐBB TÍPUSAI	100
4.1.4 AZ IONIZÁLÓ SUGÁRZÁSOK FORRÁSAI	102
4.1.5 AZ IONIZÁLÓ SUGÁRZÁSOK ÉS AZ ANYAG KÖLCSÖNHATÁSA	102
4.1.6 A SUGÁRVÉDELEM ALAPELVEI	104
4.1.7 VÉDEKEZÉS A SUGÁRZÁSOK ELLEN	105
4.1.8 A RADIOAKTÍV SUGÁRZÁS FORRÁSAI	106
4.1.9 A SUGÁRZÁS DETEKTÁLÁSA	107
4.1.10 A SUGÁRVÉDELMI SZABÁLYOZÁS RENDSZERE	108
4.2 RADIOAKTÍV HULLADÉKOK ÉS KIÉGETT FŰTŐELEMÉK KEZELÉSE	108
4.2.1 A RADIOAKTÍV HULLADÉKOK OSZTÁLYOZÁSA	109
4.2.2 A HULLADÉKKEZELÉS ALAPELVEI ÉS KÖVETELMÉNYEI	110
4.2.3 FOLYÉKONY RADIOAKTÍV HULLADÉKOK KEZELÉSE	111
4.2.4 SZILÁRD RADIOAKTÍV HULLADÉKOK KEZELÉSE	112
4.2.5 LÉGNEMŰ RADIOAKTÍV HULLADÉKOK KEZELÉSE	116
4.2.6 KIÉGETT FŰTŐELEMÉK KEZELÉSE	117
4.3 NUKLEÁRIS KÖRNYEZETVÉDELMI SZABÁLYOZÁS	119
4.4 AZ ATOMERŐMŰ-LÉTESÍTÉS SAJÁTOS KÉRDÉSEI	120
4.5 HIVATKOZÁSOK (4. FEJEZET)	121

KÉPZÉSI CÉLOK

A tananyag elsajátítása után a tanfolyam résztvevője:

- ◆ általános ismeretekkel rendelkezik az atomerőmű-létesítés folyamatáról,
- ◆ specifikus ismeretekkel rendelkezik a létesítés engedélyezési folyamatáról, az atomerőmű integrált irányítási rendszeréről és válogatott, atomerőmű-specifikus nukleáris biztonsági és biztonságtechnikai kérdésekről.



1. AZ ATOMERŐMŰ-LÉTESÍTÉSÉNEK FÁZISAI ÉS AZOK SAJÁTOSSÁGAI

1.1. AZ EPC-SZERZŐDÉS FELÉPÍTÉS

1.1.1. ELŐZMÉNYEK

A Paks II. projekt közvetlen előzménye, hogy az Országgyűlés felismerve az új atomerőművi blokkok szükségességét, (az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény 7. §-ának (2) bekezdése alapján) 2009. március 30-án döntő többséggel hozzájárulást adott az új paksi egység(ek) létesítésének előkészítéséhez (25/2009. (IV. 2.) Országgyűlési Határozat). Ez a határozat indította útjára a beruházási folyamatot, melynek során a Kormány a Paksi Atomerőmű telephelyén létesülő új atomerőművi blokkokkal kapcsolatos beruházás kiemelt jelentőségéről szóló 1196/2012. (VI. 18.) Korm. határozatával, – figyelemmel a nukleáris energiának a hazai energiaellátásban és az ellátásbiztonság garantálásában betöltött stratégiai szerepére, valamint az Országgyűlés által 2011-ben elfogadott Nemzeti Energiastratégiában foglaltakra – az új atomerőművi blokkok megvalósítását a nemzetgazdaság szempontjából kiemelt fontosságú és az energiaellátás biztonsága szempontjából alapvetően szükséges beruházásnak nyilvánította. Ennek értelmében az állam hosszú távon meg kívánja tartani az atomenergia jelenlegi részarányát a hazai villamosenergia-termelésben.

A tervezett új atomerőmű-létesítése érdekében MVM Paks II. Zrt. néven önálló társaság jött létre 2012. július 26-án. 2014. október 5-én a cég kivált az MVM Csoportból, majd 2017. október 9-én a társaság új nevet kap: Paks II. Atomerőmű Zrt.

2014. január 14-én Orbán Viktor magyar miniszterelnök és Vlagyimir Putyin orosz államfő jelenlétében kormányközi megállapodást (Intergovernmental Agreement, IGA) írtak alá a nukleáris energia békés célú felhasználása terén folytatandó együttműködésről, a két új VVER-1200 típusú reaktor építéséről a paksi telephelyen. A kormányközi egyezmény kihirdetését szolgáló törvényjavaslatot az Országgyűlés elfogadta. E törvény fekteti le azt a fontos célt is, hogy a projekt 40 százalékában hazai vállalkozások vehessenek részt.

Az IGA szabályozza és leírja, hogy a magyar félnek biztosítania kell az orosz fél számára azokat a feltételeket, melyek elengedhetetlenek annak érdekében, hogy a beruházás megvalósítható legyen. Ezek például a pontos kiinduló adatok átadása, a belépés biztosítása a területre, a berendezések és anyagok szállításának biztosítása, infrastrukturális létesítmények tervezése és megépítése (víz- és elektromos áramellátás, utak, kisegítő létesítmények), szálláslehetőségek létesítése, az építési terület fizikai védelméhez szükséges biztonsági intézkedések kidolgozása és végrehajtása.

Az IGA alapján kerültek kidolgozásra a további megvalósítási megállapodások, melyek a következő fejezetekben kerülnek bemutatásra.

1.1.2. MEGVALÓSÍTÁSI MEGÁLLAPODÁSOK

2014. december 9-én megszülettek az ún. megvalósítási megállapodások, amelyek az új blokkok **tervezési, beszerzési és kivitelezési paramétereit** rögzítik (*Engineering, Procurement and Construction = EPC*), tartalmazzák az **üzemeltetési és karbantartási támogatással kapcsolatos feltételeket** (*Operation and Maintenance = O&M*), valamint szabályozzák az **üzemanyag-ellátás** részleteit (*Fuel*).



A felek ún. kulcsrakész (*turn key*) szerződést kötöttek. A kulcsrakész modell azt jelenti, hogy az atomerőművet **minden szükséges berendezéssel és tartozékkal együtt szállítják le: fix műszaki tartalommal, kereskedelmi üzemre kész állapotban, fix minőséggel és fix áron**. A fix áras szerződés révén a 12,5 milliárd eurós beruházási érték nem emelkedhet, attól eltérni nem lehet.

1.1.3. AZ EURÓPAI BIZOTTSÁG DÖNTÉSE

A szerződéses keretrendszer az Európai Bizottság közel három éven át vizsgálta, majd 2017. március 6-án lezárta utolsó, a beruházás állami támogatásával kapcsolatos vizsgálatát. A projekt minden tekintetben megfelel az Európai Unió előírásainak: „...Magyarország bizonyította, hogy az intézkedés nem okoz indokolatlan torzulást a magyar energiapiacra. Mindenekelőtt számos jelentős kötelezettséget vállalt a verseny potenciális torzulásainak korlátozása érdekében.” Ezek a következők:

Paks II. működése túlkompenzációjának elkerülése érdekében a Paks II. által elért nyereség kizárólag Magyarország befektetésének megtérítésére vagy a Paks II. normál üzemeltetési költségeinek fedezésére fordítható. A nyereség további termelési kapacitás megépítésébe vagy megvásárlásába történő újra befektetése nem lehetséges.

- ◆ A piaci koncentráció megelőzése érdekében Paks II. funkcionálisan és jogilag független lesz a Paks Atomerőmű üzemeltetőjétől (jelenleg a Magyar Villamos Művek Zrt.) és annak bármilyen esetleges jogutódjától vagy más állami tulajdonú energetikai vállalatoktól.
- ◆ A piaci likviditás biztosítása érdekében Paks II. teljes villamosenergia-termelésének legalább 30%-át nyílt villamosenergia-tőzsdén értékesíti majd, teljes villamosenergia-termelésének fennmaradó részét objektív, átlátható és megkülönböztetésmentes módon, árverések útján fogja értékesíteni.

1.1.4. AZ EPC-SZERZŐDÉS

A 2014 decemberében aláírt megvalósítási megállapodások közül az EPC-szerződés rögzíti az új blokkok **tervezési, beszerzési és kivitelezési paramétereit**.

A szerződés főszövege 123 oldalban határozza meg, hogy mely feladatok tartoznak a Fővállalkozó és a Megrendelő hatáskörébe, meghatározza a munkavégzési időszakokat és a legfontosabb befejezési határidőket (és azok meghosszabbítására vonatkozó feltételeket), rögzíti a szerződéses árat és a fizetési feltételeket, illetve az ehhez kapcsolódó eljárást. Bemutatja a projektirányítás és minőségbiztosítás területeket, együttműködési eljárásokat, definiálja a műszaki dokumentációt és a hatósági jóváhagyásokat, deklarálja a vitarendezési szabályokat és a szerződés felmondásának lehetőségét és módját.

A szerződés ezek mellett kiegészül műszaki (követelmények, dokumentumok listája, Felek tevékenységeinek terjedelme, Megrendelő által a Fővállalkozónak átadandó kiindulási adatok), kereskedelmi, jogi és megvalósításhoz kapcsolódó mellékletekkel, melyeket az alábbi bontásban mutatunk be:

- ◆ *műszaki mellékletek*
 - 1.1 Megrendelő műszaki követelményei – 1185 oldal
 - 1.2 A Fővállalkozó Részletes Műszaki Ajánlata – 8700 oldal
 - 1.3 Műszaki Dokumentáció (Műszaki dokumentumok listája) – 225 oldal



- 1.4 Engedélyezési és jóváhagyási terv – 38 oldal
- 1.5 Projekt Menedzsment és szervezés – 125 oldal
- 1.8 Üzemeltetés, Operátorok Képzése és Szimulátor – 124 oldal
- 1.9 Telephely genplán – 5 oldal
- 1.11 Minőségirányítás – 14 oldal
- 1.12 Fővállalkozói Tevékenységek Terjedelme – 108 oldal
- 1.13 Megrendelői Tevékenységek Terjedelme – 4 oldal
- 1.17 Üzembe helyezés és Próbaüzem – 27 oldal
- 1.19 A Megrendelő által a Fővállalkozónak átadandó Kiindulási Adatok – 80 oldal
- 1.20 Alkalmazandó Szabványok – 49 oldal
- 1.22 Előzetes Kivitelezési Munkák – 3 oldal
- 2.5 Projekt Ütemterv – 6 oldal

◆ *kereskedelmi mellékletek*

- 3.1 Szerződéses ár – 4 oldal
- 3.2 Fizetési Ütemezés – 171 oldal
- 3.4 Fizetési feltételek és eljárás – 4 oldal
- 4.10 DB Szabályok – 3 oldal

◆ *jogi mellékletek*

- 1.6 A Megrendelő Szakembereinek Üzleti Utazási Feltételei – 5 oldal
- 1.7 A Fővállalkozó Szakembereinek Üzleti Utazási Feltételei – 5 oldal
- 1.15 Beszerzési Szabályzat – 33 oldal
- 1.18 Garanciák és Szavatosságvállalások – 17 oldal
- 1.21 Biztosítási feltételek – 16 oldal
- 2.1.1 Szavatossági Bankgarancia Minta – 2 oldal
- 2.1.3 Ideiglenes Átvételi Igazolás mintája – 2 oldal
- 2.3 Végleges Átvételi igazolás mintája – 2 oldal
- 2.4 Az áruk telephelyre történő behozatalakor történő megvizsgálására vonatkozó igazolás mintája – 3 oldal
- 2.7 Fizetési Esemény Tanúsítvány Minta – 2 oldal
- 4.1 Zárási Nyilatkozat mintája – 4 oldal
- 4.5/1 A Jogvélemény mintája – 4 oldal
- 4.5/2 B Jogvélemény mintája – 4 oldal
- 4.5/3 C Jogvélemény mintája – 4 oldal
- 4.5/4 D Jogvélemény mintája – 4 oldal
- 4.7 Bankgarancia mintája – 2 oldal
- 4.8 Anyavállalati Garancia mintája – 4 oldal
- 4.9 Letéti Szerződés mintája (Forráskód) – 7 oldal
- 4.11 Komfort Levél – 2 oldal.



1.2. PÉNZÜGYI LEBONYOLÍTÁS

1.2.1. SZERZŐDÉSES KÖRNYEZET

A pénzügyi lebonyolításra vonatkozó szabályokat az alábbi szerződések határozzák meg:

- ◆ Oroszországi Föderáció Kormánya és Magyarország Kormánya között a Magyarország Kormányának a magyarországi atomerőmű építésének finanszírozásához nyújtandó állami hitel folyósításáról szóló megállapodás (**FIGA-szerződés**) – 2014. évi XXIV. törvény,
- ◆ **EPC-szerződés** fizetési feltételekre vonatkozó részei,
- ◆ Vnyesekonombank (VEB) és az Államadósság Kezelő Központ Zártkörűen Működő Részvénytársaság (ÁKK) között létrejött szerződés (**VEB-ÁKK-szerződés**).

1.2.2. HITELSZERZŐDÉS

A felek 2014. március 28-án megállapodtak a projekt finanszírozására szolgáló hitelszerződésről, melyet az Országgyűlés 2014. június 23-án jóváhagyott. Ennek keretében az orosz fél legfeljebb **10 milliárd euró** összegű állami hitelt nyújt a magyar fél részére a két új blokk létesítésének finanszírozására. Fontos elem a szerződésben, hogy a magyar félnek jogában áll bármely felvett összeg előtörlesztésére névértéken és további díjak nélkül. További jellemzők, hogy a hitelszerződés **30 éves időtartamra** vonatkozik, a **költségek 80%-át fedezi**, így biztonsági védőhálót jelent a projekt számára. **Rögzített kamatozású**, az építés idején a hitelkamat 3,95%, azt követően a törlesztési időszak első hét évében 4,5%, második hét évében 4,8%, a harmadik hét évében pedig 4,95%. A hitel törlesztését egyáltalán nem kell megkezdeni a blokkok üzembe helyezéséig.

A hitel feltételei, a felhasználás szabályai szerepelnek a 2014. évi XXIV. törvénnyel kihirdetett magyar-orosz finanszírozási államközi szerződésben (**FIGA-szerződés**), ami nyilvános, mindenki számára hozzáférhető.

1.2.3. EPC-SZERZŐDÉSBEN MEGHATÁROZOTT FIZETÉSI FOLYAMAT

Az EPC-szerződés többek között rögzíti a fizetési feltételeket, illetve a pénzügyi lebonyolítás folyamatait.

A pénzügyi ügyletek teljesítését az EPC-szerződés ún. **fizetési eseményekre** (*Payment Milestones – PMS*) osztotta fel. Ezen fizetési események keletkezése az alábbi módon történhet meg:

1. A fizetési események megvalósulásához az EPC-szerződés meghatározott, az ügylet előrehaladását jelző **technikai mérföldkövek** (*Technical Milestones – TMS*) megvalósulását rendeli.
2. A PMS-ek elérésekor, várhatóan évente 10 alkalommal a Fővállalkozó **teljesítésigazolást** jogosult kiállítani (*Payment Event Certificate – PEC*). Teljesítésigazolás azt követően állítható ki, hogy a teljesítésigazolás alapját képező **összes, szerződésben előre meghatározott TMS Társasági elfogadásra** kerül.
3. A teljesítésigazolás elfogadását követően a Fővállalkozó jogosulttá válik számla benyújtására, melyet ún. **Fizetési Iratcsomag** (*Payment Documentation – PD*) részeként küld meg a Társaság és a Vnyesekonombank (VEB) részére.



A teljesítésigazolásnak (PEC) tartalmaznia kell az alátámasztó dokumentumokat, mint például a technikai mérföldkövek igazolásait (*TMS Certificate*), a telephelyre beérkező áruk ellenőrzéséről készült tanúsítványokat, a szerelési munkák befejezéséről készült tanúsítványokat, légi fuvarlevelet, hajóraklevelet, vasúti számlákat, stb. A Társaságnak a PEC elfogadására a kézhezvételtől számítva 30 naptári nap áll a rendelkezésére. A PEC és az alátámasztó dokumentumok Társaság általi ellenőrzését követően az Igazgatóság a dokumentumok elfogadhatóságára és a PEC-tervezet aláírhatóságára vonatkozó határozatot hoz. Ezt követően a Társaság az aláírt dokumentumok másolatát megküldi az Alapítónak és tájékoztatja az ÁKK-t és a Bankot a PEC aláírásáról.

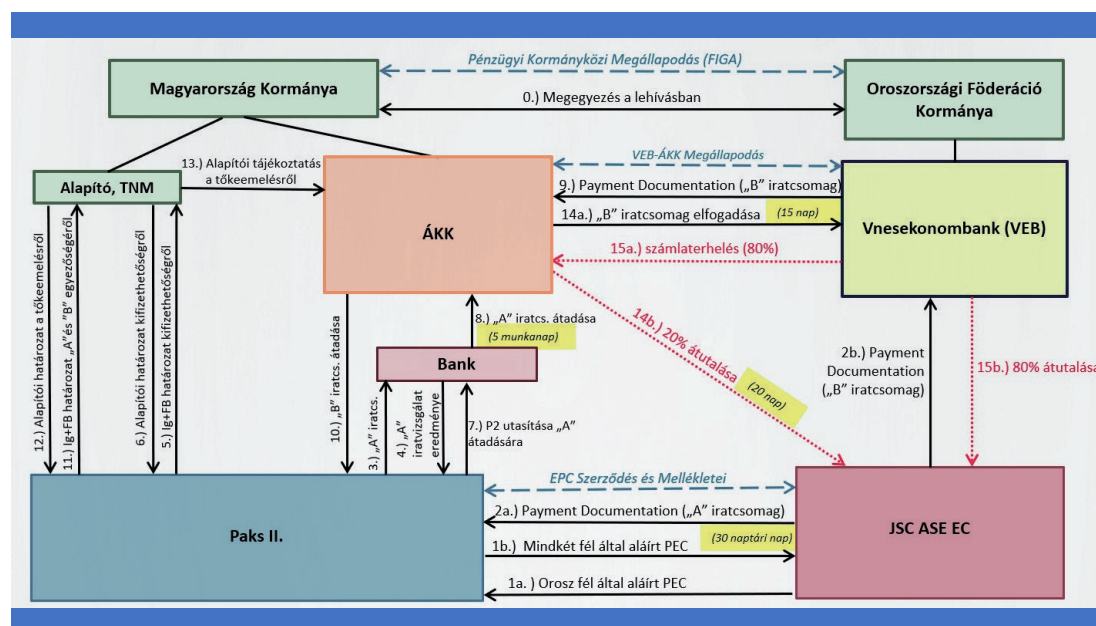
A Fizetési Iratcsomagnak (PD) tartalmaznia kell a számlát, illetve az elfogadott és aláírt PEC-et (és annak részeként a *TMS Certificate*-eket és a teljesítést alátámasztó egyéb dokumentumokat). A Fővállalkozó a PD egy példányát a Társaságnak („A” iratcsomag), másik példányát a VEB-nek küldi, aki továbbítja azt az ÁKK-nak („B” iratcsomag). A Társaságnak az „A” iratcsomag elfogadására és magyar Bankján keresztül ÁKK-nak való továbbítására a kézhezvételtől számítva 5 munkanap áll rendelkezésére. Az „A” iratcsomag Társaság általi ellenőrzését követően az Igazgatóság a számla kifizethetőségének elfogadásáról szóló határozatot hoz, a Felügyelőbizottság pedig véleményt terjeszt elő, melyet megküldenek az Alapítónak. A Társaság a „B” iratcsomag ÁKK-tól való kézhezvételét követően összeveti az „A” és a „B” iratcsomagot, hogy azok megegyeznek-e. Az „A” és „B” iratcsomag egyezőségének ellenőrzését követően az Igazgatóság előterjesztésben tájékoztatja az Alapítót az eredményről és határozatban fordul az Alapítóhoz, hogy emelje meg a társaság tőkéjét akként, hogy az iratcsomagok szerinti számlát a Fővállalkozó részére a FIGA és az EPC-szerződés szerint fizesse ki.

A Társaság a fizetési kötelezettségét akként teljesíti, hogy a Fővállalkozó által részére megküldött PD másolatát megbízott magyar bankján keresztül továbbítja az ÁKK-nak a számlaösszeg 20%-ának átutalása és a számlaösszeg 80%-ának okmányos beszedés útján történő megfizetése érdekében.

A számlaösszeg 20%-át a hitelkereten kívüli forrásokból, euróban, az „A” iratcsomag kézhezvételétől számított 20 naptári napon belül át kell utalni a Társaság nevében a Fővállalkozó számlájára.

Az 1. ábra jól szemlélteti a projekt fizetési folyamatának bonyolultságát:

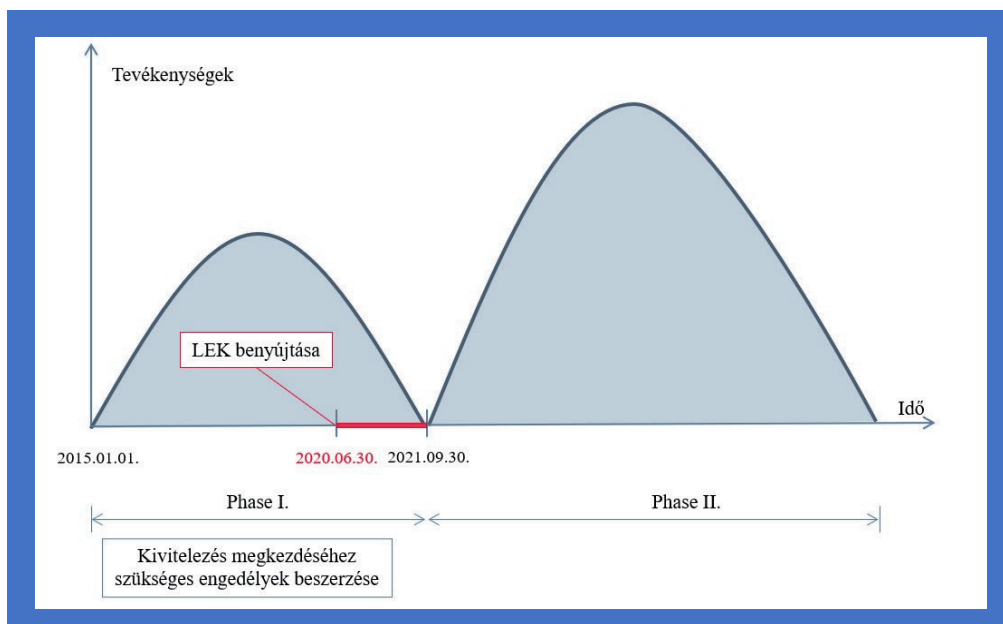
1. ábra. Fizetési folyamat



1.3. A PAKSI VVER-1200 ATOMERŐMŰ BLOKKOK LÉTESÍTÉSI FÁZISAINAK JELLEMZŐI

A Paks II. Atomerőmű 5. és 6. blokkjainak építése két fázisra bontható. Az I. fázis az 5. és 6. blokkok építésének megkezdéséhez szükséges atomerőmű-létesítési engedély, valamint az elsődleges létesítmények építési engedélyeinek megszerzéséig tart. A II. fázis vége pedig az 5. és 6. blokk ideiglenes átvétele.

2. ábra. Létesítés fázisai



1.3.1. I. FÁZIS (PHASE I)

A Paks II. Atomerőmű építésének I. fázisa az alábbi tevékenységeket tartalmazza:

- ◆ Mérnökgeológiai és hidrogeológiai vizsgálatok elvégzése;
- ◆ Műszaki tervek és az Előzetes Biztonsági Jelentés kidolgozása;
- ◆ További mérnökgeológiai és hidrogeológiai vizsgálatok elvégzése;
- ◆ Épületek és építmények bontása;
- ◆ Meglévő hálózatok áttelepítése és tereprendezés;
- ◆ Építési és szerelési bázis elsődleges épületeinek és építményeinek kivitelezése;
- ◆ Fővállalkozói felvonulás;
- ◆ Részfal építése a létesítendő 5. és 6. blokk körül;
- ◆ Az 5. és 6. blokk nukleáris sziget épületeinél lévő föld kitermelése -5,00 méterig;
- ◆ Talajmegerősítés a nukleáris sziget épületeinek területén;
- ◆ Atomerőmű-létesítési engedély megszerzése az 5. és 6. blokkra vonatkozóan;
- ◆ Az elsődleges létesítmények építési engedélyeinek megszerzése az 5. blokk építésének megkezdéséhez;
- ◆ Hosszú gyártási idejű berendezések gyártásának megkezdése.

Phase I lezárása akkor következik be, amikor a **Megrendelő jóváhagyja a Műszaki Tervet és a nukleáris sziget alaplemezének megvalósításához szükséges Kiviteli Terv** dokumentáció elfogadásra kerül, illetve az illetékes hatóság megadja az alábbi jogerős **hatósági jóváhagyásokat**:

- ◆ Megrendelő által megszerzett engedélyek: OAH létesítési engedély, első építési engedélyek az üzemeltetéshez szükséges építményekre, és hosszú gyártási idejű berendezéseinek gyártási engedélyei (reaktortartály és olvadékcspada),
- ◆ Megrendelői engedélyek: elvi MEKH-engedély, és MEKH létesítési engedély, környezetvédelmi engedély vonatkozó előírásainak teljesítése.

1.3.2. II. FÁZIS (PHASE II)

A Paks II. Atomerőmű kivitelezésének II. fázisa az **előkészítő** időszakból és a **kivitelezési** főidőszakból áll.

Előkészítő szakasz

A II. fázis előkészítő időszaka a helyszíni tevékenységek megkezdésétől a reaktorépület alaplemezének első betonöntése időpontjáig tart, amely az alábbi tevékenységeket tartalmazza:

- ◆ geodéziai ellenőrző hálózat létesítése,
- ◆ kerítés létesítése,
- ◆ felvonulási utak és felvonulási hálózatok és kommunikáció létesítése,
- ◆ telephelyvilágítás létesítése,
- ◆ vízelvezető árkok kialakítása az építés helyszínén,
- ◆ ideiglenes víztisztító üzemek létesítése (a munkagödörből származó víz tisztítása),
- ◆ munkagödör-nyitás a talajvíz szintjéig,
- ◆ résfal kialakítása,
- ◆ talajmegerősítési munkák.

Kivitelezési szakasz

A II. fázis kivitelezési időszaka tartalmazza a kivitelezési és építési munkálatok terjedelmét a reaktor alaplemezének betonzásától (első betonzás) a blokk ideiglenes átvételéig. A kivitelezés időtartamát a főépületek, elsősorban a reaktorépület építésének időtartama határozza meg. Az 5. blokk kivitelezési időszaka – az előzetes ütemterv alapján – az alábbi szakaszokat tartalmazza:

Kivitelezési munkálatok:

- ◆ munkagödör kiásása a tervezési szintekig az 5. blokkon,
- ◆ blokk alaplemezének megalapozása,
- ◆ blokk alaplemezének talajmegerősítése,
- ◆ nukleáris sziget első betonöntése,
- ◆ üzemi terület építési és szerelési tevékenységei, főbb épületek és szerkezetek létesítése:



- ◆ olvadékcspada telepítése,
- ◆ reaktorcsarnoki polárdaru készenlétbe helyezése,
- ◆ reaktortartály telepítése,
- ◆ segédüzemi villamosenergia-ellátó rendszer betáp kábeleinek elhelyezése,
- ◆ segédüzemi energiaellátás üzembe helyezése,
- ◆ sótalanító vízellátó rendszer telepítése,
- ◆ blokkvezénylő megépítése,
- ◆ vízkivételi mű üzemelésre kész állapotba helyezése,
- ◆ turbina egység telepítése,
- ◆ üzemanyag szállítása a telephelyre.

Üzembe helyezés:

- ◆ előzetes üzembe helyezési tevékenységek az atomerőmű területén,
- ◆ berendezések és rendszerek egyedi működési próbája,
- ◆ konténment tesztek,
- ◆ hideg és meleg üzembe helyezés,
- ◆ berendezések felülvizsgálata,
- ◆ üzemanyag betöltés és szubkritikus teszt,
- ◆ kezdeti kritikus és alacsony teljesítményű vizsgálat,
- ◆ teljesítményteszt,
- ◆ próbaüzem,
- ◆ garanciateszt,
- ◆ blokk ideiglenes átvétele.

A 6. erőművi blokk munkálatai és azok sorrendje megfelel az 5. erőművi blokkra leírtaknak. A 6. erőművi blokkon a munkálatok az 5. erőművi blokk kivitelezés kezdetét követően, 1 év eltolással kezdődhetnek meg.

1.4. ENGEDÉLYEZÉSI FELADATOK A MEGVALÓSÍTÁS SORÁN

1.4.1. SZABÁLYOZÁSI KÖRNYEZET

Magyarországon az atomenergia alkalmazásának szabályait az 1996. évi CXVI. törvény, az Atomtörvény rögzíti. A törvényhez kapcsolódó 118/2011. (VII.11.) Kormányrendelet és az ennek mellékletei-ként kiadott Nukleáris Biztonsági Szabályzatok (NBSZ) tartalmazzák az egyes hatósági engedélyeztetési szabályokat és követelményeket, amelyek a hatósági engedélyek megszerzéséhez elengedhetetlenek.

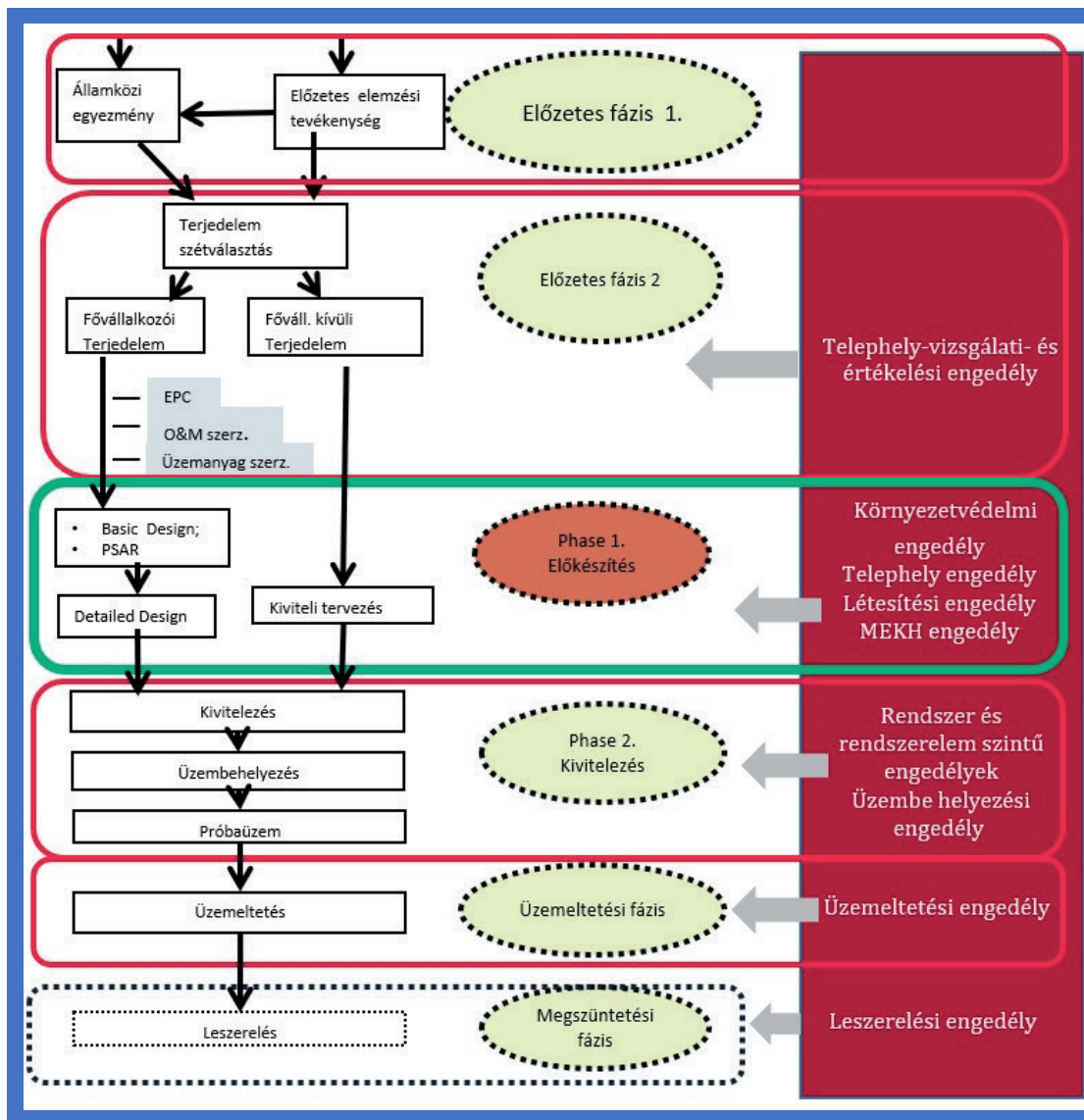
A nukleáris létesítmények meghatározó kérdéseiben az engedélyező hatóság az Országos Atomenergia Hivatal (OAH), de a munkájába számos témában szakhatóságokat is bevon.

A Paks II. projekt megvalósításhoz több mint hatezer engedély szükséges, ezek közül jelentőségük miatt kiemelendők az úgynevezett létesítményszintű engedélyek, azaz a környezetvédelmi engedély, a telephelyengedély, a létesítési engedély, az üzembehelyezési engedély és az üzemeltetési engedély.



A következő ábra bemutatja az atomerőművi blokk létesítéséhez kapcsolódó életciklus fázisokat, illetve felsorolja az adott időszak alatt megszerzendő engedélyeket.

3. ábra. Atomerőművi blokk életciklusa, főbb engedélyek



Az engedélyek kérelmezésével kapcsolatban az alábbi három szerepkört lehet megkülönböztetni:

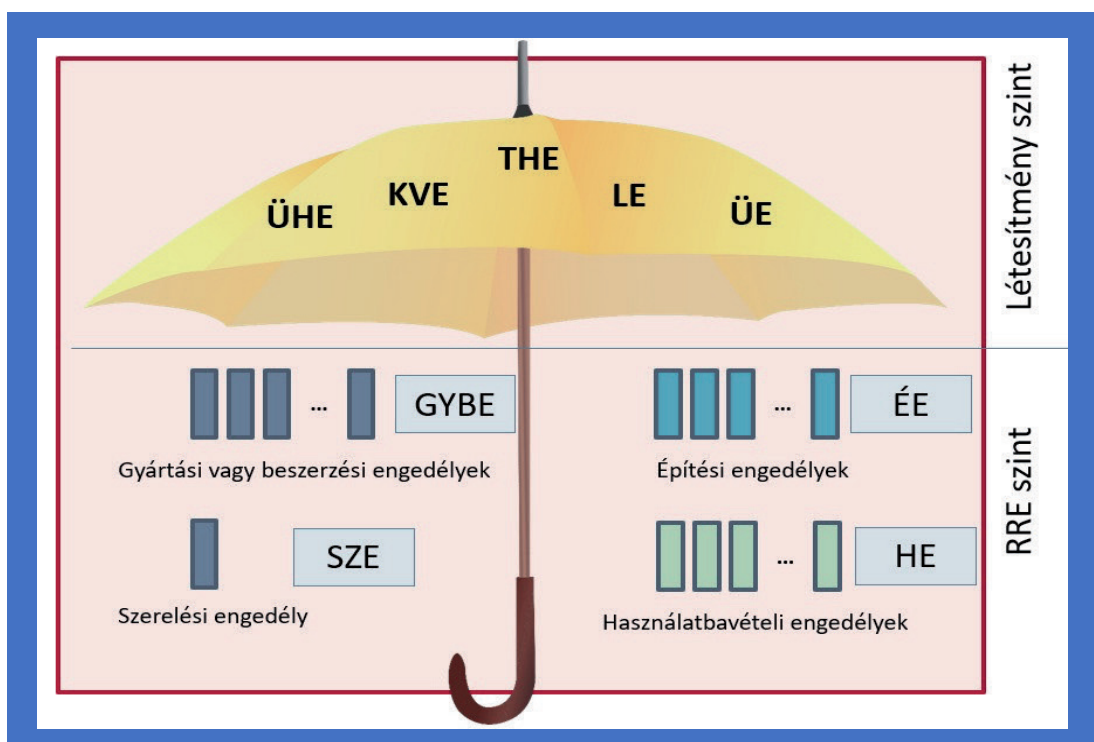
- ◆ megrendelői engedély (OP): megrendelő készíti az engedélyezési dokumentációt és ő nyújtja be az engedélykérelmet (például: telephelyengedély, környezetvédelmi engedély).
- ◆ vegyes engedély (OAP): vállalkozó készíti az engedélyezési dokumentációt és a megrendelő nyújtja be az engedélykérelmet (például: létesítési engedély, üzembehelyezési engedély, üzemeltetési engedély).
- ◆ vállalkozói engedély (CP): vállalkozó készíti az engedélyezési dokumentációt és ő nyújtja be az engedélykérelmet (például: utak építési engedélyei, sugárvédelmi engedély, veszélyes anyagok szállítási engedélye).

Engedélyek típusai

Minden nukleáris létesítménynek és a nukleáris biztonsággal összefüggő tevékenységnek engedéllyel, jóváhagyással vagy felmentéssel kell rendelkeznie.

Az engedélyeket kétféle csoportba sorolhatjuk aszerint, hogy a teljes létesítményre, vagy csak rendszerekre (rendszerelemekre) vonatkoznak. A létesítményszintű engedélyezési eljárások közé tartozik például a Környezetvédelmi engedély, MEKH-engedély, Telephelyvizsgálati és -értékelési engedély, a Telephelyengedély, Létesítési engedély, Üzembehelyezési engedély, Üzemeltetési engedély. A nukleáris rendszerekre és rendszerelemekre (RRE) vonatkozó engedélyek például a gyártási, beszerzési, szerelési, építési engedélyek. Ezeket szemlélteti a 4. ábra.

4. ábra. Létesítmény- és RRE-szintű engedélyek



Hatósági ügyintézési idő

Létesítés, bővítés engedélyezése esetében az ügyintézési határidő tizenkét hónap abban az esetben, ha az engedélyes előzetes biztonsági tájékoztatót nyújt be, amely indokolt esetben, legfeljebb három hónappal hosszabbítható meg.

Az ügyintézési határidőbe nem számít bele az eljárás felfüggesztésének, szünetelésének és az ügyfél mulasztásának vagy késedelmének időtartama.

Kérelem benyújtása

A kérelmet és az azt megalapozó dokumentációt a nukleáris biztonsági hatóság által üzemeltetett elektronikus dokumentációs rendszeren keresztül vagy személyesen a hatósághoz, elektronikus formában kell benyújtani. A műszaki sajátosságokat figyelembe véve, az A3 méretűnél nagyobb dokumentumokat papíralapon is be kell nyújtani.

A kérelmet megalapozó dokumentációt magyar nyelven, a változtatások könnyű kezelését és követhetőségét biztosító formában kell benyújtani.

Döntéssel szembeni jogorvoslati lehetőségek

Az atomenergia-felügyeleti szerv döntéseit felügyeleti jogkörben megváltoztatni vagy megsemmisíteni nem lehet.

Az atomenergia-felügyeleti szerv által hozott közigazgatási határozatot kizárólag az ügyfél támadhatja meg közigazgatási perben.

Szakhatóságok

Törvény vagy a szakhatóságok kijelöléséről szóló kormányrendelet közérdeken alapuló kényszerítő indok alapján az ügyben érdemi döntésre jogosult hatóság számára előírhatja, hogy az ott meghatározott szakkérdésben és határidőben más hatóság (szakhatóság) kötelező állásfoglalását kell beszereznie.

1.4.2. LÉTESÍTÉSI ENGEDÉLY-KÉRELEM (LEK)

A létesítési engedély-kérelemben igazolni kell, hogy a telephely engedéllyel rendelkező telephelyen az engedélykérelemben bemutatott nukleáris létesítmény **felépíthető és biztonságosan üzemeltethető**.

A létesítési engedély alapján végezhetők el olyan tevékenységek, mint a terület előkészítésének elvégzése, a nukleáris létesítmény építményeinek és épületszerkezeteinek megépítése, a rendszerelemekből a tervek szerinti rendszerek kialakítása (gyártás, beszerzés, szerelés), továbbá a rendszerek megfelelő összekapcsolásával a teljes nukleáris létesítmény megfelelő kialakítása, illetve a rendszerek és rendszerelemek olyan funkciópróbáinak elvégzése, amelyek a nukleáris anyagot tartalmazó fűtőelemek nélkül is végrehajthatók.

A létesítési engedélyezési eljárás hatósági ügyintézési határideje 12 hónap (amit a hatóság 3 hónappal meghosszabbíthat). Ez idő alatt intenzív kapcsolattartás jellemző az Országos Atomenergia Hivattal. A hatóság az értékelés során további adatokat, információt kérhet a Paks II. projektcégtől. Ennek érdekében OAH–Paks II. munkacsoportok alakultak, ahol a felmerülő kérdésekről egyeztetnek a felek (pl.: építész, gépész, villamos, irányítástechnika, stb.).



Az Atomtörvény egyes szakkérdések elbírálásához szakhatóságok bevonását is előírja:

- ◆ környezetvédelmi és természetvédelmi, valamint bányafelügyeleti hatáskörben: Baranya Megyei Kormányhivatal
- ◆ tűzvédelmi és katasztrófavédelmi hatáskörben: Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatósága

Az OAH a létesítési engedély-kérelemmel kapcsolatos hatósági döntés meghozásához szakértői támogatást is igénybe vesz. A hivatal az Előzetes Biztonsági Jelentés véleményezéséről megállapodást kötött a Nemzetközi Atomenergia Ügynökséggel (NAÜ).

Az OAH közmeghallgatást tartott a Paks II. projekt létesítési engedély-kérélmének elbírálása tárgyában 2021. március 4–18 között. A közmeghallgatás során az érdekeltek és az érdeklődők felvethették kérdéseiket. A rendelkezésre álló időszakban több mint száz kérdést, véleményt kapott a hatóság, az egyéni lakossági megkeresések mellett civil szervezetek és a politikai élet szereplői is küldtek kérdéseket, illetve kifejtették álláspontjukat. A hatóság a közmeghallgatásról feljegyzést készít, amely tartalmazza a válaszokat és a reagálásokat. A feljegyzést a hatóság hirdetményi úton teszi közzé.

A létesítési engedély az üzembehelyezési engedély véglegessé válásáig, de legfeljebb a kiadásától számított 10 évig hatályos. Az engedélykérelem további 5 évre meghosszabbítható, de a kérelmezőnek igazolnia kell, hogy az engedélykiadás feltételei továbbra is fennállnak.

LEK felépítése

A LEK felépítésének vázlata az 5. ábrán látható.

5. ábra. LEK felépítése



Megalapozó dokumentumok (~55.000 oldal)

1. Előzetes Biztonsági Jelentés (EBJ)
2. Létesítménymodell
3. Független biztonsági elemzések
4. Előzetes Nukleárisbaleset-elhárítási Intézkedési Terv
5. Az új paksi blokkok üzemeltetése során keletkező radioaktív hulladék és a kiégett üzemanyag hosszú távú tárolása és elhelyezése
6. Irányítástechnikai rendszerek felújítási stratégiája
7. A biztonsági övezet meghatározása
8. A nukleáris létesítmény biztonsági övezetébe tartozó ingatlan tulajdoni vagy vagyonkezelői jogának igazolása
9. A releváns hatósági határozatok előírásainak való megfelelést igazoló dokumentumok
10. Független műszaki szakértői felülvizsgálat dokumentumai
11. A létesítési tevékenységek ütemezésének és a generálorganizációs terv előzetes változatának bemutatása

Kiegészítő dokumentumok (~31.000 oldal / Nukleáris biztonságot megalapozó tematikus jelentések)

1. Determinisztikus biztonsági elemzések
2. Valószínűségi alapú biztonsági elemzések
3. Az új atomerőművi blokkok létesítésének, üzembe helyezésének és üzemeltetésének a meglévő nukleáris létesítményekre gyakorolt hatáselemzése
4. Szilárdsági és törésmechanikai számítások, valamint az élettartamra, biztonsági tartalékokra, törés előtti szivárgásra, környezetállósági minősítésre, megbízhatóságra, öregedési és degradációs folyamatokra vonatkozó számítások és elemzések

Háttérdokumentumok (~210.000 oldal / Műszaki Terv és egyéb háttéranyagok)

1. Műszakiterv-dokumentáció
2. Tervezési specifikációk
3. Az elemzésekhez és számításokhoz használt szoftverek kézikönyvei, valamint verifikációs és validációs bizonylatok és jelentései
4. Az egyes rendszerek és rendszerelemek, különösen a passzív biztonsági megoldások megfelelőségét igazoló kísérleti és kutatási jelentések
5. A fentiekben nem nevesített, de a létesítési engedély iránti kérelem megalapozó és kiegészítő dokumentumainak elkészítése során figyelembe vett, felhasznált és hivatkozott – nyilvánosan nem hozzáférhető – háttérdokumentumok



Előzetes Biztonsági Jelentés (EBJ)

A létesítési engedély-kérelem alapidokumentuma az Előzetes Biztonsági Jelentés, amelyben igazolni kell, hogy a létesíteni tervezett atomerőmű a tervekben bemutatott műszaki kialakítással, technológiai megoldásokkal és üzemeltetési módszerekkel **teljesíti a nukleáris biztonsági követelményeket, biztonságosan megépíthető és üzemeltethető.**

Az Előzetes Biztonsági Jelentésnek és megalapozó dokumentációinak olyan részletezettségűnek kell lennie, hogy a hatóság további dokumentáció felülvizsgálata nélkül meg tudjon győződni a követelmények teljesüléséről.

Az Előzetes Biztonsági Jelentés többéves összetett munka eredménye. Az első lépésben a tervezési alapot kellett kidolgozni, amely az atomerőműre és annak rendszereire, rendszerelemeire meghatározta azokat a nukleáris biztonsági és egyéb előírásokat, tervezési szempontokat, amelyeket a tervezés során figyelembe kell venni. A tervezési alap véglegesítése után az előkészítő munka az atomerőmű műszaki terveinek kidolgozásával folytatódott. Az atomerőmű építményeinek, rendszereinek és rendszerelemeinek műszaki tervei mellett elkészültek azok az elemzések, értékelések, amelyek alátámasztják a tervekben bemutatott műszaki kialakítások megfelelőségét. Az Előzetes Biztonsági Jelentés a műszaki terv és a kapcsolódó értékelések alapján ismerteti a tervezett atomerőmű nukleáris biztonsági jellemzőit és tételesen igazolja a releváns nukleáris biztonsági követelmények teljesülését.

Az EBJ az alábbi fejezetekből áll össze:

1. Bevezetés és az atomerőmű általános áttekintése
2. A telephely leírása
3. Rendszerek és rendszerelemek tervezése
4. Reaktor
5. A reaktor hőhordozó rendszere és a kapcsolódó rendszerek
6. Biztonsági rendszerek, rendszerelemek
7. Mérés- és irányítástechnika
8. A villamosenergia-ellátás rendszerei
- 9A. Egyéb rendszerek
- 9B. Épületek, építmények
10. Tápvízellátó, gőz- és energiaátalakító rendszerek
11. Radioaktív hulladék-kezelés
12. Sugárvédelem
13. Az üzemeltetés irányítása
14. Üzembe helyezés
15. Biztonsági elemzések
16. Üzemeltetési Feltételek és Korlátok (ÜFK)
17. Irányítási rendszer
18. Ember-gép kapcsolat
19. Valószínűségi biztonsági elemzés (PSA)
20. Veszélyhelyzetre való felkészülés előzetes terve
21. Az atomerőmű és blokkjai megszüntetésének előzetes terve



Paks II. biztonsági övezetébe tartozó létesítmények bevonása a LEK előkészítésébe

A LEK előkészítése során a Társaság szorosan együttműködött az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. és a Radioaktív Hulladékokat Kezelő Kft. munkatársaival, hiszen a területen lévő jelenleg üzemelő blokkokra, létesítményekre is hatással lesz a létesítési munka.

Az **MVM Paksi Atomerőmű Zrt.**-vel közös munkacsoportok kerültek kialakításra, melyeken keresztül információmegosztás valósult meg a létesítés és a párhuzamos üzemeltetés hatásaira koncentráltan.

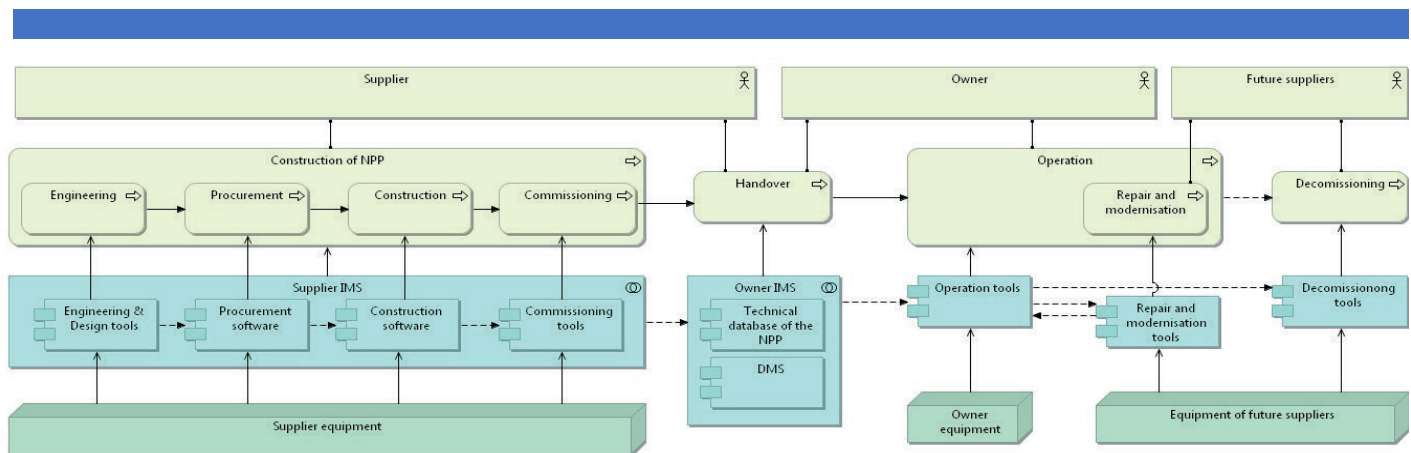
Az **RHK Kft.** munkatársaival is szakmai egyeztetések folytak, melyeken a KKÁT-t érintő területekről történt információátadás. Emellett ezen egyeztetések eredményeképpen készült el „Az új paksi blokkok üzemeltetése során keletkező kiegészítő üzemanyag hosszú távú tárolása és elhelyezése” koncepció aktualizált szakvéleménye is.

1.5. INFORMÁCIÓMENEDZSMENT-RENDSZER HASZNÁLATA A LÉTESÍTÉS SORÁN

Az NBSZ követelménye szerint a Megrendelőnek és a Fővállalkozónak egy integrált projektirányítási rendszert kell alkalmaznia a tervezési, engedélyezési, berendezések beszerzési, építési és szerelési munkák kivitelezési, illetve az üzembehelyezési folyamatok koordinálására.

A Fővállalkozó egy korszerű információs menedzsment rendszert (IMS) hoz létre, kezel és működtet a projekt kivitelezési fázisában. Az IMS felépítésének bemutatása a 6. ábrán látható.

6. ábra. Az IMS felépítésének ismertetése



A Fővállalkozó az üzemeltetés megkezdése előtt a Megrendelőnek átadja az IMS-t, az alábbiak szerint:

- ◆ A Megrendelő üzemeltetési és karbantartási (O&M) információs rendszere számára az összes szükséges adatot valamennyi projektfázisban;

- ◆ Infokommunikációs technológiai (ICT) infrastruktúrát a Megrendelő projektinformációs rendszeréhez (az üzembe helyezésre kerülő egyes blokkok inaktív tesztelésének megkezdése előtt);
- ◆ Az összes adatot natívforrás-formátumban (beleértve a releváns előzetes adatokat), adatbázisokat és dokumentumokat, amelyek szükségesek az O&M számára.

1.6. LÉTESÍTÉS ELŐREHALADÁSÁNAK TERVEZÉSE ÉS KÖVETÉSE

A Megrendelő és a Fővállalkozó olyan jóváhagyott ütemtervezési eljárással rendelkezik, amely biztosítja a lent bemutatott ütemtervek aktualizálását és fejlesztését. A jóváhagyott ütemtervezési eljárás szerint, a Fővállalkozó (kizárólag) a Primavera P6 szoftver használatával állítja elő az 1., 2. és 3. szintű ütemterveket, míg a 4. szinten a táblázatos formátum is megengedett.

A projekt kivitelezésének követésére négy ütemtervi szint került meghatározásra:

- ◆ 1. szint – **Generál Ütemterv (OTS)**: Az 1. szintű ütemterv ismerteti a projekt kivitelezésének valamennyi fő szakaszát az EPC-szerződés aláírásának napjától a 6. blokk ideiglenes átvételéig.
- ◆ 2. szint – **Integrált Ütemterv (IOTS)**: A 2. szintű integrált ütemterv biztosítja a szakaszok különálló tevékenységekre történő lebontását. Bemutatja a tevékenységek kezdő és befejező dátumait, a logikai kapcsolatokat, valamint a tartalékidőket. A kivitelezési fázisra vonatkozó IOTS a kivitelezés megkezdése előtt 3 hónappal lesz elérhető a Megrendelő számára, melyet havonta aktualizál a Fővállalkozó.
- ◆ 3. szint – **Részletes Ütemterv (DTS)**: A 3. szintű részletes ütemtervek tartalmazzák az 5. és 6. blokk kivitelezéséhez szükséges tevékenységek bemutatását. Az IOTS rendelkezésre állását követően készülnek el a DTS ütemtervek, melyeket hetente aktualizál a Fővállalkozó.
- ◆ 4. szint – **Részletezett Ütemterv (HDTS)**: A 4. szintű részletezett ütemterv tartalmazza az építési és szerelési munkálatok ütemterveit, amelyek részletesen bemutatják a DTS-ben meghatározott kritikus tevékenységeket a munkák szervezésének biztosításához. A részletezett ütemtervek egy adott technológiai rendszerre vagy szerkezeti elemre vonatkozóan kerülnek részletes kidolgozásra, amely aktualizálása akár napi vagy havi rendszerességgel is történhet, az adott tevékenység prioritásától függően. A HDTS ütemtervet az építési folyamat szervezésének biztosítására, az alvállalkozókkal történő interfészek koordinálására használja a Fővállalkozó.

Az előzetes 3. szintű (DTS) ütemtervek a kiviteli tervek és a kapcsolódó minőségbiztosítási tervek alapján készülnek el, mivel az ehhez szükséges valamennyi adat a kiviteli tervezési folyamat során keletkezik. A minőségbiztosítási terv és ehhez kapcsolatos előzetes ütemterv a gyártási, szerelési és építési engedélydokumentáció részét fogja képezni. Az engedélyezési folyamatok alatt a nukleáris hatóság számára biztosított lesz az idő arra, hogy meghatározza a visszatartási pontokat, amelyeket a gyártási, szerelési és építési engedélyekben előírhat. A hatóság által meghatározott visszatartási pontokat a 4. szintű (HDTS) munkaütemtervek pontosan tartalmazni fogják.



1.7. ÉPÍTÉS, SZERELÉS, ÜZEMBE HELYEZÉS

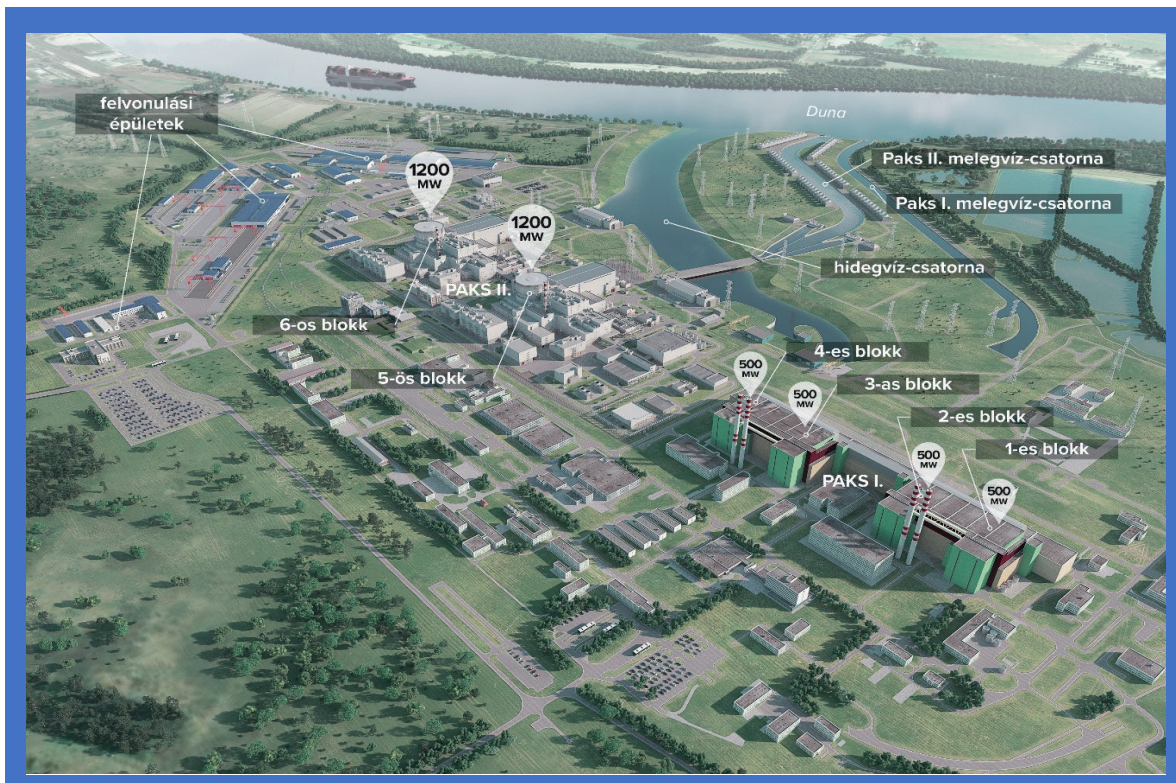
Az új atomerőművi blokkok létesítése az évszázad ipari beruházása Magyarországon. Az építkezés időszakában, csúcspontban mintegy tízezer embernek ad majd munkát, és további 10–15 ezer munkahely létesülhet a kapcsolódó feladatoknak és munkáknak köszönhetően országszerte. A vonatkozó becslések szerint összességében a lakosság összlétszáma a térségben, a beruházás időszaka alatt akár 12–15 ezer fővel is emelkedhet.

A Paks II. projektben komoly szerephez jutnak a magyar cégek és vállalkozások. A 2014. évi II. törvény azt a célt tűzte ki, hogy a projekt 40 százalékában hazai vállalkozások vehessenek részt, ezzel teremtve hazai munkahelyeket. Bizonyos munkákban, például az építő-szerelő bázis létesítése során a magyar beszállítói arány jelentősen meghaladhatja a 40 százalékot.

Emellett az orosz fél vállalása, hogy a projekt beszállítóinak 55 százalékát az Európai Bizottság előírásainak megfelelően, nyílt közbeszerzés formájában választja ki. Ezeken a tenderen a Roszatom-kontroll alá tartozó cégek, szervezetek nem vehetnek részt. Tekintettel arra, hogy Magyarország fix áras, kulcsrakész szerződést kötött az orosz féllel, az alvállalkozókat az orosz partner vonja be a beruházás munkálataira közbeszerzési eljárás keretében.

A két új atomerőművi blokk a Paksi Atomerőmű egységeitől északra létesül. Itt kapnak helyet a későbbi üzemeltetéshez szükséges egyéb rendszerek és építmények, valamint a létesítés időszakában a szükséges felvonulási épületek és területek, melyet a következő látványterv mutat be.

7. ábra. Az új atomerőmű látványterve



Jelenleg (2021 nyara) a tervezés és a szükséges engedélyek beszerzése a fő feladat, a felvonulási épületek kivitelezésével viszont már 2019 júniusában megkezdődött a munkavégzés a telephelyen, az erőművi blokkok engedélyhez fűződő munkálatai pedig várhatóan 2021-től indulnak meg.

1.7.1. Felvonulási létesítmények

A felvonulási létesítmények (a fenti kép bal oldalán „<” alakban elhelyezkedő építmények együttese) az atomerőmű ipari területétől északra elhelyezkedő Építési és Szerelési Bázis (*Construction and Erection Base, CEB*) közel 70 épülete és 45 építménye biztosítja az építési-szerelési munkálatok folyamatának ellátását szükséges anyagokkal, szerkezetekkel, berendezésekkel. A CEB alapterülete 61,6 hektár, melyből az épületek és építmények 8,7 hektárnyi területet foglalnak majd el (szabadtéri területek: 14,1 ha). A teljes teleknek csupán 7,5%-a kerül beépítésre, a zöldfelület aránya 61% lesz.

A CEB építményei a következő 15 komplexum részeként lesznek kialakítva, melyek ahhoz szükségesek, hogy a nukleáris létesítmény kivitelezési munkái elkezdhetők legyenek:

1. *Igazgatási és kiszolgáló épületek:* Az adminisztratív és kiszolgáló épületek a Beruházó és a Fővállalkozók irodáinak, a közétkeztetési létesítmények, kiszolgáló és szociális helyiségek elhelyezésére szolgál.
2. *Fővállalkozó raktárak:* Hőmechanikai, elektrotechnikai, mérőműszer és automatika, számítástechnika és más berendezések átvétele, bemeneti ellenőrzése, tárolása, összeszerelése és kiküldése az építési-szerelési bázis objektumaira, valamint közvetlenül az építési területre, telepítés céljából.
3. *Fő gépészeti és fő villamosszerelő komplexum, szállítási létesítmények:* Általános rendeltetésű épületek, létesítmények karbantartására, javítására; szaniter félkész termékek, fűtési, vízellátó- és csatornarendszerek csővezetékei gyártására; Fővállalkozó tulajdonában lévő gépjárművek és speciális technika parkolására szolgál.
4. *Mechanikai és termikus összeszerelési munkálatok komplexuma:* A technológiai fémszerkezetek, nem szabványos hőmechanikai berendezés, csővezeték blokkok összeszerelésére, betonacél bemeneti ellenőrzésére és felülvizsgálatára szolgál.
5. *Betonkeverő üzemek:* Az építkezés beton, betonkeverék igény lefedésére szolgál az erőműblokkok építésének teljes időtartama alatt.
6. *Acél- és betonacél szerelő üzem:* Az építkezési betonacél, kisebb fémszerkezetek (többek között acél blokkok és acélszerkezetek) igénye biztosítására szolgál, amelyeket a projektben elfogadott, az építési terület közvetlen közelében való épület kivitelezéstechnológiája szerint gyártják üzemi feltelek között és szabad téren.
7. *Villamosszerelési munkálatok komplexuma:* Elektrotechnikai berendezések, kábeltermékek, telepítési szerkezetek és termékek, specializált technológiai felszerelés és telepítési eszközök összeszerelésére, telepítésre való előkészítésére, tárolására és kiadására szolgál.
8. *Korróziógátló munkálatok komplexuma:* Hegesztett csatlakozások, fémtermékek, csővezetékek, burkolat, átalakított fémszerkezetek, átalakított berendezések korróziógátló kezelése, továbbá betonra való védő- és deaktivációnak ellenálló bevonat felvitelének előkészítő munkálatai, önterülő antisztatikus és saválló padlók szerelése.
9. *Hőszigetelési munkálatok komplexuma:* Csővezetékek, összeszerelt csomópontok és összetevők hőszigetelése kivitelezésére szolgál a mechanikai (termikus) munkálatok komplexuma számára.
10. *Légtechnikai üzem:* Légvezetékek, homlokzati alkatrészek és szellőztető berendezések felszerelésére, gyártására, összeszerelésére, korróziógátló megmunkálására, tárolására és telepítésre való kiadására szolgál.



11. *Szsaniter munkálatok területe:* Berendezések összeszerelésére, vízellátó- és csatorna-csővezetékek összeszerelésére szolgál.
12. *Hidraulikai szerelési vállalkozások komplexuma:* Hidrotechnikai tárgyak (parti kikötők, hűtővíz be- és elvezetési rendszerek, partmegerősítés, stb.) megépítésére irányuló munkálatok elvégzésére szolgál.
13. *Földmunkák komplexuma:* A speciális géppark és a megfelelő személyzet elhelyezésére szolgál.
14. *Befejező építési vállalkozások komplexuma:* A konténer-típusú helyiségek elhelyezésére szolgáló terület.
15. *Általános létesítmények:* Az építési-szerelési bázis egészének üzemeléséhez szükséges épületek és létesítmények együttesét képzik. Beletartoznak pl. a belépési pontok, buszmegállók, az infrastruktúrához létesítendő építmények.

1.7.2. Létesítési feladatok és ahhoz kapcsolódó létszámgigény

A projekt a létszám és képességek tekintetében jól elkülöníthető szakaszokra tagolódik. Az egymást követő projektszakaszoknál a szervezetek megnevezése helyett azok **funkcionális feladatait** célszerű figyelembe venni, melyek a következők:

- ◆ Létesítési engedély-kérelem előkészítése (előző szakasz)
- ◆ A létesítési engedély-kérelem beadása utáni időszak (jelenlegi időszak)
- ◆ Építkezés, szerelés (közbenső szakasz)
- ◆ Üzembe helyezés előkészítése (kezdeti felkészülési szakasz)
- ◆ Inaktív üzembe helyezés (egyéni próbák, mosatások, kifúvatások szakasza)
- ◆ Aktív üzembe helyezés (üzemi tesztek, melegjáratás, MET, azaz minimálisan ellenőrizhető teljesítmény, terhelések szakasza)
- ◆ 5. blokk üzemel, 6. blokk üzembe helyezés (üzemeltetés mellett üzembe helyezés végzése szakasz)
- ◆ Mindkét blokk üzemel (üzemeltetés-szakasz)

A projekt jelenlegi szakaszában (a létesítési engedély-kérelem beadása és megszerzése) a létszám és a képességek az engedélyezési, felkészülési és előkészítési feladatokhoz illeszkednek. A projekt előre haladásával ez változik, és végül eléri a blokkok biztonságos és gazdaságos üzemeltetéséhez tervezett több mint 1000 fős, az üzemeltetési feladatokra felkészült üzemeltetői létszámot.

A **Paks II. Atomerőmű** munkavállalóinak előzetes száma az **építési és szerelési szakaszban** 509 fő lesz (üzembe helyezés nélkül). A személyzet tevékenységei tartalmazzák az építési és szerelési munkálatokat támogató **feladatköröket**, melyek a következők:

- ◆ építési és szerelési munkák terjedelmének és időpontjainak ellenőrzése;
- ◆ az elvégzett építési és szerelési munkák építészeti ellenőrzésének biztosítása;
- ◆ annak biztosítása, hogy az 5. és 6. erőművi blokkok építési és szerelési munkáinak terjedelme, módszerei, technológiái és minősége megfeleljen a jóváhagyott terveknek és költségbecsléseknek, műszaki szabályoknak, építésmérnöki szabványoknak és előírásoknak;
- ◆ az organizációs, tervezési és kiviteli tervdokumentáció felülvizsgálatának, jóváhagyásának és kiadásának biztosítása az építési és szerelési munkák céljára;



- ◆ az 5. és 6. erőművi blokkok építési és szerelési munkáiban részt vevők munkáinak, szolgáltatásainak és felhasznált anyagainak minőségellenőrzése;
- ◆ az 5. és 6. erőművi blokkok esetében végzett munkálatok során előforduló nem megfelelés kezelés;
- ◆ a Fővállalkozó által a Paks II. Atomerőmű részére szállított készletek és berendezés-szállítások elszámolása és ellenőrzése.

A fenti tevékenységeket a Társaság személyzete hajtja végre, amely rendelkezik ezen munkák elvégzéséhez szükséges iskolai végzettséggel, jártassággal és szakképzettséggel.

A fentieket figyelembe véve az építési munkálatok ütemében az alábbi főbb **megrendelői feladatok** azonosíthatók az építési munka támogatására:

- ◆ Engedélyezés és minőségfelügyelet
 - ◇ Minőségirányítás és -felügyelet
 - ◇ Engedélyezés
 - ◇ Esemény kivizsgálása
 - ◇ Nem-megfelelés kezelés
 - ◇ Független nukleáris biztonsági felülvizsgálat
 - ◇ Integrált irányítási rendszer tervezése, üzemeltetése és fejlesztése
 - ◇ Folyamatmenedzsment
 - ◇ A biztonsági kultúra rendszerének irányítása
 - ◇ Önértékelés
 - ◇ A beszállítók nukleáris minősítési rendszerének irányítása
 - ◇ Felülvizsgálati ellenőrzés biztosítása
 - ◇ Javító intézkedések programjának irányítása (CAP)
 - ◇ A helyszíni vezetői ellenőrzések eljárása
- ◆ Műszaki tervezés
 - ◇ Az alábbiak felülvizsgálatának, jóváhagyásának és közzétételének biztosítása:
 - ◆ műszaki tervek,
 - ◆ organizációs tervek,
 - ◆ kiviteli tervek,
 - ◆ engedélyezési dokumentáció,
 - ◆ építési és szerelési munkálatok megvalósulási dokumentációja.
 - ◇ Általános mérnöki tevékenység
 - ◇ Tervezési és műszaki dokumentáció kezelése
 - ◇ Atomerőművi gépészmérnöki tevékenység
 - ◇ Építőmérnöki tevékenység
 - ◇ Építészeti és helyszíni tesztelés
 - ◇ A geotechnikai modell adatainak kezelése
 - ◇ Irányítástechnikai mérnöki tevékenység



- ◇ Villamosmérnöki tevékenység
- ◇ Az alábbiak elemzése és fejlesztése:
 - ◆ nukleáris biztonság,
 - ◆ vegyszereti tevékenységek,
 - ◆ sugárvédelem,
 - ◆ környezetvédelem.
- ◇ Konfiguráció-menedzsment
- ◇ A műszaki dokumentációs rendszer folyamatirányítása
- ◇ A tervezési dokumentumok változáskezelése
- ◇ A helyszíni dokumentumok aktualizálásának biztosítása

◆ Építésvezetés

- ◇ Az elvégzett építési, installációs és üzembehelyezési munkálatok építésellenőrzésének biztosítása
- ◇ Az építési és szerelési munkálatok terjedelmének, módszerének, technológiáinak és minőségének megfelelőségi biztosítása az 5. és 6. erőművi blokkoknál a jóváhagyott tervek, műszaki előírások, szabványok és szabályzatok szerint
- ◇ Az építési és szerelési munkálatok koordinációja
- ◇ Az előforduló műszaki eltérések koordinációja
- ◇ Az építési és szerelési munkálatok tevékenységeinek ellenőrzése
- ◇ A munkaterület átadása
- ◇ Az E-log építési naplóval kapcsolatos tevékenységek
- ◇ A HSE-koordináció
- ◇ A műszaki felügyeleti feladatok elvégzése
- ◇ Koordináció, ellenőrzés, elemzés
- ◇ Mosatás és építés ellenőrzése, felügyelete
- ◇ Műszaki biztonsági ellenőrzések végrehajtása és vizsgálata
- ◇ A házi és a hatóság által ellenőrzött nyomáspróbák felügyelete
- ◇ Emelőberendezések és daruk felügyelete
- ◇ A telephelyre történő belépések, látogatások valamint a telephelyre vonatkozó előírásbetartások rendjének felügyelete
- ◇ A beérkező nyersanyagok, áruk, berendezések fogadása és ellenőrzése
- ◇ Az építési nyersanyagok vizsgálata
- ◇ A tiszta szerelési és munkaterület ellenőrzése, a tisztaság ellenőrzése
- ◇ Üzembe helyezési tevékenységek, üzembehelyezési munkaprogramok, garanciális mérések
- ◇ A geotechnikai modell kezelése
- ◇ Az előrehaladás állapotának előkészítése a kivitelezés vonatkozásában



- ◆ Üzemeltetés (előkészítése)
 - ◇ Üzemeltető személyzet kiválasztása
 - ◇ Az üzemviteli és karbantartó személyzet képzése
 - ◇ Részvétel a gyári átvételi tesztekben (FAT)
 - ◇ Személyre szabott vizsgálatokon és programokon való részvétel
 - ◇ Részvétel az üzembehelyezési munkálatokban
 - ◇ Vészhelyzetre való felkészültség megvalósítási fázisban
 - ◇ A mobil tűzoltás irányítása
 - ◇ Üzemviteli tapasztalatok kezelése
 - ◇ Üzembehelyezési és üzemviteli dokumentáció verifikálása
 - ◇ Az üzembehelyezési munkák felügyelete
 - ◇ A belső és a hatóság által felügyelt nyomáspróbák előkészítése és kidolgozása
 - ◇ Inaktív üzembehelyezési és üzemeltetési feladatok, módosítások
 - ◇ Az üzemeltetési és karbantartási utasítások, dokumentumainak kezelése
 - ◇ Karbantartási eljárások (a berendezések, rendszerek előkészítése az üzemeltetéshez)
 - ◇ Előkészületek az idegen anyagok kizárásának alkalmazására (FME)
 - ◇ Az IMS felügyelete
 - ◇ Vámkezelés és jelölés
 - ◇ Információstechnológia és kommunikáció
 - ◇ Kritikus berendezések funkcióinak ellenőrzése
 - ◇ Program szerinti közreműködés az üzembe helyezés alatt
 - ◇ Oktatási létesítmények felügyelete

- ◆ Minőségellenőrzés
 - ◇ Az építési és szerelési munkálatokban résztvevők által elvégzett feladatok, teljesítésgazdálkodások és felhasznált anyagok minőségellenőrzése az az 5. és 6. erőművi blokkoknál
 - ◇ Gyártásellenőrzés
 - ◆ A gyártási engedélyekkel kapcsolatos dokumentáció kezelése
 - ◆ A gyártási tevékenységek ellenőrzése (gyártás közben és végellenőrzések)
 - ◆ Gyártással kapcsolatos külső tesztelés, laboratóriumvizsgálatok felügyelete
 - ◆ A berendezések csomagolása, szállítása és vámkezelése
 - ◆ A berendezések ellenőrzése a telephelyre érkezéskor
 - ◇ A hegesztés ellenőrzése
 - ◆ Azonosító rendszer varratokhoz és kapcsolódó anyagvizsgálatok (roncsoló, nem roncsoló vizsgálatok)
 - ◆ Hegesztés és hegesztési teszt elvégzése
 - ◆ A helyszíni előregyártás és gyártás során a hegesztési eljárások monitorozása/ellenőrzése (személyzet, berendezések, az alkalmazott hegesztési követelmények, a paramétereknek való megfelelés, fogyó anyagok, stb.)
 - ◇ Helyszíni minőségbiztosítási dokumentáció ellenőrzése



- ◆ A telephely általános védelme, munkavédelem és környezetvédelem
 - ◇ Ipari titkok felügyelete
 - ◇ Ipari biztonság
 - ◇ Tűzvédelem
 - ◇ Környezetvédelem
 - ◇ Esemény-kivizsgálás
- ◆ Biztonság
 - ◇ A fizikai védelem létesítése és működtetése (rendszerfigyelés és fejlesztés, fegyveres biztonság, objektumvédelem, jogosultság, eszközvédelem)
 - ◇ Vészhelyzeti kezelés támogatása (tűzoltók, mentők és rendőrség beléptetése, kísérése és tevékenységük támogatása)
 - ◇ Informatikai biztonság és programozható rendszerek védelmének működtetése
 - ◇ A vállalati HSE biztosítása
 - ◇ Eseménykivizsgálás
- ◆ Egyéb programtámogatási funkciók
 - ◇ Program menedzsment
 - ◆ Programtervezés, monitorozás, jelentéskészítés és ellenőrzés
 - ◆ A PMM-eljárások felülvizsgálata, jóváhagyása és használatra történő kiadása
 - ◆ Az Engedélyes és a Fővállalkozó közötti kommunikáció koordinálása és ellenőrzése
 - ◇ Emberi erőforrások
 - ◆ Humán erőforrás-gazdálkodás (rövid-, közép- és hosszútávú)
 - ◆ Humán erőforrás-tervezés
 - ◆ Humán erőforrás-fejlesztés
 - ◆ Oktatás, képzés tervezése, előkészítése és lebonyolítása
 - ◆ Vizsgák tervezése, előkészítése, végrehajtása és utólagos vizsgálata
 - ◆ Juttatások tervezése
 - ◆ Bérfejlesztés kezelése
 - ◆ Munkaköri leírások kezelése
 - ◆ Foglalkozásegészségügy menedzsment
 - ◆ Ösztönző juttatási és motivációs rendszer fejlesztése és működtetése
 - ◆ Tudásmenedzsment-rendszer üzemeltetése
 - ◆ Ösztöndíjrendszer működtetése
 - ◇ Jogi terület
 - ◆ Vállalati jogi, adminisztratív és általános jogi feladatok ellátása, szervezése, irányítása és koordinálása
 - ◆ Nemzetközi szerződések jogi koordinációja
 - ◆ Belföldi és nemzetközi jogi képviselő
 - ◆ Jogi tanácsadás a belső és a külső dokumentumokkal kapcsolatban



- ◆ A belső dokumentumok jogi ellenőrzése/megfelelősége
- ◇ Pénzügy
 - ◆ Pénzügyi stratégia végrehajtása
 - ◆ Beszerzés
 - ◆ Termelés tervezés
 - ◆ Leszerelés tervezése
 - ◆ Rövid-, közép- és hosszútávú gazdasági tervezés
 - ◆ Projektértékelés
 - ◆ Vagyonkezelés
 - ◆ Költségelszámolás és kontrolling
 - ◆ Költséggazdálkodás
 - ◆ Pénzügyi teljesítmény
 - ◆ Általános számvitel és beszámolók
 - ◆ Beruházási projektek (ingatlankezelés)
 - ◆ Bérszámfejtés
 - ◆ Logisztika, tárolás és készletgazdálkodás
 - ◆ Gazdálkodási szolgáltatások
 - ◆ Biztosítások
- ◇ Kommunikáció
 - ◆ A külső és belső kommunikáció koordinálása és irányítása
 - ◆ Kommunikációs eszközök fejlesztése
 - ◆ Kommunikáció felügyelete
 - ◆ Média riportok/nyilatkozatok
 - ◆ Társadalmi kapcsolatok
 - ◆ Események szervezése
 - ◆ Vállalati arculattervezés
 - ◆ Protokoll tevékenység
 - ◆ Állandó és időszakos bemutatók
 - ◆ Információs interfészek
 - ◆ PR, szponzori- és reklámarculat

A fővállalkozói létszámigény a beruházás időtartamának közepéig folyamatosan növekvő tendenciát mutat. Csúcsidőszakban a létszámigény meghaladja a 11 ezer főt, majd a beruházás befejezéséig ütemezetten csökken ez az érték.

1.7.3. Üzemeltetésre való felkészülés

Az 5. és 6. erőművi blokkok létesítési engedélyének megszerzése után és a létesítési munkák során az instruktorok Oroszországban vesznek részt betanító képzésen. Ez idő alatt az érintett területek személyzete (üzemeltetés, biztonság és védelem, műszaki támogatás, karbantartás) előképzésen vesznek részt, majd az instruktorok megérkezése után megkezdődik betanító képzésük. Ezen felkészítés biztosítja az építési és szerelési munkálatok befejezését követő feladatok magas minőségben történő elvégzését.



2. A HATÓSÁGI SZABÁLYOZÁS RENDSZERE

2.1. AZ ATOMENERGIA BÉKÉS FELHASZNÁLÁSÁNAK NEMZETKÖZI SZABÁLYOZÁSA, A NEMZETKÖZI ATOMENERGIA ÜGYNÖKSÉG SZEREPE

A **Nemzetközi Atomenergia-ügynökség** (NAÜ vagy IAEA – *International Atomic Energy Agency*) célja a nukleáris energia békés felhasználása és a katonai felhasználás meggátolása. 1957. július 29-én, mint független szervezet jött létre. Székhelye Ausztriában, Bécsben van. Először 1953-ban Dwight D. Eisenhower amerikai elnök tartott beszédet egy olyan nemzetközi szervezet létrehozásáról, amely felügyeli és fejleszti az atomenergia felhasználását. Erről „Atom a békéért” című beszéde szólt, amit az ENSZ (Egyesült Nemzetek Szervezete) hagyományos gyűlése előtt mondott el.

A NAÜ a világ központi kormányközi fóruma a nukleáris területen folytatott tudományos és műszaki együttműködés terén. A szervezet a nukleáris tudomány és technológia biztonságos, békés célú felhasználása érdekében működik, hozzájárulva a nemzetközi békéhez és biztonsághoz, valamint az ENSZ fenntartható fejlődési céljaihoz.

A NAÜ alapokmányát 1956. október 23-án hagyta jóvá a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség alapokmányáról szóló konferencia, amelyet az ENSZ székhelyén tartottak. 1957. július 29-én lépett hatályba. A NAÜ egy autonóm nemzetközi szervezet az ENSZ rendszerén belül, amely elősegíti az atomenergia békés felhasználását, valamint gátolja annak bármely katonai célú felhasználását, beleértve az atomfegyvereket is. A NAÜ kormányközi fórumként szolgál a nukleáris technológia és az atomenergia világméretű, békés célú felhasználásával kapcsolatos tudományos és műszaki együttműködés érdekében. Programjai ösztönzik a nukleáris energia, a tudomány és a technológia békés alkalmazásának fejlesztését, és nemzetközi biztosítékokat nyújtanak a nukleáris technológiával és a nukleáris anyagokkal való visszaélésekkel szemben.

Elősegítik a nukleáris biztonságot (beleértve a sugárvédelmet is), valamint a nukleáris biztonsági normákat és azok végrehajtását.

A NAÜ a küldetést három fő funkcióval látja el:

- ◆ a meglévő nukleáris létesítmények ellenőrzésével, annak békés használatának biztosítása érdekében,
- ◆ információszolgáltatással és szabványok kidolgozásával a nukleáris létesítmények biztonságának és biztonságának biztosítása érdekében,
- ◆ a nukleáris létesítményekkel, a nukleáris technológia békés alkalmazásával foglalkozó különféle tudományterületek központjaként.

A NAÜ „Atomok a békéért és a fejlődésért” megbízatásával összhangban támogatja az országokat az ENSZ 2030-ig szóló, a fenntartható fejlődésre vonatkozó menetrendjében meghatározott 17 fenntartható fejlődési cél (Sustainable Development Goals – SDG) elérésére irányuló erőfeszítéseikben. Ehhez számos ország a nukleáris tudomány és technológia segítségével járul hozzá, és teljesíti fejlesztési céljait az energia, az emberi egészség, az élelmiszer-termelés, a vízgazdálkodás és a környezetvédelem területén.



A NAÜ tevékenységeinek minden területére kiterjed, ideértve a nukleáris mérnöki és technológiai, a nukleáris biztonság és a sugárvédelem, az óvintézkedések és a tömegpusztító fegyverek elterjedésének megakadályozását, a nukleáris- és izotóptechnikák alkalmazását, a nukleáris és radiokémia, az orvostudományi nukleáris alkalmazások, a nukleáris és nem nukleáris energiaforrások jogi, valamint környezeti és gazdasági vonatkozásai.

A NAÜ által működtetett Nemzetközi Nukleáris Információs Rendszer (INIS) ad otthont a világ egyik legnagyobb publikus információgyűjteményének a nukleáris tudomány és technológia békés felhasználásáról. Az INIS egyedülálló és értékes információforrás, amely globálisan lefedi a nukleáris irodalmat.

A NAÜ vezető kiadó a nukleáris területen. Több mint 9000 tudományos és műszaki publikációja nemzetközi biztonsági előírásokat, műszaki útmutatókat, konferenciaanyagokat és tudományos jelentéseket tartalmaz. Ezek lefedik a NAÜ munkájának széles körét, többek között az atomenergiára, a sugárterápiára, a nukleáris biztonságra és a nukleáris törvényekre összpontosítva.

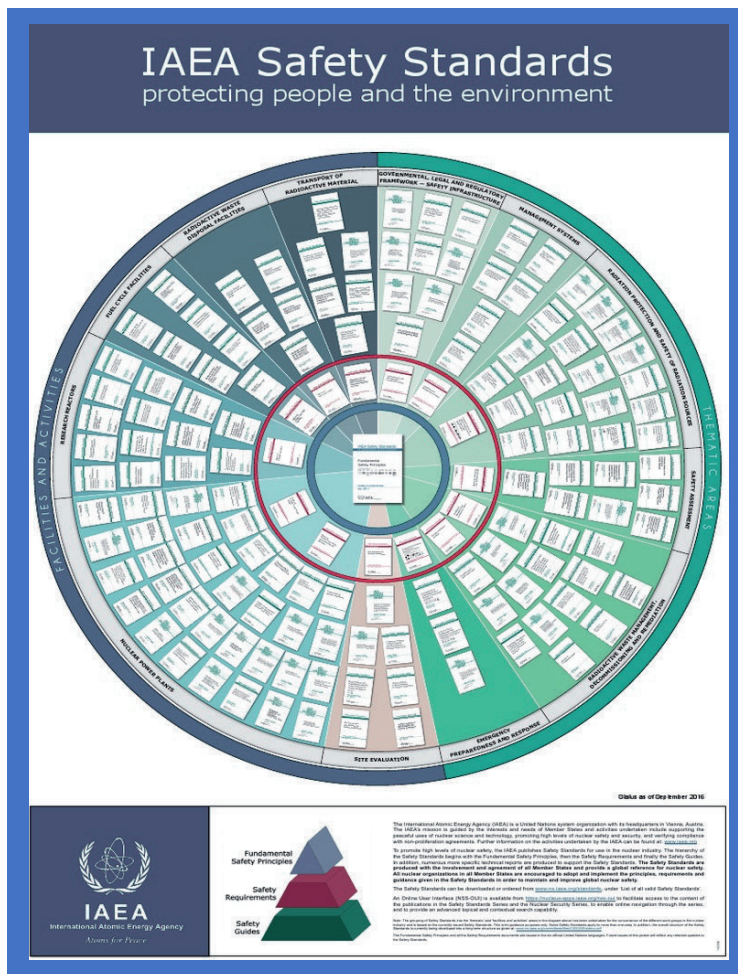
A NAÜ előírásait összefoglaló kördiagram középpontjában a biztonsági alapelvek (Fundamental Safety Principles), körülötte a biztonsági követelmények (*Safety Requirements*) és a külső körökön a biztonsági útmutatók (Safety Guides) helyezkednek el. A kördiagramon a tárgykörök magukba foglalják az összes funkcióból adódó dokumentumokat, így

- ◆ a kormányzati, jogi és hatósági keretek infrastruktúrájára
- ◆ az irányítási rendszerekre
- ◆ a sugárforrások biztonsági és sugárvédelmére
- ◆ a biztonság értékelésére
- ◆ a radioaktív hulladékok kezelésére, leszerelésére és a kármentesítésre
- ◆ a vészhelyzeti felkészülésre és reagálásra
- ◆ a telephely értékelésre
- ◆ az atomerőművekre
- ◆ a kutatóreaktorokra
- ◆ az üzemanyagciklus létesítményeire
- ◆ a radioaktív hulladék ártalmatlanító létesítményekre
- ◆ a radioaktív anyag szállítására

vonatkozókat.



8. ábra. A NAÜ előírásai.



2.2. A HAZAI JOGI SZABÁLYOZÁS

2.2.1. Az atomtörvény fejlődése

Az atomenergia biztonságának felügyelete – sok más országhoz hasonlóan – a műszaki fejlődéshez és a létesítmények létrejöttéhez igazodva alakult ki. Az 1950-es években a nukleáris technikák megjelentek az iparban, a mezőgazdaságban, a geológiai kutatásban és nem utolsósorban, a haditechnikában. Ekkor az első szervezeti reakció a feladatok kiosztását koordináló bizottságok létrehozása volt. A magyar szabályozásban az Országos Atomenergia Bizottság (OAB) kapta e koordinációs feladatot. A feladat széleskörűségét a paksi atomerőmű építése váltotta ki, ahol a feladatok egyes tárcák közötti szétosztása volt az OAB feladata. Új feladatként jelentkezett a jog területén az atomenergia biztonsági szintű szabályozása, illetve az erőmű biztonsági felügyelete. Az első atomtörvény több mint 40 éve jelent meg. **1980. március 7-én az Országgyűlés elfogadta az első hazai Atomtörvényt, ami a követelmények jogi alátámasztását tette lehetővé.** Az Állami Energetikai és Energiabiztonsági Felügyeleten (ÁEEF) belül hoztak létre egy szervezeti egységet (Nukleáris Főosztály), melynek feladata volt a nukleáris biztonsági hatósági jogkörök ellátása. **A csupán tizenhat évet szolgált 1980. évi I. törvény,**

melyet az 1996. december 18-án kihirdetett – azóta többször módosított és kiegészített, jelenleg is joghatályos – 1996. évi CXVI. törvény az atomenergiáról váltotta fel. A rendszerváltást követően jött létre az Országos Atomenergia Hivatal (OAH) az ÁEEF Főosztályából és az OAB titkárság szervezetéből. Az egyes tárcák itt már megnevezték a hatósági tevékenységhez kapcsolódó szervezeteiket.

Az EU csatlakozás előtt az OAB tevékenysége megszűnt, a hazai jogszabályok sajátossága – a decentralizált rendszer – továbbra is megmaradt. A csernobili atomerőmű katasztrófája mutatott rá egyes országok – így hazánk esetében is – a jogi szabályozás hiányosságaira a nukleáris balesetelhárítás területén. E mellett egy további feladat a nukleáris terrorizmus (nukleáris és sugárzó anyagok csempé-
szése) új fenyegetésének a kezelése is jelentkezett.

2.2.2. A nukleáris szabályozás – atomtörvény

A ma hatályos atomtörvényt (1996. évi CXVI. törvény az atomenergiáról) 1996. XII. 18-án hirdették ki – és az általános gyakorlatban atomtörvényként említene. Az eredeti azonosítót megtartva tartalmában jelentősen, igen sok alkalommal módosították.

Alapelve, hogy az atomenergia alkalmazása által okozott kockázat ne legyen nagyobb, mint más tevékenységek társadalmilag elfogadott kockázata, és a biztonsági követelmények betartását a nemzetközi előírásokkal is összhangban álló hazai szabályozás biztosítsa, valamint a lakosságnak és a környezetnek az ionizáló sugárzás káros hatásai elleni védelméről gondoskodjon.

A törvény leírja (többek között):

- ◆ a hatályát és a használt fogalmakat;
- ◆ a nemzeti politikát és nemzeti programot;
- ◆ az atomenergia alkalmazásának általános szabályait;
- ◆ a hatósági felügyeletet;
- ◆ az atomenergia-felügyeleti szerv eljárásait;
- ◆ a hatósági engedélyezés és ellenőrzés általános rendjét;
- ◆ a radioaktív és nukleáris anyagok nyilvántartása, ellenőrzése, valamint a kapcsolódó adatszolgáltatás szabályait;
- ◆ az Országos Személyi Dozimetriai Nyilvántartást;
- ◆ az atomenergia-felügyeleti szerv hatáskörét;
- ◆ a nukleáris védetség előírásait;
- ◆ a radioaktív hulladék, kiégett üzemanyag tárolásának és elhelyezésének a szabályait;
- ◆ az intézkedéseket rendkívüli események megelőzésére és következményeik elhárítására;
- ◆ az atomkár-felelősség és az atomkár-megtérítés előírásait;
- ◆ a Központi Nukleáris Pénzügyi Alap kezelésének előírásait.

Az atomtörvény tehát fogalmakat, feladatokat ír le és szabályoz. Két mellékletet tartalmaz:

1. melléklet – Befizetési kötelezettség radioaktív hulladékok esetenkénti tárolóba szállításakor.
2. melléklet – Az Országos Atomenergia Hivatal hatósági eljárásaiban közreműködő szakhatóságok.



A szabályozási hierarchiát a 9. ábra mutatja:

9. ábra. A nukleáris biztonsági szabályozás hierarchiája.



2.2.3. A nukleáris szabályozás – kormányrendeletek

Az atomtörvényhez több kormányrendelet kapcsolódik, melyek a végrehajtási feladatokat írják le. Az atomtörvény nagyszámú szervezetre (állami és magántulajdonú) ró feladatokat, kötelezettségeket. E szervezetek köre igen széles, ide tartoznak többek között a hatóságok, a nukleáris létesítmények engedélyesei (energiatermelő-, kutató-, oktató-, tároló létesítmények), gyártók, ellenőrző szervezetek (együttes meghatározás szerint – beszállítók).

A feladatokat az OAH tevékenységi körének áttekintésével lehet megismerni:

- ◆ Nukleáris létesítmények biztonsági felügyelete
- ◆ Békés célra történő alkalmazás felügyelete
- ◆ Nukleáris létesítmények védetség felügyelete
- ◆ Nukleáris és más radioaktív anyagok csomagolásának biztonsági felügyelete
- ◆ Radioaktív hulladék-tárolók hatósági felügyelete
- ◆ Sugárvédelem
- ◆ Nukleáris létesítménnyel és radioaktív hulladék-tárolóval összefüggő építmények hatósági felügyelete
- ◆ Veszélyhelyzet-kezelés

Az OAH nem szabályozó hatóság, csupán javaslattételi joga van, tehát a feladata a kiadott jogszabályokban meghatározott előírások betartatása, ellenőrzése, felügyelete. A feladat igen széles kört fog át, nagyszámú kormányrendelet tartalmaz, a tevékenységgel összefüggő előírásokat.



A továbbiakban részletes bemutatásra kerül néhány kormányrendelet, amelyek az új létesítménnyel kapcsolatos tevékenységeknél meghatározóak.

A 112/2011. (VII.4.) Korm. rendelet „az Országos Atomenergia Hivatal nukleáris energiával kapcsolatos európai uniós, valamint nemzetközi kötelezettségekkel összefüggő feladatköréről, az Országos Atomenergia Hivatal hatósági eljárásaiban közreműködő szakhatóságok kijelöléséről, a kiszabható bírság mértékéről, valamint az Országos Atomenergia Hivatal munkáját segítő tudományos tanácsról”

A kormányrendelet tartalmazza az:

- ◆ OAH feladatát, kapcsolatát (együttműködését) nemzetközi szervezetekkel mind a nukleáris létesítmények (kutató, oktató, tároló, energiatermelő), mind a radioaktív anyagok szállításával, tárolásával, nyilvántartásával kapcsolatban.
- ◆ Pontosítja más szervezetekkel: Belügyminisztériummal, Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatósággal (a továbbiakban: BM OKF), valamint annak illetékes szervével, a Terrorelhárítási Központtal (a továbbiakban: TEK) és az országos tisztifőorvossal való kapcsolatát.
- ◆ Meghatározza az OAH általános építésügyi hatósági és általános építésfelügyeleti hatósági feladatait.

A 112/2011. (VII.4.) Korm. rendelet tehát az OAH feladat- és hatáskörét tartalmazó úgynevezett „statútum rendelet”. Egy mellékletet tartalmaz:

1. melléklet – „Adatszolgáltatás a radioaktív anyagok szállításának és fuvarozásának engedélykérelméhez”

A 118/2011. (VII.11.) Korm. rendelet „a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről”.

E rendelet hatálya kiterjed a Magyarország területén létesíteni kívánt, valamint a már üzemelő nukleáris létesítményekre, azok rendszereire és rendszerelemeire, a nukleáris létesítménnyel kapcsolatos tevékenységekre és az e tevékenységet végzőkre – beleértve a sugárvédelmet, a nukleáris létesítményeken belüli radioaktív anyag szállítást és a radioaktív hulladékok átmeneti tárolását biztosító rendszereket, rendszerelemeket, a nukleáris létesítmény biztonsági osztályba sorolt nyomástartó berendezéseit és csővezetékkeit, továbbá a tűzvédelmet, ha azok a nukleáris biztonságra hatást gyakorolnak, kizárólag ezen hatásuk szempontjából.

A rendelet egy nukleáris létesítmény teljes életciklusát végigkíséri, tehát az Országgyűlésnek a létesítéshez kapcsolódó elvi nyilatkozatától a megszűnéséig, amely azon pontja az életciklusnak, ahol a nukleáris biztonsági kockázata megszűnt és a tárgyban kiadott OAH-határozat jogerőre emelkedett. A teljes folyamat tehát többek között a telephely-vizsgálatot, a létesítésre, tervezésre, gyártásra, üzembe helyezésre, üzemeltetésre, sugárvédelmére, leszerelésre és megszüntetésre, a balesetelhárítási tevékenységekre kiadott engedélyeket tartalmaz az érintett összes szakmai területre (gépészet, építészet, villamos és irányítástechnika stb.). A nukleáris létesítmények nukleáris biztonságára vonatkozó hatósági eljárásokra, a nukleáris létesítmények irányítási rendszereire, valamint a nukleáris létesítmények életciklusa szerinti tevékenységek végrehajtására és azok felügyeletére vonatkozó nukleáris biztonsági követelményeket a rendelet mellékletei, a Nukleáris Biztonsági Szabályzatok (1–10.) tartalmazzák.



Témakörök:

A nukleáris létesítményekre vonatkozó közös követelmények:

- ◆ felelősség;
- ◆ biztonsági célok;
- ◆ mélységben tagolt védelem;
- ◆ biztonsági politika;
- ◆ tervezés;
- ◆ létesítés;
- ◆ üzembe helyezés és üzemeltetés.

Hatósági felügyelet:

- ◆ engedélyezés és jóváhagyás;
- ◆ ellenőrzés és érvényesítés;
- ◆ a nukleáris biztonsági hatóság eljárásának tartalma.

Az engedélyes kötelezettségei:

- ◆ általános kötelezettségek;
- ◆ biztonsági jelentések, biztonsági értékelés;
- ◆ jelentési, tájékoztatási kötelezettség.

Időszakos biztonsági felülvizsgálat.

Események kivizsgálása, tapasztalatok felhasználása a biztonság növelésére.

Felkészülés üzemzavar, nukleáris vészhelyzet és baleset bekövetkezésére, az elhárításuk érdekében folytatott tevékenység.

A Kormányrendelet a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági közösségi keretrendszerének létrehozásáról szóló Európai Atomenergia-közösség (EURATOM) tanácsi irányelvnek való megfelelést szolgálja. Az Euratom Szerződés célja az európai nukleáris energia speciális piacának létrehozása az atomenergia fejlesztése és elosztása révén. Hatásköre a nukleáris energiával és az ionizáló sugárzással kapcsolatos területekre, így például a nukleáris anyagokra és a sugárvédelemre terjed ki.

Sugárvédelem:

A sugárvédelem előírásrendszere nagyszámú kormányrendelet együttes alkalmazását teszi szükségessé, melyek az alábbiak:

- ◆ 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről;
- ◆ 489/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet a lakosság természetes és mesterséges eredetű sugárterhelését meghatározó környezeti sugárzási helyzet ellenőrzési rendjéről és a kötelezően mérendő mennyiségek köréről;



- ◆ 165/2003. (X. 18.) Korm. rendelet a nukleáris és radiológiai veszélyhelyzet esetén végzett lakossági tájékoztatás rendjéről;
- ◆ 167/2010. (V. 11.) Korm. rendelet az országos nukleárisbaleset-elhárítási rendszerről;
- ◆ 490/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet a hiányzó, a talált, valamint a lefoglalt nukleáris és más radioaktív anyagokkal kapcsolatos bejelentésekről és intézkedésekről, továbbá a nukleáris és más radioaktív anyagokkal kapcsolatos egyéb bejelentést követő intézkedésekről;
- ◆ 4/2016. (III. 5.) NFM-rendelet az Országos Atomenergia Hivatal egyes közigazgatási eljárásaiért és igazgatási jellegű szolgáltatásaiért fizetendő díjakról;
- ◆ 16/2000. (VI. 8.) EüM-rendelet az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról;
- ◆ 8/2002. (III. 12.) EüM-rendelet az egészségügyi ágazat radiológiai mérő-és adatszolgáltató hálózata felépítéséről és működéséről.

A sugárvédelem területén jelentős változásokat hozott a 2015. év vége, ekkor jelent meg a 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről. A változás elvi alapokat érintett. A korábbi 16/2000. (VI. 8.) EüM-rendelet előírásainak megfelelően decentralizált engedélyezési (fővárosi, megyei kormányhivatalok, OTH) eljárások folytak, eltérő területi hatállyal (kormányhivatal, OTH kiterjesztés) és jellemző volt a több lépcsős engedélyezés. A 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet szerint centralizált országos hatáskör (OAH) jött létre és az engedélytípusok száma csökkent. Az összevont engedély lehetőségének megjelenése mellett a bejelentési kötelezettség, mint új megoldás került bevezetésre. A korábbi feladatok közül így jelentősen változtak például az ionizáló sugárzást kibocsátó, de radioaktív anyagot nem tartalmazó berendezéssel kapcsolatos eljárások (pld: orvosi, állatorvosi és ipari röntgenberendezések). Sugárvédelmi adatszolgáltatás területén a jelentés-köteles események, a sugárvédelmi értékelések és a nem engedély-köteles, de bejelentésköteles változások lettek a meghatározóak. Az utóbbinál az eljárásban bejelenteni szükséges, pl.: radioaktív anyag vagy ionizáló sugárzást kibocsátó berendezés alkalmazásának vagy üzemeltetésének megkezdését, a megszüntetését, a tulajdonjoga megszerzését, vagy a használat bármilyen jogcímen történő átengedését.

A kormányrendelet 2016-ban és 2017-ben módosításra került, és az OAH alkalmazásspecifikus útmutatók kiadásával segíti az engedélyeseket a rendeletekben foglaltaknak való megfeleléshez.

Az OAH 22 db SV jelű hatósági útmutatót adott ki, melyek a honlapján elérhetők. A radioaktív anyagok nyilvántartásához szükséges formák és szoftverek a honlapon szintén elérhetők.

Nukleáris létesítmények, nukleáris és más radioaktív anyagok, ionizáló sugárzást létrehozó berendezések védettségi felügyelete.

A **fizikai védelem** témakörben is nagyszámú rendelet szabályozza a tevékenységet, melynek jelentős része a nem-nyilvános dokumentumok kategóriába tartozik, de e területen is maguk a rendeletek és a megfeleléshez kapcsolódó hatósági útmutatók publikusak. Az OAH 20 db FV jelű útmutatót adott ki.

2.2.4. A nukleáris szabályozás – Nukleáris Biztonsági Szabályzatok (NBSZ)

A paksi atomerőmű-létesítési, majd az azt követő időszakban az 5/1979 számú Nehézipari Minisztérium (NIM) rendelet melléklete (1–6) tartalmazta az Atomerőművi Biztonsági Szabályzatot, melyet a rövidítése alapján ABSZ-nek neveztek.



E jogszabály a létesítéskor alkalmazott szovjet (orosz) előírások fordításának magyar kiadása, a szovjet (orosz) műszaki biztonsági előírások magyar jogi környezetbe történő átültetését jelentette.

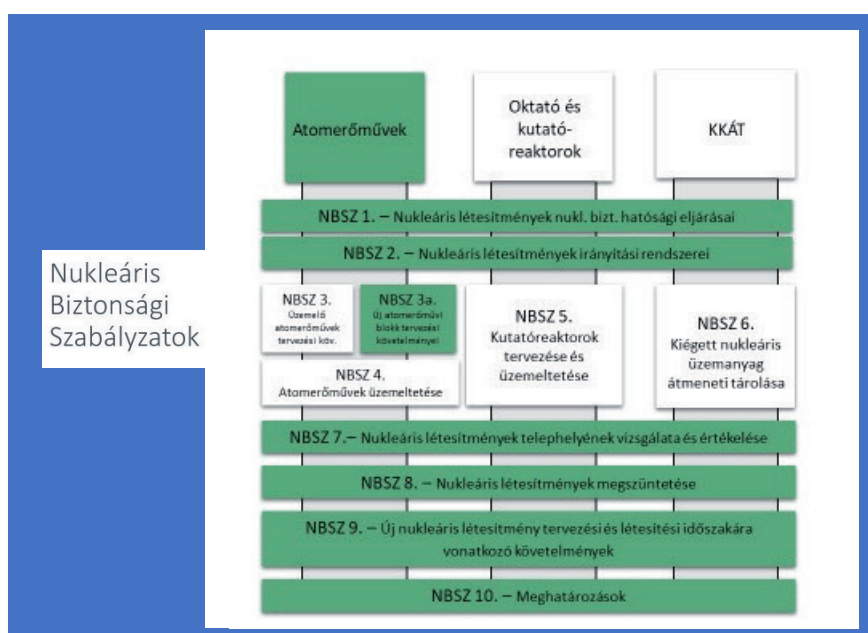
A ma érvényes 118/2011 Korm. rendelet és mellékletei több módosításon estek át, ma már csak ez a szerkezet (rendelet + mellékletek) emlékeztet a korábbi változatokra. A 10 kötet a következő:

1. melléklet: Nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági hatósági eljárásai
2. melléklet: Nukleáris létesítmények irányítási rendszerei
3. melléklet: Üzemelő atomerőművek tervezési követelményei
- 3a. melléklet: Új atomerőművi blokkok tervezési követelményei
4. melléklet: Atomerőművek üzemeltetése
5. melléklet: Kutatóreaktorok tervezése és üzemeltetése
6. melléklet: Kiegészített nukleáris üzemanyag átmeneti tárolása
7. melléklet: Nukleáris létesítmények telephelyének vizsgálata és értékelése
8. melléklet: Nukleáris létesítmények megszüntetése
9. melléklet: Új nukleáris létesítmény tervezési és létesítési időszakára vonatkozó követelmények
10. melléklet: Nukleáris Biztonsági Szabályzatok meghatározásai

Az NBSZ-kötetek négy csoportba sorolhatók, 10. ábra.

- ◆ Az új blokk létesítésére az 1., 2., 3a., 7., 8., 9. és 10. kötetek vonatkoznak.
- ◆ A meglévő atomerőművi blokkokra az 1., 2., 3., 4., 7., és a 10. kötetek vonatkoznak.
- ◆ A kutatóreaktorokra az 1., 2., 5., 7., és a 10. kötetek vonatkoznak.
- ◆ A kiegészített nukleáris üzemanyag átmeneti tárolóra az 1., 2., 6., 7., és a 10. kötetek vonatkoznak.

10. ábra. Az NBSZ kötetek



A szabályzati szerkezet sajátossága, hogy az új blokki tervezési kötet (NBSZ 3a) eltér a jelenleg üzemelő kötet tervezési előírásaitól. Ennek oka, hogy a jogalkotónak nem volt szándéka a mai korszerű követelményeket teljes mértékben érvényesíteni a meglévő blokkokra, mely adott esetben indokolatlanul nagy költséggel megvalósítható átalakításokat jelentett volna. E megoldással ugyanakkor minden kompromisszum nélkül lehetett az új biztonsági előírásokat, követelményeket alkalmazni az új létesítményre. További, a nemzetközi gyakorlatban szokatlan szerkezet az, hogy a jogszabályalkotás egy későbbi fázisában hozzáadtak a sorozathoz egy újabb kötetet (NBSZ 9. kötet), mely lényegében az NBSZ 3a kötet kiegészítése, a létesítés következő szakaszába történő átvezetés. Az NBSZ 4. kötet (Atomerőművek üzemeltetése) jelenleg az MVM Zrt 500 MW névleges teljesítményű blokkjaira érvényes. Az új blokk üzemeltetési feltételeinek és korlátainak ismerete után valószínűleg a meglévő (NBSZ 4. kötet) szabályzat fejlesztésére és hatályba léptetésére lesz szükség.

A továbbiakban az új blokkok létesítéshez kapcsolódó szabályzati köteteket ismertetjük részletesen.

NBSZ 1. kötet – eljárások

Az NBSZ 1. számú kötete a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági hatósági eljárásait tárgyalja. Az atomerőmű-létesítésének és működésének nukleáris biztonsági, védettségi és biztosítéki engedélyezése az OAH feladata.

A nukleáris létesítményekre vonatkozó nukleáris biztonsági engedélyek általános szabálya az, hogy a más jogszabályokban előírt, egyéb engedélyek megléte a feltétele a nukleáris biztonsági engedély hatályosságának. Atomerőmű esetében a nukleáris létesítmény létesítésének, üzembe helyezésének, üzemeltetésének, tervezett üzemidőn túli üzemeltetésének, végleges leállításának és leszerelésének az engedélyezése atomerőművi blokkonként történik. A létesítési, a végleges leállítási és a leszerelési engedély egy atomerőmű több hasonló blokkjára egy eljárásban is kérelmezhető, ha az engedély kiadásának feltételei mindegyik atomerőművi blokk tekintetében fennállnak, de az egyes atomerőművi blokkokról a nukleáris biztonsági hatóság külön-külön dönt.

a. Telephelyvizsgálati és -értékelési engedély

A végleges telephelyvizsgálati és -értékelési engedélyének kiadásával a nukleáris biztonsági hatóság a telephelyvizsgálati és -értékelési program szerinti vizsgálati és értékelési módszerek, valamint elméleti megfontolások megfelelőségét fogadja el, és a telephelyvizsgálati és -értékelési program alapján szükséges további vizsgálatok elvégzésére jogosít fel. A telephely engedély 5 évig hatályos, kérelemre további 5 évre meghosszabbítható.

b. Létesítési engedély

A létesítési engedély alapján végezhető tevékenységek:

- ◆ a nukleáris létesítmény létesítéséhez szükséges terület előkészítésének elvégzése,
- ◆ nukleáris létesítmény építményei és épületszerkezetei megépítése, biztonsági osztályba sorolt és nem sorolt rendszerelemekből a tervek szerinti rendszerek kialakítása (gyártás, beszerzés, szerelés), továbbá a rendszerek megfelelő összekapcsolásával a teljes nukleáris létesítmény megfelelő kialakítása,
- ◆ a rendszerelemek és rendszerek üzembe helyezését előkészítő tisztítási és mosatási munkálatok, a rendszerek és rendszerelemek olyan funkciópróbáinak elvégzése, amelyek a nukleáris anyagot



tartalmazó fűtőelemek nélkül is végrehajthatóak, és azokat – a próbák munkaprogramjában meg-
alapozottan – ténylegesen anélkül végzik el, hogy a próbában érintett rendszerek, rendszer-
elemek semmilyen kölcsönhatásban ne legyenek vagy lehessenek a nukleáris létesítménybe esetlegesen
már beszállított fűtőelemekkel.

A létesítési engedélyezés jogalapja az atomtörvény 17.§ (2), mely szerint a létesítés, bővítés enge-
délyezése esetében az ügyintézési határidő tizenkét hónap abban az esetben, ha az engedélyes a 17.§
(8) bekezdése szerinti előzetes biztonsági tájékoztatót nyújt be. Az eljárás indokolt esetben, legfeljebb
három hónappal hosszabbítható meg.

Ettől eltérően az Előzetes Biztonsági Jelentésben (EBJ) meghatározott, a nukleáris biztonsági ható-
sággal előzetesen egyeztetett tartalommal, az építési engedélyköteles terület-előkészítési tevékenysé-
gekre a létesítési engedély iránti kérelem benyújtását követően, a létesítési engedély véglegessé válá-
sát megelőzően építési engedély iránti kérelem nyújtható be, azonban az ebből eredő minden kockázat
az engedélyest terheli. A terület-előkészítési feladatokra vonatkozó építési engedély iránti kérelmet a
létesítési engedély iránti kérelem benyújtását követően legkorábban három hónappal lehet benyújtani,
mely kizárólag talajszilárdításra, a munkatér lehatárolásához szükséges vízkizárást célzó munkálatokra
(így különösen részfalazás), valamint a munkatérből történő talajkiemelésre irányulhat.

Kivétel, hogy

- ◆ az EBJ-ben meghatározott, a nukleáris biztonsági hatósággal előzetesen egyeztetett, gyártási
engedélyköteles, hosszú gyártási idejű berendezésekre, a létesítési engedély iránti kérelem be-
nyújtását követően legkorábban három hónappal, a létesítési engedély véglegessé válását meg-
előzően gyártási engedélyt lehet kérni,
- ◆ az EBJ-ben meghatározott, a nukleáris biztonsági hatósággal előzetesen egyeztetett, építési
engedélyköteles építményekre a létesítési engedély iránti kérelem benyújtását követően, a létesí-
tési engedély véglegessé válását megelőzően építési engedélyt lehet kérni.

A létesítési engedély az üzembe helyezési engedély véglegessé válásáig, de legfeljebb a kiadásá-
tól számított 10 évig hatályos, kérelemre további 5 évre meghosszabbítható. Az engedélykérelemben
igazolni kell, hogy a kérelemben bemutatott nukleáris létesítmény felépíthető és biztonságosan üze-
meltethető. A kérelemhez Előzetes Biztonsági Jelentést (EBJ) kell mellékelni, amelyben igazolni kell,
hogy a létesítendő nukleáris létesítményre vonatkozó, a létesítési engedélyezési eljárás terjedelmébe
tartozó nukleáris biztonsági követelmények teljesülnek, a megvalósítani szándékozott nukleáris létesít-
mény biztonságosan üzemeltethető. Ehhez műszaki megalapozást kell mellékelni, melynek meg kell
felelnie legalább a NBSZ 9. melléklet 9.3.3.0500. pontjában a műszaki tervvel szemben megfogalmazott
követelményeknek és olyan részletezettségűnek kell lennie, hogy a hatóság további dokumentáció fe-
lülvizsgálata nélkül meg tudjon győződni a követelmények teljesüléséről.

Szakhatóságok közreműködése:

Az atomenergia-felügyeleti szerv eljárásában közreműködő szakhatóságok megnevezését, a be-
vonás esetköreit, a vizsgálandó szakkérdést és az eljárás tárgyát az Atv 11/B. §(1) határozza meg. Kivé-
tel az (1a) bekezdésben foglaltak, ahol a 2. melléklet a hatályos előírás. A szakhatósági eljárások ügy-
intézési határideje és a végrehajtó szervezet kérdésében több előírás együttes értelmezése szükséges.
A szakhatósági eljárásban az ügyintézési határidő alapesetben huszonegy nap. A környezetvédelmi és
természetvédelmi szakkérdésben eljáró szakhatóság ügyintézési határideje harminc nap.



A nemzetgazdasági szempontból kiemelt jelentőségű beruházások megvalósításának gyorsításáról és egyszerűsítéséről szóló törvény (a továbbiakban: Ngtv.) felhatalmazása alapján a Kormány által rendeletben kiemelt jelentőségű üggyé nyilvánított beruházások esetén a 2. melléklet szerinti közigazgatási hatósági eljárásokban tűzvédelmi szakkérdésben eljáró szakhatóságként a hivatásos katasztrófavédelmi szerv központi szerve jár el.

Az ügyfélnek az eljárás megindítása előtt benyújtott kérelmére a szakhatóságként kijelölt hatóság által kiadott előzetes szakhatósági állásfoglalás egy évig hatályos. Az Ngtv. felhatalmazása alapján az Atv 17. § (2) bekezdés 1. pont b) alpontjában meghatározott létesítés, bővítés engedélyezése esetében tűzvédelmi és katasztrófavédelmi szakkérdésben eljáró szakhatóság ügyintézési határideje hat hónap. Az Ngtv. felhatalmazása alapján az Atv 17. § (2) bekezdés 3. pontjában meghatározott engedélyezés esetében tűzvédelmi és katasztrófavédelmi szakkérdésben eljáró szakhatóság ügyintézési határideje negyvenkét nap.

Az új atomerőmű EBJ-ben bemutatandó, minimális tartalmi elemeit az NBSZ 1. kötet tartalmazza.

A létesítési engedélyezés nemzetközi gyakorlata:

Fogalmak:

- ◆ Biztonsági Jelentés (SAR – Safety Analysis Report)
- ◆ Előzetes Biztonsági Jelentés (pSAR – Preliminary Safety Analysis Report)
- ◆ Végző Biztonsági Jelentés (FSAR – Final Safety Analysis Report)

E fogalomkör egy integrált egységet takar, mely végigkíséri az erőmű-létesítésétől a leszereléséig a létesítmény teljes életútját.

Mértékadó nemzetközi előírások:

- ◆ *Format and Content of Safety Analysis Report US NRC Reg Guide 1.170.*
- ◆ *Format and Content of the Safety Analysis Report for NPP - SAFETY STANDARDS SERIES No. GS-G-4.1.*
- ◆ *FEDERAL RULES AND REGULATIONS IN THE FIELD OF ATOMIC ENERGY USE REQUIREMENTS FOR THE CONTENT OF SAFETY ANALYSIS REPORTS FOR NUCLEAR POWER PLANT UNITS WITH VVER REACTORS (NP-006-16 – az Orosz Föderációban hatályos előírás).*
- ◆ *IAEA No. SSG-12 Specific Safety Guide Licensing Process for Nuclear Installations*

A NAÜ elvárja, hogy a tagországok olyan jogszabályokat léptessenek életbe és olyan gyakorlatot folytassanak, ami megfelel az előírásainak (ajánlásainak). Az SSG-12 jelű dokumentumban pontosítja a hatóságok által kiadott engedélyekkel kapcsolatos elvárásokat:

2.1. A licence is a legal document issued by the regulatory body granting authorization to create a nuclear installation and to perform specified activities. The regulatory body, whose status may vary from one State to another, is an authority or a system of authorities designated by the government of a State as having legal authority to conduct the regulatory process, including issuing authorizations.

Az engedély a szabályozó szervezet által kiadott jogi dokumentum, amely felhatalmazást ad nukleáris létesítmény létrehozására és meghatározott tevékenységek elvégzésére. A szabályozó szervezet, amelynek státusa államokként eltérő lehet, olyan hatóság vagy hatóságok rendszere, amelyet egy



állam kormánya kijelöl, mint amely jogosultsággal rendelkezik a hatósági eljárás végrehajtására, beleértve az engedélyek kiadását is.

Az atomerőművek létesítése (*Construction*) hagyományosan alkalmazott fogalom, de a nemzetközi gyakorlatban e fogalom sokszor eltérő tartalommal és jogkövetkezménnyel jelenik meg, például *Construction Licence*, *Early Site Permit – Construction Reactor Oversight Process (cROP)* vagy *Combined License Applications for New Reactors (COL)*.

A fejlesztést végző országokban (USA, Oroszország, Japán, Kína, Franciaország) az előzetes típusengedély a gyakorlat. A típusengedély esetében lényegesen egyszerűbb, rövidebb a létesítési engedély kiadása, mert főleg a telephely-specifikus kérdésekre koncentrálnak (földrengés, elárasztás, környezetvédelem,) illetve arra, hogy szükség van-e energiára (nukleáris) az adott földrajzi térségben.

A biztonsági jelentések (pSAR, FSAR) a dokumentumok tartalomjegyzékeit tekintve egységes szerkezetet mutatnak, részleteikben azonban jelentős a különbség, a nemzeti sajátosságok egyértelműen azonosíthatóak.

A létesítési engedélyezéshez az atomtörvény alapján a 247/2011 Korm. rendelet szerinti **Független műszaki szakértő** közreműködése szükséges.

Atv 13.§ (2) A nukleáris létesítmény nukleáris biztonságára lényeges hatással lévő tevékenység engedélyezése esetében a kérelmet megalapozó dokumentációt független műszaki szakértői értékelésnek kell alávetni. A független műszaki szakértői értékelést a kérelmező a hatósági eljárásban, az arra vonatkozó nukleáris biztonsági követelmények szerint nyújtja be az atomenergia-felügyeleti szervhez.

Atv (3) A (2) bekezdéstől eltérően új nukleáris létesítmény létesítési engedélyezési eljárásában a független műszaki szakértői véleményeztetés nem előfeltétele az engedélyezési eljárásnak. Ha a kérelmező nem vagy nem teljeskörűen nyújt be független szakértői véleményt, akkor az atomenergia felügyeleti szerv azt hivatalból készítteti el, amelynek költsége a kérelmezőt terheli.

A Független műszaki szakértő fogalom a gépészeti témakörben kizárólagosan a Magyar Mérnöki Kamara szakértőit jelenti, más szakmák esetében átfedések is lehetségesek.

Sugárvédelmi szakértő – 487/2015. (XII. 30.) Korm. Rendelet szerinti „az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről” előírásban szereplő személy.

Építésügyi szakértő – építészeti-műszaki szakértő, Az Atv 18/D §-a szerinti tevékenység (az atomtörvény hatálya alá tartozó építményekkel, létesítményekkel kapcsolatos építészeti tervezői, építészeti műszaki ellenőri és építész felelős műszaki vezetői) végzéséhez szükséges szakmagyakorlási alkalmasság megállapítására és a nyilvántartásba vételre irányuló eljárást szabályzó 184/2016 (VII.13.) kormányrendeletnek megfelelő személy.

A Létesítési engedély egyik lényeges elvi kérdése az üzemmód megválasztása. A magyar szabályozásban a Paks II. szerződésben rögzített terheléskövetés (manőverezés) nem szerepel, így előírások vagy követelmények sem fogalmazódnak meg. Ez valószínűleg egy következő átdolgozás feladata lesz. A nemzetközi gyakorlatban ismert előírások az angol nyelvű irodalomban – *Load Following with Nuclear Power Plants* – kifejezéssel, az orosz irodalomban – ВВЭР-1000/1200 РЕАКТОР ПРИ РАБОТЕ В МАНЕВРЕННЫХ РЕЖИМ – kifejezésekkel szerepelnek. E megoldást választva műszaki tartalom tekintetében jelentős az eltérés. Sok kérdés fogalmazható meg, például a fizikai korlátok, a terhelésváltozások hatása, az igénybevételek ciklikus változása, a szekunderkörüi szabályozás, a turbina alkalmazása, a szabályozó szerelvények igénybevétele, rezgések, instabil állapotok kezelése és a csőtartók



kivitele szempontjából. E kérdések függenek a leterhelések számától, sebességétől és mértékétől, mely a nemzeti villamos energiaellátási stratégia egyik lényeges eleme.

c. Gyártási és beszerzési engedély

Általános szabály, hogy több beépítendő vagy felszerelendő, a beépítés helyétől, biztonsági és földrengés-biztonsági osztályba sorolásából, továbbá az ellátandó funkcióból származtatott egységes követelményeknek megfelelő rendszerelem gyártására vagy beszerzésére az OAH-tól gyártási vagy beszerzési típusengedély is kérelmezhető. A típusengedély iránti kérelem tartalmára és hatályára az NBSZ 1. kötetben foglaltakat kell alkalmazni. Bár műszaki tartalmában egyenértékű, de e megoldás mind az engedélyes, mind a hatóság számára egyszerűsítheti, gyorsíthatja az eljárásokat.

Az OAH által kiadott gyártási engedély alapján gyárthatók:

- ◆ az 1. biztonsági osztályba tartozó rendszerelemek,
 - ◆ a 2. biztonsági osztályba tartozó rendszerelemek vagy nyomástartó berendezések és csővezetékek, amennyiben kereskedelmi termékként nem szerezhetők be,
 - ◆ a 2. biztonsági osztályba tartozó szoftverek, valamint
 - ◆ a 3. biztonsági osztályba sorolt, OAH engedélyezési kötelezettség alá tartozó nyomástartó berendezések és csővezetékek, amennyiben kereskedelmi termékként nem szerezhetők be,
 - ◆ a 3. biztonsági osztályba sorolt, TAK1–2 üzemállapot kezelésére szolgáló rendszerelemek,
- Megj.: TAK1 – komplex üzemzavar (feltételezett többszörös meghibásodás) TAK2 – súlyos baleset.

Az engedély hatálya alapján a gyártási engedély az abban rögzített feltételek teljesülése esetén a rendszerelem gyártására és a telephelyre történő beszállítására jogosít fel. Az engedély határozott ideig hatályos, de az nem lehet 5 évnél hosszabb és a jogszabályi előírások változatlanlansága esetén egy alkalommal meghosszabbítható.

Az engedély iránti kérelem tartalmi követelményeit az NBSZ 1. kötet rögzíti; ezek a következők:

- a. a rendszerelem megnevezését, biztonsági és földrengés-biztonsági osztályba sorolását, a rendszerelem által ellátott biztonsági funkció megnevezését;
- b. a rendszer megnevezését, amelyhez a rendszerelem tartozik, a beépítés helyét és a rendszerelem feladatát az atomerőművi blokk, illetve a kiégett üzemanyag átmeneti tárolására szolgáló létesítmény minden tervezett üzemállapotában;
- c. a jogszabályban és a nukleáris létesítmény Előzetes Biztonsági Jelentésében a rendszer-elemekre, a beépítés helyére, a biztonsági és földrengés-biztonsági osztályra meghatározott, a gyártás során figyelembe veendő műszaki és minőségi követelményeket;
- d. a nukleáris biztonsági követelmények figyelembevételét igazoló tervezői nyilatkozatokat;
- e. a rendszerelem tervezési alapját, tervezési specifikációját és ezek megalapozó dokumentumait;
- f. méretezési információt;
- g. műszaki leírást, amely bemutatja a nukleáris biztonsági követelményeknek megfelelő műszaki megoldást, a működést és a legfontosabb műszaki jellemzőket;



- h. a gyártási folyamat és gyártási technológia leírását, szoftver esetén a szoftverkészítési folyamat, módszere és eszközei leírását;
- i. a gyártás, szoftverkészítés ellenőrzési tervét, az ellenőrző szervezet megnevezését és az ellenőrző szervezetnek a tevékenység elvégzésére való alkalmasságát igazoló dokumentumokat;
- j. a tervező és a gyártómű minősítését igazoló dokumentumokat;
- k. a gyártmány referenciájára vonatkozó információt;
- l. a rendszerelem megfelelőségét igazoló átadási dokumentáció tartalmi követelményeit;
- m. rendszerelemre a gyártómű vagy a tervező által kidolgozott, az üzemeltetés feltételeire és korlátaira vonatkozó előírásokat, továbbá az üzemeltetésével, műszaki állapotának fenntartásával kapcsolatos előírásokat, kritériumokat, módszereket, programokat és azok időbeli ütemezését;
- n. a rendszerelem karbantartásához és javításához szükséges, kopó és stratégiai tartalék alkatrészek listáját; valamint
- o. az eljáráshoz kapcsolódóan az OAH által kiadott engedély ügyszámát, a kérelem megalapozásához felhasznált, az engedélyes által korábban benyújtott dokumentáció megnevezését és ezek azonosítóit.

Az OAH által kiadott beszerzési engedély alapján szerezhetők be:

- ◆ az 1. biztonsági osztályba tartozó, az NBSZ 3.3.1.1800. és a 3a.3.1.2200. pontokban kivételként szereplő rendszerelemek;
- ◆ a 2. biztonsági osztályba tartozó rendszerelemek, valamint nyomástartó berendezések és csővezetékek; továbbá
- ◆ a 3. biztonsági osztályba sorolt, OAH engedélyezési kötelezettség alá tartozó nyomástartó berendezések és csővezetékek.

Az engedély iránti kérelem tartalmi követelményeit az NBSZ 1. kötet 1.3.2.0500 rögzíti, melyek a következők:

- a. a kereskedelmi termék megnevezését, biztonsági és földrengés-biztonsági osztályba sorolását, a rendszerelem által ellátott biztonsági funkció megnevezését;
- b. a rendszer megnevezését, amelyhez a kereskedelmi terméket be kívánják építeni;
- c. a jogszabályban és a nukleáris létesítmény EBJ-ben a kereskedelmi termék tervezett beépítés helyére, a biztonsági és földrengés-biztonsági osztályra meghatározott, a beszerzés során figyelembe veendő műszaki és minőségi követelményeket;
- d. a rendszerelem tervezési alapját, tervezési specifikációját, és ezek megalapozó dokumentumait;
- e. méretezési információt;
- f. műszaki leírást, amely bemutatja a nukleáris biztonsági követelményeknek megfelelő műszaki megoldást, a működést és a legfontosabb műszaki jellemzőket;
- g. a c) pont szerinti követelményeknek való megfelelést igazoló dokumentumokat, amelyek eszközei lehetnek:
 - ga) a követelményeknek való megfelelés elemzése és értékelése,
 - gb) az alkalmazási referenciák adatainak elemzése és értékelése,



- gc) a gyártómű vagy független minőségtanúsító laboratórium által elvégzett típusvizsgálat dokumentumai,
 gd) a kereskedelmi termék tervezőjének nyilatkozata, vagy
 ge) a kereskedelmi termék tervezési, gyártási dokumentációja.

A gyártási és beszerzési eljárások előírásainak egy része az NBSZ 9. kötetben található.

d. Hatósági ellenőrzési tevékenység

Az NBSZ 1. kötet tartalmazza az OAH ellenőrzési tevékenység előírásait, melyek több eleme általános hatályú, de a tartalmát tekintve a gyártási és beszerzési tevékenység ellenőrzésének részleteit rögzíti. Alapelv az, hogy az OAH ellenőrzési tevékenysége ráépül az engedélyes által működtetett teljes körű, a nukleáris biztonság szempontjából differenciált ellenőrzési rendszerre, melyet a hatóság időkorlát nélkül hajt végre.

A hatósági ellenőrzés feltételeinek a biztosítása az engedélyes, illetve az ellenőrzés alá vont szervezetnek kell biztosítania és mindkét félnek együttműködőnek kell lennie. A nukleáris létesítmény tervezése és létesítése során a szabályzatok megneveznek kiemelt területeket, például a konfigurációkezelés követelményeinek a betartását, a biztonságvédelmi rendszerek inaktív körülmények közötti funkciópróbáit, valamint az üzemeltető és karbantartó személyzet képzését.

A nukleáris létesítmény létesítésének időszakában előírt eseti jelentések rendje igen részletesen szabályozott az NBSZ 1. kötetében. Az esetet az észlelést követően 8 napon belül jelenteni kell, a kivizsgálási jelentést pedig az észlelést követően 60 napon belül be kell nyújtani az OAH-nak. Állapothoz rendelt jelentéseket kell benyújtani a létesítési életciklus szakaszban az alábbi tervezési és létesítési fázisokat megelőzően 30 nappal az alábbi területen:

- ◆ a nukleáris biztonság szempontjából fontos tervezői, építési, gyártási és szerelési szerződések specifikációjának elkészítése,
- ◆ a nukleáris sziget egyes építményeinek elkezdése,
- ◆ a fontosabb betonozási munkák elkezdése,
- ◆ a fővízköri berendezések beemelése,
- ◆ a tisztaszerelési munkák elkezdése,
- ◆ a biztonsági kábelek fektetési munkáinak elkezdése,
- ◆ a biztonsági irányítástechnikai rendszerek szerelésének elkezdése, valamint
- ◆ az egyes rendszerek üzembe helyezési munkáinak elkezdése.

A jelentések tartalmi követelményeit az NBSZ 1. kötet rögzíti.

NBSZ 2. kötet – minőségirányítás

Az NBSZ 2. kötet a nukleáris létesítmény irányítási rendszerének előírásait tartalmazza. E megközelítés eltér a hagyományos minőségbiztosítási szemlélettől, ennek megfelelően a minőségbiztosítási, minőségtanúsítási kérdések átkerültek más NBSZ kötetekbe, például új létesítmény gyártási, beszerzési engedélyezéshez kapcsolódóak esetén az NBSZ 9. kötetébe.



A jelen szabályzat célja a nukleáris létesítményben olyan, az irányítási rendszer tervezésére, létrehozására, működtetésére, értékelésére és folyamatos fejlesztésére vonatkozó követelmények meghatározása, amely biztonsági, egészségügyi, környezetvédelmi, fizikai védelmi, minőségügyi, társadalmi és gazdasági elemeket integrál annak érdekében, hogy a biztonságot az engedélyes minden tevékenysége során megfelelő módon vegyék figyelembe. Az irányítási rendszer így nem különálló irányítási rendszerekben, hanem a biztonságot, mint egységes egészet kezelve biztosítja, hogy a nukleáris biztonság ne sérüljön.

A felső vezetőség szerepe a meghatározó. A munkavállalókra vonatkozó szakmai követelmények és oktatás vagy egyéb intézkedések útján gondoskodik a szükséges ismeret- és tudásszint eléréséről és fenntartásáról, értékeli az intézkedések hatékonyságát. E feladatok közé tartozik az, hogy a tevékenységeket a megfelelő ismeretekkel rendelkező munkavállalók végezzék és lényeges, hogy a képzés és oktatás alapján tisztában legyenek saját tevékenységük biztonsági következményeivel.

Kiemelt cél, hogy a vezetés minden szintjén legyen jelen az erős biztonsági kultúra kifejlesztése és fenntartása, valamint a biztonságos tervezéshez, létesítéshez, üzembe helyezéshez, üzemeltetéshez és megszüntetéshez szükséges szakértelem.

Az irányítási rendszer fontos eleme a dokumentumok készítésének és használatának szabályozása. Elkészítésére, módosítására, felülvizsgálatára vagy jóváhagyására kompetenciával rendelkező munkavállalók számára hozzáférést kell biztosítani az összes olyan információhoz, amely a döntések megalapozásához szükséges. Biztosítani kell azt, hogy a dokumentumok felhasználói megfelelő és érvényes dokumentációt használjanak és a létrejött dokumentációk megfelelő módon tárolásra és megőrzésre kerüljenek a létesítmény teljes élettartama alatt.

NBSZ 3a kötet – tervezés

A szabályzat célja az atomerőmű, mint nukleáris létesítmény és az azt alkotó, a nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerek, rendszerelemek tervezési alapelveinek és tervezési követelményeinek meghatározása. Az NBSZ 3. kötete az üzemelő atomerőművekre fogalmaz meg tervezési alapelveket és tervezési követelményeket. Mivel már üzemelő atomerőműre vonatkozik, így a tervezési előírások alkalmazása igen korlátozott, lényegében egy-egy biztonságnövelési célból létesített új rendszerre, illetve az átalakításokra korlátozódik. Az NBSZ 3a kötet szigorúbb előírásokat fogalmaz meg a tervezésre vonatkozóan, példa erre a 3. és a 3a kötet egy-egy pontjának az összehasonlítása:

Meglévő blokkokra:

3.2.2.3400. *A tervezéshez a feltételezett kezdeti események köréből kiszűrhető: a) a rendszerek, rendszerelemek meghibásodásából vagy emberi hibából bekövetkező belső kezdeti esemény, ha a gyakorisága kisebb, mint 10^{-5} /év;*

Új blokkokra:

3a.2.2.5000. *A feltételezett kezdeti események köréből kiszűrhető: a) a rendszerek, rendszerelemek meghibásodása vagy emberi hiba, vagy mindkettő következtében bekövetkező belső kezdeti esemény, ha a gyakorisága kisebb, mint 10^{-6} /év.*

Részleteiben itt csak az alapvető tervezési követelményeket tekintjük át. Az engedélyesnek a tervezés összetett folyamatát szabályozó irányítási rendszert kell működtetnie, amely biztosítja a tervek minőségét, összhangját és a nukleáris biztonsági követelmények teljesítését. A tervek megfelelőségét –



beleértve a tervezés eszközeit, a tervezési adatokat és eredményeket – a tervezőtől független szervezet által felül kell vizsgáltatni. Az atomerőmű tervezését csak olyan tervezőszervezet végezheti, amely az érintett tervezési szakterületre érvényes, jogszabály által, ennek hiányában az engedélyes által meghatározott minősítéssel rendelkezik, és a tevékenység végzésére jogosult. A nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerek, rendszerelemek tervezési alapját szisztematikusan kell meghatározni és dokumentálni. A műszaki követelményeket tervezési specifikációkban kell rögzíteni.

Az üzemeltetési fázis szempontjából kiemelt feladat biztosítani azt, hogy az engedélyes minden olyan tervezési információ birtokosa legyen, amely az atomerőmű biztonságos üzemeltetéséért viselt felelősségének fenntartásához szükséges. Az engedélyesnek képesnek kell lennie az atomerőmű teljes élettartama alatt az atomerőmű biztonságát szolgáló tevékenység végzésére vagy végeztetésére, a biztonsággal összefüggő döntések meghozatalára.

A biztonsági funkciót ellátó rendszereket, rendszerelemeket úgy kell megtervezni, hogy a biztonsági funkciók a tervben megkövetelt megbízhatósággal valósuljanak meg a teljes élettartam alatt. A tervekben megfelelő tartalékokat kell biztosítani a tervezési módszerek, eszközök hibáira, a gyártási és szerelési túrésekre, bizonytalanságokra, a feltételezett hibákra és a tervezett üzemidő alatti öregedési mechanizmusok által okozott romlási folyamatok konzervatívan becsült mértékére. A biztonság szempontjából fontos rendszereket, rendszerelemeket hasonló feltételek között kipróbált, bevált konstrukciós megoldásokat alkalmazva kell tervezni. Ettől eltérő esetben olyan technológiákat és termékeket kell alkalmazni, amelyek alkalmazhatóságát megvizsgálták és igazolták. Az új tervezési megoldások esetében kutatásokkal, tesztekkel, más alkalmazásokban szerzett tapasztalatok elemzésével biztonsági szempontból igazolni kell. Az új megoldást tesztelni kell az üzembe helyezés előtt. A rendszer, rendszerelem működését – annak üzemelése közben – monitorozni kell a megfelelőség végleges igazolása érdekében. (FOAK – *First of a Kind* – Prototípus)

Valószínűségi biztonsági elemzésekkel kell igazolni minden tervezési alapba tartozó üzemzavarra, hogy egy kezdeti esemény gyakoriságának és a kezdeti esemény okozta tranziens során az adott üzemállapotokra vonatkozó elfogadási kritériumok teljesítéséhez szükséges bármely biztonsági funkció elmaradása valószínűségének a szorzata nem haladja meg az előírt értéket.

A hazai szabályozásban a biztonsági osztályba sorolás (ABOS) a biztonsági funkció elemzésén alapul, egyéb szempontok például a rendszer nyomása, térfogata, a rendszer alapanyaga nem szerepel a besorolásnál. A besorolás szempontjai:

- a. a biztonsági funkció megvalósulása elmaradásának következménye,
- b. a biztonsági funkció szándékolatlan működésének következménye,
- c. a biztonsági funkció megvalósulását igénylő kezdeti események gyakorisága,
- d. a biztonsági funkció szerepe az ellenőrzött, vagy a biztonságos állapot biztosításában.

Az elemzéseknek elsődlegesen determinisztikus módszereken kell alapulnia, kiegészítve valószínűségi módszerekkel és mérnöki becsléssel.

Az atomerőmű ABOS 1., 2. és 3. biztonsági osztálya mellett alkalmazni kell az ABOS 4 (nem biztonsági osztály) kategóriát is. Ide kell sorolni minden olyan rendszert és rendszerelemet, amelynek nincs biztonsági funkciója, és nem alapvető konstrukciós megoldás.



A biztonság igazolásának az alapelve, hogy a tervezési alapra vonatkozó általános biztonsági követelmények teljesülésének bizonyítására használt tervező és elemző eszközöket, modelleket és modellrészeket, valamint a bemenő adatokat verifikálni és validálni kell. Az elemzési eszközök validációját a megfelelő nemzetközileg elérhető adatok – kísérleti eredmények – alapján kell bemutatni. Az elemzési modellek verifikációját az elemzést, tervezést végrehajtó személytől, munkacsoporttól független személynek, munkacsoportnak is el kell végeznie. A tervezési alapba, valamint a tervezési alap kiterjesztésébe tartozó összes kezdeti eseményre determinisztikus biztonsági elemzésekkel kell igazolni a vonatkozó elfogadási kritériumok teljesülését. Az atomerőmű jelentette teljes kockázat meghatározására, a vonatkozó kockázati célok és elfogadási kritériumok teljesülésének igazolására, a terv kiegyensúlyozottságának, egyenszilárdságának értékelésére, valamint a tervezési alap kiterjesztése megfelelőségének megítélésére valószínűségi biztonsági elemzést kell készíteni.

Kiemelt témakörök a tervezés során:

- ◆ az alkalmazandó jogszabályok, előírások és szabványok és az ezeknek való megfelelés igazolása;
- ◆ a biztonsági elemzések elfogadási kritériumai;
- ◆ az üzemeltetési feltételek és korlátok;
- ◆ a tervezés élettartama;
- ◆ a szerkezeti anyagokkal kapcsolatos követelmények;
- ◆ a vegyészet;
- ◆ a rendszerelemek környezetállósági minősítése;
- ◆ a karbantartás, felülvizsgálat, ellenőrzés;
- ◆ az öregedéskezelés.

Nyomástartó berendezések tervezésénél a következő sajátos szabályok érvényesülnek:

- ◆ ABOS 1. és 2. biztonsági osztályba sorolt rendszerelemek anyaga a terhelésnek megfelelő szívóssággal rendelkezzen;
- ◆ előnyben kell részesíteni a hegesztett kötések alkalmazását;
- ◆ oldható kötések alkalmazása a rendszer kockázatelemzésével legyen igazolt;
- ◆ a nyomástartó berendezés és csővezeték hegesztésénél teljes beolvadást biztosító kötést kell alkalmazni;
- ◆ a rezgések minimálisak legyenek;
- ◆ ellenőrző és mérőműszerek a nyomás, a hőmérséklet, az üzemi közeg közegárama, szintje és kémiai összetétele, valamint az elmozdulások és a hermetikusság ellenőrzésére;
- ◆ vizsgálni kell a ridegtörés elleni védettséget azoknál a rendszerelemknél, ahol ez szükséges.

Kiemelt fontosságú, hogy a berendezések, csővezetékek elrendezésénél a közös okú hibák elkerülése érdekében a redundancia, a diverzitás és a függetlenség követelményeit figyelembe vegyék. A specifikus veszélyeztető tényezők közül a földrengés esetében a telephely-specifikus biztonsági földrengést az átlagos veszélyeztetettségű görbe szerint a szabadfelszíni válaszspektrummal kell figyelembe venni. A kezdeti események vizsgálatának részeként azonosítani kell azokat a speciális, belső veszélyeztető tényezőket, mint például az elárasztás, tűz, robbanás, nagy energiájú csőtörés, amelyek bekövetkezése biztonsági vagy az izoláló gát funkcióteljesítését befolyásolhatja. Ehhez kapcsolódóan a tervezésnél



a tűzvédelem, a leszerelés, az emberi tényező, a sugárvédelem és a balesetelhárítás szempontjait is figyelembe kell venni.

NBSZ 9. kötet – létesítési előírások

Az NBSZ 9. kötetet, mint amit már korábban jeleztük több kiadott kötethez kapcsolódik, azokat mintegy kiegészíti. Az irányítási rendszer követelményei az NBSZ 2. kötethez kapcsolódnak és a létesítési folyamat speciális előírásait tartalmazzák, így előírásokat fogalmaz meg a létesítési folyamatra, beleértve a munka- és határidő-tervezést, a beszerzést és a beszállítók ellenőrzését is.

A beszállítók alkalmazásával és felügyeletével szemben támasztott követelmények igen részletek. Tartalmazzák a kiválasztására meghatározott kritériumrendszert, a beszállító korábbi termékének gyártása, beszerzése és üzemeltetése során összegyűlt dokumentáció átvizsgálását, a képességek, a minőségirányítási rendszerének értékelését, a tanúsításokat, a beszállító minőségirányítási dokumentációjának objektív értékelését. Az engedélyesnek ki kell dolgoznia a beszállítókkal történő együttműködés szabályait. A beszállító nukleáris biztonságot érintő tevékenységet csak az engedélyes jóváhagyásával, folyamatos és kompetens felügyelet mellett végezhet.

A tervezés minőségbiztosításának részét képezik a tervek honosításának előírásai, hiszen az atomerőművi blokk létesítése során alkalmazott engedélyezési- és létesítési dokumentációnak ki kell elégíteniük a magyar jogszabályokban meghatározott követelményeket.

A kötet pontosítja a szabványok használatának szabályait. Az általános gyakorlattól eltérően atomerőmű-létesítésekor a szabványok alkalmazása kötelező (Atv 16§(6)). Ennek megfelelően a rendszerek és rendszerelemek tervezését, gyártását, építését, szerelését, tesztelését és vizsgálatát az általuk ellátandó biztonsági funkcióknak megfelelő szabványok előírásai szerint kell végezni. A tervezési kézikönyvnek tartalmaznia kell a tervezés, telephely-értékelés, -létesítés, üzembe helyezés és üzemeltetés során alkalmazandó szabványok és más műszaki szabályzatok karbantartott jegyzékét. Lényeges, hogy amennyiben az engedélyes nem az útmutatóban foglalt ajánlások szerint jár el az alkalmazni kívánt szabványokat pontosan azonosítani kell, így különösen a kiadás éve, verzió, kiegészítés, vagy melléklet megjelölésével, valamint értékelni kell alkalmazhatóságukat, pontosságukat és elégségességüket. Ha szükséges ki kell egészíteni, valamint biztosítani kell az alkalmazott szabványok koherenciáját az egész terven belül, de különösen az azonos rendszerelemre vagy azonos tevékenységre vonatkozó szabványok keveredésének elkerülése érdekében.

Az NBSZ 9. kötet több pontja mutat rá a tervezési specifikációra, mint alapidokumentumra, mely a rendszerekre és berendezésekre vonatkozó információk összességét kell, hogy tartalmazza. Az információk tartalma és minősége is meghatározó, hiszen ez végigkíséri az erőművet a teljes életciklus alatt, és így több üzemeltető generáció fog találkozni vele.

Az NBSZ 9. kötet önálló gyártási követelmények fejezete kapcsolódik az NBSZ 1. kötetben előírt gyártási engedélyezési eljáráshoz. Itt jelennek meg a gyártást végző beszállítóval kapcsolatos gyártást megelőző feltételek (tanúsítások, oktatások, vizsgáztatások, tervezési, műszaki specifikációk és rajzok stb.) Egyértelmű a szabályzat: a gyártást eljárási utasítás és munkautasítás alapján kell végezni minden, a gyártott termék minőségét befolyásoló következő tevékenységre:

- a) a gyártáshoz szükséges termékek beszerzésére,
- b) a gyártási folyamatok, ezen belül különösen a korlátozottan javítható folyamatokra,



c) hegesztés esetén:

- ca) hegesztett szerkezetek gyártóinak minősítésére,
- cb) a személyzet, különösen hegesztésirányítók, hegesztők, anyagvizsgálók minősítésére,
- cc) az alap- és hegesztőanyagokra, illetve azok tanúsítására,
- cd) a hegesztő berendezések megfelelő állapotára,
- ce) a hegesztés-technológiák és hegesztési utasítások minősítésére,
- cf) a technológivizsgálatok és azok dokumentálására,
- cg) a munkapróbák megfelelőségére, valamint
- ch) az alkalmazott hegesztési technológiai utasítás megfelelőségére, ezen belül:
 - cha) alkalmazott varratalakra,
 - chb) ideiglenes rögzítő elemek alkalmazására,
 - chc) megengedett éleltolódásra,
 - chd) hegesztés előtti, hegesztés közbeni és hegesztés utáni ellenőrzésekre, che) előmelegítésre és hőkezelésre,
 - chf) javítások feltételeire, és
 - chg) a nyilvántartási és átadási dokumentáció követelményeire,
- d) a gyártási folyamatokra, különösen a képlékeny alakításra, hőkezelésre, forgácsolásra, illetve ezen belül:
 - da) a gyártási folyamatok ellenőrzésére,
 - db) a végellenőrzésre és vizsgálatra,
 - dc) a kezelésre,
 - dd) a csomagolásra,
 - de) az átmeneti és tartós tárolás követelményeire, és
 - df) a dokumentálásra, hőkezelésnél a hőmérséklet-idő diagramra,
- e) a végellenőrzésre és vizsgálatára,
- f) a kezelésre,
- g) a csomagolásra,
- h) az átmeneti és tartós tárolás követelményeire és
- i) a szállításra.

A gyártási előírások mellett a megfelelést igazoló vizsgálatok is megjelennek. A nukleáris ipar egyik lényeges előírása az, hogy a roncsolásmentes vizsgálatok hatékony elvégzéséhez el kell végezni a rendszerek és rendszerelemek üzembe helyezés előtti állapotának rögzítését, és biztosítani kell az időszakos vizsgálati eredmények ezekkel történő összevethetőségét. A rendszerek és rendszerelemek roncsolásmentes anyagvizsgálati rendszereit minősíteni kell, amelyekkel igazolható, hogy a vizsgáló rendszer – a vizsgáló berendezés, a vizsgálati technológia és a vizsgáló személyzet – képes a követelményeknek való megfelelésre valós vizsgálati körülmények között. A módszertan részleteit az ENIQ szervezet által kiadott dokumentumok tartalmazzák.



Az átvételi ellenőrzést jóváhagyott ellenőrzési terv alapján kell végezni. A három közreműködő szervezet:

- ◆ a gyártónak a gyártásban nem részt vevő minőségellenőrzési szervezete;
- ◆ a gyártótól és az engedélyestől független, jogszabály szerint feljogosított ellenőrző szervezet;
- ◆ a hatóság.

A nukleáris biztonsági hatósági engedélyezési eljárás alá tartozó nyomástartó berendezések gyártásközi, végátvételi és az első üzembevételt megelőző helyszíni vizsgálatát az engedélyestől független, jogszabály szerint feljogosított ellenőrző szervezetnek kell végeznie. A hatósági ellenőrzés terjedelmét és feltételeit a nukleáris biztonsági hatóság a gyártási engedélyben határozza meg.

A gépészet mellett e kötet tartalmazza az építési-szerelési követelményeket, többek között a dokumentációs, az építési-szerelési feltételeket és az építés-szerelés közbeni ellenőrzés előírásait is. Itt jelennek meg az építmények és épületszerkezetek létesítésének speciális követelményei, melyek közül a legfontosabbak:

- ◆ az építési organizációs terv;
- ◆ az épületszerkezetek alapozásának és kivitelezésének kiviteli és minőségellenőrzési terve;
- ◆ az eltakarásra kerülő épületszerkezetek ellenőrzésének és dokumentálásának szabályai;
- ◆ a liftek és teheremelő szerkezetek létesítésének és átadásának követelménye;
- ◆ az építési munkák átvételének szabálya;
- ◆ a konténment lépésről-lépésre típusú építés-szerelési-hegesztési-ellenőrzési dokumentálási követelménye.

E kötet tartalmazza kellő részletességgel a gépészeti technológiai rendszerek és rendszerelemek szerelésének, építészeti tevékenységeknek, illetve a villamos- és irányítástechnikai szerelési munkák speciális követelményeit.

Az üzembe helyezés legfontosabb előírása a folyamat két szakaszra bontása. Az első szakasz a nukleáris fűtőelemkötegek berakását megelőző inaktív szakasz, a második a fűtőelemkötegek berakását követő nukleáris szakasz. A telephelyen való tartózkodás általános és sajátos feltételei lényegesen eltérnek a két szakaszban.

Az atomerőművi létesítés általános tapasztalata az, hogy a tervezettnél lényegesen hosszabb idő szükséges, mind az előkészítés, mind a kivitelezési feladatok végrehajtásához. Emiatt kiemelt jelentőségű a kezelési, raktározási és állagmegóvási követelmények betartása.

2.2.5. A nyomástartó berendezések és csővezetékek hatósági felügyelete

Az atomerőművek hatósági felügyelete a korábbi, hagyományos erőművi tapasztalatok alapján jött létre. A szabályozás a nyomásfunkció megtartását tartotta alapnak. A biztonság alapelve az volt, hogy amennyiben a nyomás az adott határon belüli, a rendszer üzemeltetése biztonságos. A határértékeket nyomáshatároló rendszerekkel (biztonsági szelepekkel) ellenőrizték és amennyiben ezt meghaladó nyomás keletkezett a rendszerben, magának a berendezésnek a védelme érdekében a közeg kivezetésével a nyomás értékét visszacsökkentették, így biztosítva a tervezésnél feltételezett állapotot. E szemlélet ma már nem alkalmazható alapként, hiszen az aktivitás kijutását – a lakosság védelmét – célzó megoldások ettől jelentősen eltérő elvárásokat fogalmaznak meg.



A korszerű szabályozás elve a mélységben tagolt védelem elvének alkalmazása. Egymástól független védelmi szintekkel kell biztosítani, hogy a lehetséges meghibásodások, a normál üzemtől való eltérések észlelhetők, ellensúlyozhatók és kezelhetők legyenek. A tervezés során többszörös fizikai gátakat kell alkalmazni a radioaktív anyagok környezetbe történő ellenőrizetlen kikerülésének megakadályozására. Az elv alkalmazása érdekében az alábbi négy fizikai gátat kell megkülönböztetni: a) az üzemanyag-mátrix; b) a fűtőelem burkolata; c) a reaktor primer körének határa; d) a konténment rendszer (az első kettő nem tárgya ezen oktatási anyagnak). A gátak védelmét biztosítani kell aktív vagy passzív tervezési megoldásokkal a védelem valamely szintjének sérülése esetén is.

A mai fogalommal élve az integritás a rendszerek üzemeltetésének az alapelve; ennek megfelelő elvárásokat, szabályokat fogalmaznak meg a létesítéskori előírások. Két példa e kérdésre:

- ◆ A korábbi nyomástartó edény és csővezetéki előírások egyik fontos eleme volt a nyomáspróba végrehajtása. Az üzemi nyomásnál magasabb értéken végrehajtott próbák (általános terminológia szerint szilárdsági nyomáspróbák) mintegy garanciát adtak az alacsonyabb üzemi nyomáson való sokéves üzemeltetés biztonságához. A korszerű szabályozást ma a nyomáspróba-értékek csökkentése és a próbaidőszakok növelése jellemzi. A hangsúly az üzemi nyomáson, vagy ahhoz igen közeli túlnyomáson végrehajtott tömörségvizsgálatra kerül. Ugyanakkor lényeges, hogy a próbanyomás-értékek csökkentésével egyidőben a roncsolásmentes vizsgálatokat igen gyors fejlődés jellemzi és a megbízhatóságuk is jelentősen javult, mely folyamatot a vizsgáló rendszerek minősítésével igazolják.
- ◆ A másik példa a törés előtti szivárgás elvének az alkalmazása. Az atomerőmű nagy energiájú csővezetékének (fővízkör és főgőzvezeték) a konténmenten belüli szakaszainál alkalmazott elvrendszerek egy lehetséges szivárgás gyors és pontos detektálására koncentrálnak, kiemelten elemelve az anyagmegválasztást és az alkalmazott szilárdsági ellenőrző számítások módszertanát is. Az alkalmazhatóság sok új szempont figyelembevételét teszi szükségessé mind a tervezési, mind az üzemeltetési fázisban.

A nyomástartó edények (berendezések és csővezetékek) hatósági szabályozása igen összetett. A 2.2.4. alfejezetben leírt szabályok, eljárások és követelmények érvényesek rájuk. Ugyanakkor más szabályzati részek ezeket kiegészítik, pontosítják. Eltérések:

- a) Az NBSZ 1. kötet alapján a nukleáris biztonsági hatóság által kiadott üzemeltetési engedély szükséges az ABOS 1., 2. és 3. biztonsági osztályba sorolt, a nukleáris biztonsági hatósági engedélyezési kötelezettség alá tartozó nyomástartó berendezések és csővezetékek üzemeltetéséhez. Az engedély a nyomástartó berendezés sikeres, az engedélyestől független, jogszabály szerint feljogosított ellenőrző szervezet által elvégzett, az első üzembe helyezést megelőző helyszíni ellenőrzését követően a berendezés funkció-, illetve üzembe helyezési próbáira kidolgozott programok elvégzésére és azok sikeres végrehajtása után a rendszerelem üzemeltetésére jogosít fel. Előre meg kell határozni az időszakos vizsgálatok rendjét annak érdekében, hogy a nyomástartó berendezéssel kapcsolatos minden várható vagy feltételezhető, annak üzemmenetére jellemző meghibásodási jelenség olyan időpontban észlelhető legyen, amikor az a nyomástartó berendezés biztonságát és épségét még nem veszélyezteti.
- b) Az NBSZ 1. kötete szerint a rendelet hatálya alá tartozó nyomástartó berendezésekre és csővezetésekre az NBSZ-ben a rendszerekre, rendszerelemekre, előírt általános engedélyezési és ellenőrzési, valamint műszaki követelményeket az ebben a pontban meghatározott eltérésekkel kell alkalmazni.



Nem tartozik nukleáris biztonsági hatósági engedélyezési eljárás alá a nukleáris biztonsági hatósági felügyelet alá tartozó nyomástartó berendezése és csővezetéke, ha az:

- a) 2. vagy 3. biztonsági osztályba sorolt, $NA < 50$ mm-es csővezeték;
- b) 3. biztonsági osztályba sorolt, $NNY < 20$ bar nyomású csővezeték; vagy
- c) 2. vagy 3. biztonsági osztályba sorolt, 100 dm³-nél kisebb térfogatú edény.

A nukleáris biztonsági hatósági eljárások közvetett módon felügyelik ezt a területet is, tehát az engedélyesnek az engedélyezési eljárás alá nem tartozó nyomástartó berendezéseket és csővezetékeket, gyártásukat vagy beszerzésüket megelőzően a nukleáris biztonsági hatóságnak be kell jelenteni. E tevékenységet az atomerőművi gyakorlatban sokszor „saját hatáskörű engedélyezés”-nek nevezik. Lényeges, hogy a nukleáris biztonsági hatóság a nukleáris biztonsági hatósági engedélyezési eljárás alá nem tartozó nyomástartó berendezések és csővezetékek létesítésének összes körülményét ellenőrizheti, és a szükséges biztonsági intézkedések betartására kötelezheti az engedélyest.

Az NBSZ 9. kötet a nyomástartó berendezések létesítésnek legfontosabb szabályát ismétli:

A nukleáris biztonsági hatósági engedélyezési eljárás alá tartozó nyomástartó berendezések gyártásközi, végátvételi és az első üzembevételt megelőző helyszíni vizsgálatát az engedélyestől független, jogszabály szerint feljogosított ellenőrző szervezetnek kell végeznie.

2.2.6. A hatósági útmutatók rendszere

A jogszabályi követelmények tartalmukban, formájukban és az érvényesítés módjában országonként eltérőek. A hazai szabályzati rendszer egyik fontos eleme a hatósági útmutatók rendszere. A szabályzatokban előírtak teljesítésének módját az atomenergia alkalmazóival egyeztetett módon, világos és egyértelmű ajánlásokat tartalmazó útmutatókban adja ki a hatóság és biztosítja, hogy azok a társadalom minden tagja számára hozzáférhetőek legyenek. Az érvényes útmutatók az OAH honlapjáról (www.oah.hu) tölthetők le.

Az útmutatókat betűkkel és sorszámokkal azonosítják. E szerint

- ◆ A jelűek – Üzemelő atomerőműre vonatkozó útmutatók
- ◆ F jelűek – Kiegészítő fűtőelem tárolóra vonatkozó útmutatók
- ◆ K jelűek – Kutatóreaktorokra vonatkozó útmutatók
- ◆ N jelűek – Új atomerőműre vonatkozó útmutatók

(A jelkombinációk is használatosak pld: AKFN 4.23 Munkahelyi Sugárvédelmi Szabályzat tartalma nukleáris létesítmények esetében.)

A korábbiakban részleteztük, hogy 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. Az NBSZ-ben foglalt követelmények teljesítésére az OAH ajánlásokat fogalmaz meg, amelyeket útmutatók formájában ad ki. Az útmutató az engedélyesek önkéntes alávetésével érvényesül, nem tartalmaz általánosan kötelező érvényű normákat. Az útmutató nem tekinthető hivatalos jogértelmezésnek.



A 118/2011 Korm. rendelet 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 OAH a nukleáris biztonsággal összefüggő útmutatók mellett más területeken is ad ki útmutatókat, például a Nukleáris létesítmények védeltségi felügyelete tárgyban FV jellel, a sugárvédelem területén SV jellel.

Megjegyezzük, hogy több országban a „Guide” kifejezéssel kiadott dokumentumok alkalmazása kötelező. Ere példa a finn Nukleáris Hatóság (STUK) által kiadott YVL jelű *Guide*-ok.



3. AZ ATOMERŐMŰVI IRÁNYÍTÁSI RENDSZER NÉHÁNY SAJÁTOSSÁGA

3.1. BEVEZETÉS

A fejezet célja egy átfogó ismeretanyag átadása az új atomerőművi blokkok létesítési tevékenységében résztvevők számára az irányítási rendszerrel összefüggő kérdések kapcsán. Ennek bázisán betekintést ad:

- ◆ a minőségügyi rendszerek, fejlődési folyamatába és az egyes fázisok jellemzőibe, kitérve a nukleáris minőségügy sajátosságaira;
- ◆ az új atomerőművi blokkok létesítésére vonatkozó minőségügyi rendszer felépítésébe;
- ◆ a létesítésben részt vevő szereplők körére (Engedélyes, Fővállalkozó, Szakértők);
- ◆ a biztonsági kultúra szerepére az új atomerőmű-létesítése és üzemeltetése során;
- ◆ a konfigurációkezelés szerepére az új atomerőmű-létesítése és üzemeltetése során.

Tekintettel arra, hogy a résztvevők köre és előismerete is széles tartományban mozog, az anyag az általános ismeretek átadására készült, de nem mellőzi a szakmai pontosságot sem. Legfőbb célja rávilágítani arra, hogy az irányítási (minőségirányítási) szempontok ismerete, valamint előtérben tartása miért lényeges az atomerőmű minden életciklus-szakaszában.

3.2. MINŐSÉGÜGYI RENDSZEREK FEJLŐDÉSE

A minőség ügyével való foglalkozás gyakorlatilag minden társadalmi rendszerben szerves része a termelési és a vállalatirányítási megoldásoknak, a minőségügyi tevékenységek fókusza azonban folyamatosan változik [1, 2].

A 20. század elején a tömegtermelés elterjedésével a **minőségellenőrzés** és a **minőségszabályozás** kapott lendületet, majd a **minőségbiztosításra**, később pedig a **minőségirányításra** helyeződött át a hangsúly. A század második felében a japán vállalatok sikereinek megértése, valamint a környezeti és társadalmi problémák megoldása kerültek a figyelem középpontjába, amit a minőségügy átfogóan a kiválóság fogalmkörével kezelt. A minőség fogalma is folyamatosan fejlődött, a kutatók különböző aspektusokból vizsgálva finomították tartalmát. Közös elem a meghatározásokban a megfelelés igénye, különbség annak fokában, további viszonyítási alapjában volt és van.

A minőségszemléletet a szervezet vevőkkel és szükségletekkel kapcsolatos tevékenységeinek proaktív kezelésekként értelmezhető. Az üzleti sikert alapvetően meghatározza, hogy sikerül-e egyértelműen meghatározni a partnerek (vevők) körét, megérteni szükségleteiket (elvárásaikat, igényeiket), majd ezt szem előtt tartva felhasználni a rendelkezésre álló erőforrásokat.

Napjaink minőségfelfogása hosszú fejlődési folyamat eredménye. A minőség fogalmának különböző értelmezései közül talán az a megközelítés a legreprezentatívabb, amely szerint a minőség az nem luxust, hanem egyszerűen a **követelményeknek való megfelelést** jelent. Ezt a megközelítést alkalmazva:

- ◆ a minőség értelmezhető termékekre (szolgáltatásokra), folyamatokra (tevékenységekre), továbbá szervezetekre és személyekre egyaránt,



- ◆ mérhetővé, értékelhetővé teszi a minőséget hétköznapi értelmezésben, de nem zárja ki annak szubjektív oldalát,
- ◆ lehetőség van a minőség szélesebb körű értelmezésére, annak függvényében, hogy a „követelményeket” miből vezeti le az alkalmazó.

3.2.1. Az irányítási rendszer fejlődése

Az ipari forradalmak koráig, különösen a céhes iparszerveződés keretei között a minőség fogalma összefonódott a személyekkel. A céhmester átfogóan ismerte szakmáját, de gazdasági, szervezési és marketing területen is remekelnie kellett az üzlet sikerességének érdekében. A termék megfeleltetése és ezzel a vevő elégedettsége a mester rátermettségén és képességein múlt. Ugyanakkor a vevő közvetlenül egyeztetni tudta elvárásait és a lehetőségeket, aktív részese volt a termelési-szolgáltatási folyamatnak, továbbá egyértelmű (és egyszemélyi) volt a felelősség a vevő elégedettségéért még akkor is, ha a mester legényeket, segédekét alkalmazott. A céhmester nemcsak a vevők, a piac felé tartozott felelősséggel, hiszen nem megfelelő munka esetén teljes kirekesztés várt rá.

A manufakturális, majd a gyáripari szerveződés, a munkamegosztás és specializáció magasabb foka a korábbi egyértelmű felelősségi viszonyokat bonyolultabbá tette. A tömegtermelés felé haladva a vevő és a termék (gyártás) egyre inkább „elszakadt” egymástól. A gazdaságos működés igénye a szakemberekről a betanított munkára, szabályozott munkafolyamatokra helyezte át a hangsúlyt, a minőségért vállalt személyes felelősség korábbi formája elveszett. A 20. század elejére kettős kihívás állt a vállalatirányítás előtt a gazdaságos működés fenntartásához, amelyek ma is érvényesek:

- ◆ csökkenteni a költségeket, amit eleinte a selejt visszaszorításával és a „jobb” munkaidő-kihasználással képzeltek el,
- ◆ növelni a bevételeket, ami a vevőknek tetsző termékek előállítását jelentette.

A 20. századtól kialakult az a gondolkodásmód, ami szerint a minőséget tervezni kell, az egész folyamatot (gyártási, vagy szolgáltatási) pedig ellenőrizni és folyamatosan fejleszteni, melyhez **három irányítási folyamat nélkülözhetetlen a minőségirányítás szempontjából:**

- ◆ a minőség **tervezése** (vevő és igényeinek azonosítása, illetve annak megfelelő megoldás kidolgozása),
- ◆ a minőség **fejlesztése** (technológiai fejlesztés és optimalizálás),
- ◆ a minőség **ellenőrzése** (visszamérés).

A folyamatos fejlődés bázisán a minőséggel kapcsolatos vállalati tevékenységek – leegyszerűsítve – három fő fogalom, illetve fejlődési szakasz köré csoportosíthatók:

- ◆ **Minőségellenőrzés (Quality Control):** Valamely termék, vagy szolgáltatás egy vagy több jellemzőjének mérése, vizsgálata és az eredmény összehasonlítása az előírt követelményekkel az előírásoknak való megfelelés meghatározása céljából. Lehetséges módjai:
 - ◇ végtermék ellenőrzése,
 - ◇ gyártásközi ellenőrzés, vagy
 - ◇ gyártás feltételeinek ellenőrzése.



Lényegében minden esetben egy utólagos dologról van szó, a követelmények teljesítésének visszaellenőrzése méréssel, vagy akár csak szemrevételezéssel. A végtermék ellenőrzése az utolsó megállítási pontot jelenti a vevő előtt, ahol még felfedezhetjük a hibákat. Gyártásközi ellenőrzéssel ezek előbb észlelhetők, de akkor is az elvégzett munka ellenőrzéséről van szó. A bemenő feltételek (pl. alapanyagok megfelelő minősége) ellenőrzése még a gyártás megkezdése előtt történik, a lényegen azonban ez nem változtat. Ha hibás az alapanyag és kiszűrjük, akkor nem költünk rá többet (nem kezdjük el az adott alapanyaggal a folyamatot), de önmagában ez még nem akadályozza meg, hogy a hiba ne forduljon elő többé.

- ◆ **Minőségbiztosítás** (*Quality Assurance*): Mindazok a tervezett és rendszeres intézkedések, amelyek szükségesek ahhoz, hogy a termék vagy a szolgáltatás a megadott minőségi követelményeket kielégítse. Lényege, hogy a működés (gyártás, termelés) feltételei megfelelően rendelkezésre álljanak. A minőségbiztosítás feladata, hogy jó alapanyag és megbízható szállítók, megfelelő szerszám, munkautasítások és emberi erőforrások álljanak rendelkezésre. A minőségbiztosítás stratégiai és operatív, szervezési és végrehajtási feladatokat egyaránt felölel.
- ◆ **Minőségirányítás** (*Quality Management*): Az általános vezetési tevékenységnek az a része, amely a minőségpolitikát meghatározza és megvalósítja. Átfogó minőségpolitika köré építve, a vállalatra kiterjedően kezeli a minőség kérdését.

A minőségirányítás tehát a minőség vállalati (szervezeti) aspektusát foglalja össze. A minőségirányítás átfogó fogalom, fontos megjegyezni, hogy nem lehet „dobozos” megoldást adni rá. Például az ISO 9001-szabvány feladata, hogy keretet adjon a minőségirányításhoz, azonban lényegében „csak” alapot ad a testreszabott megoldás kialakításához. Ennek oka, hogy minden vállalat működése más, így más-más eszköztárat igényel a sikeres minőségirányítás.

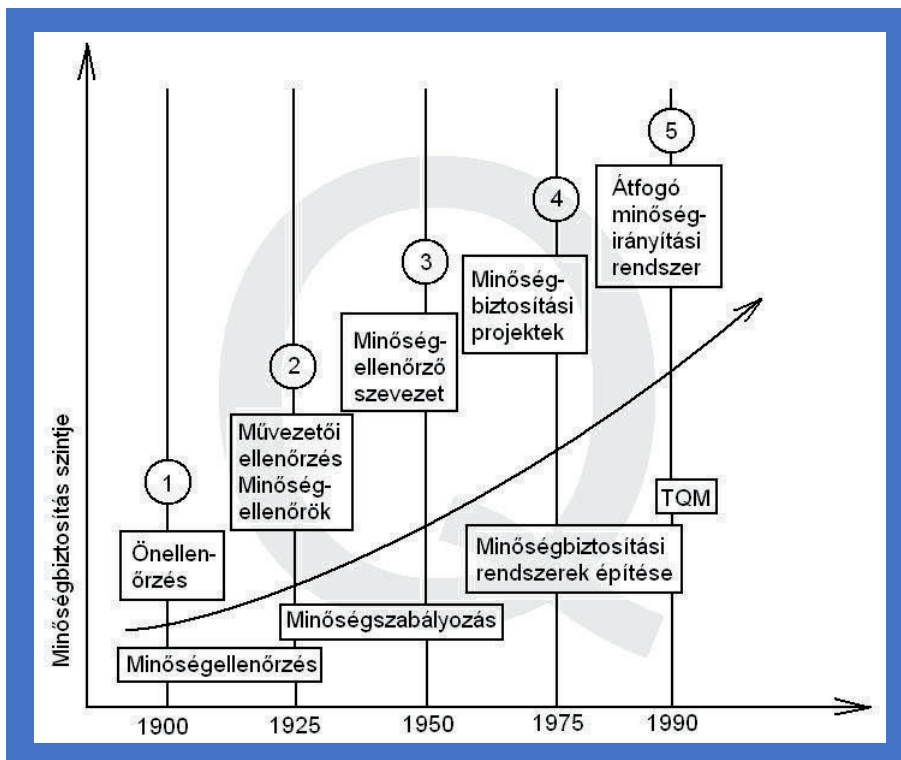
Fogalmilag a **minőségügy, minőségirányítás, minőségmenedzsment** fogalmak használatosak, kvázi szinonimaként és a fentiek bázisán fontos, hogy a minőségirányítást megkülönböztessük a minőségellenőrzéstől és minőségbiztosítástól!

Meg kell még említeni a **TQM** (Teljeskörű Minőségmenedzsment) fogalmát is. A BS 4778-szabvány alapján „az összes olyan tevékenységet felölelő vezetési filozófia, amelyek segítségével az ügyfelek, a közösség igényeit és elvárásait, valamint a szervezet célkitűzéseit a lehető leghatékonyabb és költségkímélő módon ki lehet elégíteni úgy, hogy végsőkéig kihasználjuk azt a lehetőséget, amely az összes alkalmazottnak a folyamatos jobbításra irányuló törekvésében rejlik.”

A leírtakat mutatja összefoglalóan a 11. ábra.



11. ábra. A minőségügy fejlődése



Függetlenül attól, hogy milyen tevékenységet folytatunk (így például a nukleáris iparban is), a minőség alapgondolata és célja azonos. Kikristályosodott nyolc olyan alapelv, amelyek meghatározzák a minőségi gondolkodást. Ezeket az alapelveket kell alkalmazni a TQM szerint éppúgy, mint az irányítási szabványok használatánál:

- 1. Vevőközpontúság:** a szervezetek vevőiktől (ügyfeleiktől) függenek, ezért minden szervezetnek meg kell értenie a vevők jelenlegi és jövőbeni szükségleteit, ki kell elégítenie a vevők követelményeit, és arra kell törekednie, hogy felülmúlja a vevők elvárásait.
- 2. Vezetéregyenlőség/vezetés:** a vezéregyenlőség, a vezetés határozza meg a szervezet céljait és irányultságát; az ő feladatuk kialakítani és megtartani azt az intern környezetet, amelyben az alkalmazottak teljes mértékben bekapcsolódhatnak a szervezet céljainak teljesítésébe.
- 3. A dolgozók bevonása:** a dolgozók jelentik a szervezet alapját minden szinten, az ő teljes körű bevonásuk teszi lehetővé, hogy képességeiket a szervezet szolgálatában és javára hasznosítsák.
- 4. Folyamatközpontúság:** a kívánt eredmény leghatékonyabban akkor érhető el, ha a tevékenységeket és a velük összefüggő forrásokat folyamatként irányítják.
- 5. Rendszerszemlélet az irányításban:** az egymással kölcsönösen összefüggő folyamatok rendszerként történő identifikációja, felfogása és irányítása hozzájárul a szervezet hatékonyságának emeléséhez céljai elérése során.



6. **Folyamatos fejlesztés:** minden szervezet állandó jellegű célkitűzése kell hogy legyen a teljesítményének folyamatos javítása, fejlesztése.
7. **Tényekkel alátámasztott döntések:** hatékony döntések mindig az adatok és információk elemzése alapján születnek.
8. **Kölcsönösen előnyös kapcsolatok a szállítókkal:** a szervezet és szállítói kölcsönösen függenek egymástól, így a köztük kialakított kölcsönösen előnyös kapcsolat mindkettőjük értékteremtő képességét megsokszorozza.

3.2.2. Az irányítási rendszer szabványainak fejlődése

Az ISO 9000 szabványsorozat a Nemzetközi Szabványügyi Szervezet (*International Organization for Standardization, ISO*) eredménye. A genfi székhelyű ISO a világ gyakorlatilag valamennyi iparosodott államát magában foglalja. A szervezet feladata olyan ipari szabványok kidolgozása, amelyek megkönnyítik a nemzetközi kereskedelmet.

Az ISO 9000-es szabványok **nem termékszabványok** (azok külön szabványokban szerepelnek), **hanem irányításirendszer-szabványok**. Másképpen megközelítve nem termékekre, vagy szolgáltatásokra vonatkozik, hanem az ezeket létrehozó folyamatra és szervezeti háttérre.

Ennek az általános célnak az elérése érdekében a szabványok a lehető legnagyobb mértékben tartózkodnak konkrét módszerek, eljárások és technikák megadásától. Az alapelveket, célokat és szándékokat hangsúlyozzák, amelyek egyetlen célra összpontosítanak: a vevő elvárásainak és igényeinek teljesítésére.

Egy jól megtervezett, jól bevezetett és gondosan irányított, ISO 9001 alapján kiépített minőségirányítási rendszer garantálja a bizalmat arra nézve, hogy a folyamat kimenete (eredménye) meg fog felelni a vevő elvárásainak és igényeinek. Három fórum számára kívánja ezt a bizalmat biztosítani:

- ◆ közvetlenül a vevőnek,
- ◆ közvetett módon (harmadik független fél által történő tanúsítással) a vevőnek,
- ◆ a cégvezetés és személyzet számára.

Céljait az ISO 9000 család úgy éri el, hogy minden, minőséget befolyásoló üzleti tevékenységtől elvárja egy háromrészes, soha véget nem érő ciklus – tervezés, ellenőrzés és dokumentálás – megvalósítását:

- ◆ A minőséget befolyásoló tevékenységeket tervezni kell annak érdekében, hogy a célok, jogosítványok és a felelősség köre meghatározott és érthető legyen.
- ◆ A minőséget befolyásoló tevékenységeket ellenőrizni kell annak érdekében, hogy a speciális elvárások (minden szinten) teljesüljenek, a problémákat megelőzzük és elhárítsuk, és a helyesbítő akciók tervezhetők és kivitelezhetők legyenek.
- ◆ A minőséget befolyásoló tevékenységeket dokumentálni kell, hogy biztosítsuk a minőségi célok és módszerek megértését, zökkenőmentes együttműködést a szervezeten belül, visszacsatolást a tervezési fázisba, és objektív bizonyítékul a minőségügyi rendszer teljesítményére azoknak, akik ezt igénylik (vevők, független tanúsítók).



Az ISO 9000 szabványcsaládnak négy központi tagja van. Ezek számozása 2000 óta konzekvens, a szabványalkotók pedig előtte is törekedtek arra, hogy a változásokat azonos szám alatt tudják megjeleníteni. Az aktuális változatot a kiadás éve jelzi, a szabvány azonosítója után kettősponttal elválasztva:

- ◆ ISO 9000 – Alapok és Szótár.
- ◆ ISO 9001 – Követelmények.
- ◆ ISO 9004 – A szervezet fenntartható sikerének irányítása – Minőségirányítási rendszerek. Útmutató a működés fejlesztéséhez.
- ◆ ISO 19011 – Útmutató minőségirányítási és/vagy környezetközpontú irányítási rendszerek auditjához.

Az ISO 9000 szabványrendszer első szabványait 1987-ben adta ki a Nemzetközi Szabványügyi Szervezet. A szabványosításában Nagy-Britannia és az USA meghatározó szerepet töltött és tölt be.

A BS 5750 és BS 7750 szabványok „nemzetközivé válása”, az ISO 9000 szabványcsalád kidolgozása a minőségügy fogalomrendszerében világszintű egységet teremtett meg.

Az ISO 9001 szabvány 1987-es megjelenése után a legtöbb ipárgspecifikus fejlesztés – **így a nukleáris iparágra jellemző is** – ahhoz igazítva adta meg sajátos követelményeit. Az ISO 9001 szabvány egyes kiadásainak fontosabb fejlődési szakaszai, újdonságai:

- ◆ az első átfogó szabályozás az **ellenőrzésre koncentrál** (1987),
- ◆ a **minőségbiztosítás átfogó szabályozása** termelő szervezetek számára, kiegészítő szabályozás szolgáltatóknak, a megelőző tevékenységek megjelenése a szabályozásban (1994),
- ◆ **rendszer- és folyamatszémleletű minőségirányítás**, hangsúly az irányítási folyamatokon, egységes szabályozás a termelőknek és a szolgáltatóknak (2000),
- ◆ magas szintű **összehangolás más irányítási szabványokkal**, kiválósági gondolkodás integrálása (2008),
- ◆ **kockázatalapú minőségirányítás** a megelőző tevékenységek helyett, hangsúly a vevőkön túl általában az érintetteken és környezeten (2015).

3.2.3. A nukleáris minőségirányítás fejlődése

A nukleáris iparban nemcsak a jó minőséget kell az irányítási funkción keresztül biztosítani, hanem az alábbi területek magas szintjét is:

- ◆ nukleáris biztonság,
- ◆ sugárvédelem,
- ◆ környezetvédelem,
- ◆ foglalkozási egészség,
- ◆ fizikai biztonság,
- ◆ radioaktív anyagok védelme,
- ◆ gazdaságosság.



Fentiek közül a **nukleáris biztonság** a **legfontosabb** terület, amely „minőségének biztosítása” egy speciális iparági követelmény. Célja a nukleáris létesítmény biztonságának elősegítése, támogatása és szavatolása az alábbi tevékenységek során:

- ◆ a helyszín kiválasztása,
- ◆ a tervezés,
- ◆ a berendezések gyártása,
- ◆ a létesítés és szerelés,
- ◆ az üzembe helyezés,
- ◆ az üzemeltetés és
- ◆ a megszüntetés (leszerelés).

A fenti célok teljesülése egy összetett jogszabály harmonizációs rendszeren keresztül valósul meg, melynek alapjai összeegyeztethetők az ISO 9000 személelmóddal. Ezen hatósági szabályozásrendszer e képzés keretében „a hatósági szabályozás rendszere” részben részletesen ismertetésre kerül, ennek okán jelen tananyag részben csak a minőségüggyel kapcsolatos aspektusokat mutatjuk be.

Az EU jogalkotási javaslata a nukleáris biztonsági közösségi keretrendszer létrehozásáról az alábbiakra épít:

- ◆ a Nyugat-európai Nukleáris Hatóságok Szövetsége (WENRA) technikai munkájára, amely 2006-ban zárult a meglévő nukleáris létesítmények tekintetében, és amelyben valamennyi európai nukleáris biztonsági szabályozó hatóság részt vett,
- ◆ arra az elvre, hogy az EU atomerőműveinek folytonos biztonságos működését csak erős és független szabályozó hatóságok képesek biztosítani,
- ◆ a meglévő főbb nemzetközi jogi aktusokra, különösen a NAÜ égisze alatt kötött, nukleáris biztonságról szóló egyezmény (Convention on Nuclear Safety, CNS) elveinek belefoglalása a közösségi szabályozásba, továbbá a NAÜ által a biztonság terén végzett munkára [3].

Mindezek eredményeként a jogalkotás abból indul ki, hogy:

- ◆ a nukleáris biztonság területére vonatkozó, és a CNS-ben már szereplő közös elveket közösségi szinten kell szabályozni, és azokat olyan új atomerőműreaktorokra vonatkozó biztonsági követelményekkel kell kiegészíteni, amelyeknek – a WENRA által megállapított biztonsági szintek alapján és a nukleáris biztonsággal és hulladékkezeléssel foglalkozó magas szintű munkacsoporttal szoros együttműködésben történő – kidolgozására a tagállamok a biztonsági szint folyamatos emelésének céljával összhangban kellőképpen motiváltak;
- ◆ általános célkitűzés egy **olyan keretrendszer meghatározása, amelynek révén a nukleáris biztonság a Közösségben megteremthető, fenntartható és szintje folyamatosan emelhető**, másfelől a szabályozó testületek szerepének bővítése;
- ◆ a javaslatot olyan nukleáris létesítmények tervezésére, helyének kiválasztására, megépítésére, karbantartására, működtetésére és leszerelésére kell alkalmazni, amelyek tekintetében az érintett tagállam jogszabályi és szabályozási keretei szerint biztonsági megfontolásokra van szükség;



- ◆ az egyes tagállamok arra vonatkozó jogát, hogy az atomenergia felhasználása mellett vagy ellen döntsenek, elismerik és teljes mértékben tiszteletben tartják.

E közösségi nukleáris biztonsági keretrendszerben számos operatív célt tűznek ki, melyek a következők:

- ◆ a nemzeti szabályozó hatóságok szerepének növelése,
- ◆ az engedély jogosultjának elsődleges felelősségvállalása a biztonság tekintetében a szabályozó testület ellenőrzése alatt,
- ◆ a szabályozó testület függetlenségének megerősítése,
- ◆ nagyfokú átláthatóság biztosítása a nukleáris létesítmények biztonságához kapcsolódó kérdésekben,
- ◆ az irányítási rendszerek működtetése,
- ◆ rendszeres biztonsági felügyelet,
- ◆ a nukleáris biztonsággal kapcsolatos szakértelem rendelkezésre állása,
- ◆ a biztonság ügyének kiemelt kérdésként való kezelése.

Fentiekből eredően a hazai jogalkotás az alábbi elvek mentén fejlődik és figyelembe veszi mind a WENRA munkásságát, mind a NAÜ vonatkozó ajánlásait. A WENRA szervezet tagsága 17 európai ország nukleáris szabályozó hatóságának igazgatóiból és vezető tisztviselőiből tevődik össze. A biztonsági megközelítések harmonizálása érdekében két munkacsoportot alakítottak ki azzal a feladattal, hogy elemezzék a kialakult helyzetet és a különböző biztonsági megközelítéseket, összehasonlítsák az egyedi nemzeti szabályozói megközelítéseket a NAÜ biztonsági előírásaival, beazonosítsák a különbségeket, és javaslatot tegyenek az előrelépés módjára, hogy a különbségeket lehetőség szerint a biztonság elért végső szintjének csorbitása nélkül lehessen felszámolni.

A NAÜ 1957 óta fogja össze a nukleáris energia békés célú felhasználása terén legfejlettebb országokat. Tevékenysége alapvetően három nagy, egymással összefüggő és belső egyensúlyban lévő területet ölel fel:

- ◆ a nukleáris energia és más nukleáris technológiák békés célú felhasználásának segítése és támogatása,
- ◆ a nukleáris biztonság erősítése,
- ◆ valamint a nukleáris tevékenység békés jellegének ellenőrzése az ún. biztosítéki rendszer keretében (safeguards).

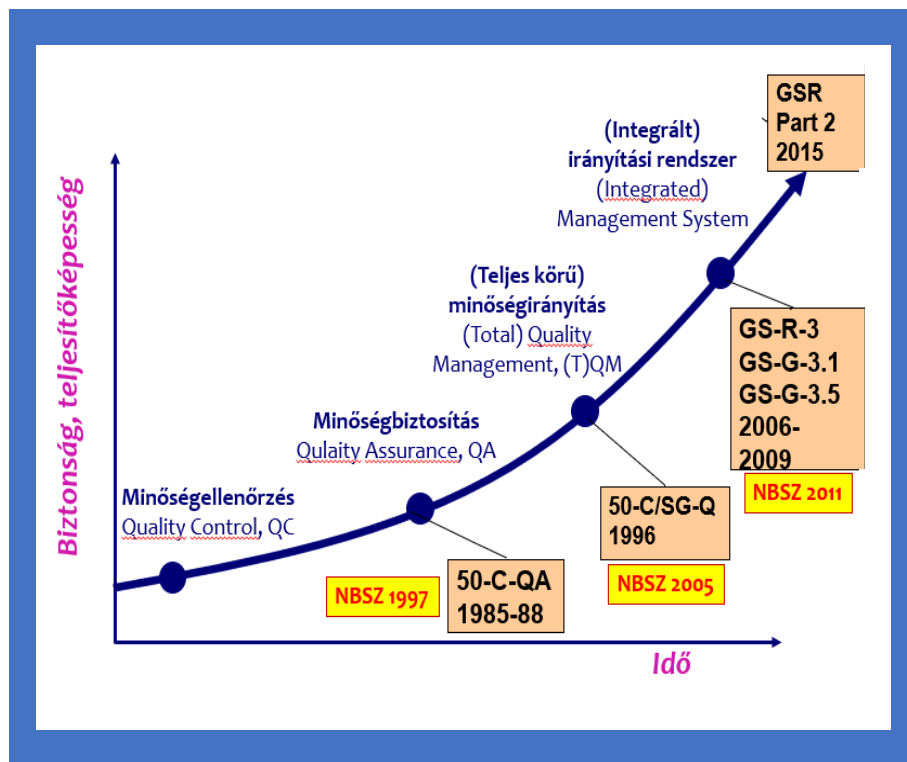
A három terület közötti egyensúly megőrzése különösen a fejlődő országok számára bír folyamatosan nagy jelentőséggel, melynek során elsősorban **műszaki-technikai együttműködési és segélynyújtási programjával**, valamint **jogi, műszaki, technikai és biztonsági ajánlások kidolgozásával** segíti a nukleáris energia békés célú felhasználásának elterjesztését [4].

A nukleáris ipar minőségfejlődésének, ezzel együtt jogszabályi követelményeinek szakaszai – a fenti iparági közreműködők ajánlásain keresztül – szintén lekövezték minőségfejlődésének szakaszait és az egyes szakaszok jól elkülönülve itt is tetten érhetők. Az egyes szakaszokat az alábbi ábrán keresztül lehet a legszemléletesebben áttekinteni:



- ◆ minőségellenőrzés
- ◆ minőségbiztosítás
- ◆ minőségirányítás (TQM, illetve integrált rendszerek)

12. ábra. A nukleáris ipar minőségfejlődésének szakaszai



A 12. ábra alapján a hatályos jogi szabályozás a WENRA-alapelvekre épít, melyben megjelenik a NAÜ–GSR Part 2: Vezetés és menedzsment a biztonságért (NAÜ biztonsági szabvány) integrációja. A GSR Part 2 kiadvány olyan követelményeket állapít meg, amelyek támogatják az alapvető biztonsági alapelvek 3. elvét a biztonsággal kapcsolatos vezetés és irányítás, valamint az integrált irányítási rendszer kialakításával, fenntartásával és folyamatos fejlesztésével kapcsolatban. Hangsúlyozza, hogy a biztonságért való vezetés, a biztonság irányítása, a hatékony irányítási rendszer és a szisztematikus megközelítés (azaz olyan megközelítés, amelyben megfelelően figyelembe veszik a technikai, emberi és szervezeti tényezők közötti kölcsönhatásokat) elengedhetetlenek a megfelelő biztonsági intézkedések meghatározásához és alkalmazásához, az erős biztonsági kultúra ápolásához. A vezetés és a hatékony irányítási rendszer integrálja a biztonságot, az egészséget, a környezetet, a biztonságot, a minőséget, az emberi és szervezeti tényezőket, a társadalmi és gazdasági elemeket. Az irányítási rendszer biztosítja az erős biztonsági kultúra ápolását, a teljesítmény rendszeres értékelését és a tapasztalatok tanulságainak alkalmazását.

3.2.4. A hazai szabályozás minőségügyi aspektusai

Az előző alfejezetben ismertetett EU direktívák mentén kidolgozott hazai jogszabályi rendszer felépítésében több szinten jelennek meg a minőségüggyel foglalkozó konkrét követelmények.



Az 1996. évi CXVI. törvényt az atomenergiáról 1996. XII. 18-án hirdették ki. Az eredeti azonosítót megtartva, tartalmában jelentősen, igen sok alkalommal módosították. A törvény a minőséggel kapcsolatos követelményeket alsóbb szintre delegálja. Az atomtörvényhez több kormányrendelet kapcsolódik, melyek a végrehajtási feladatokat írják le. Ezek közül a **118/2011. (VII.11.) Korm. rendelet** „a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről” és annak 1–10. számú mellékletei a „Nukleáris Biztonsági Szabályzatok” (NBSZ), melyek jelen esetben relevánsak.

Az NBSZ kötetek közül az új blokk létesítésére vonatkozóan a következők tartalmazzák a minőség-irányításra vonatkozó követelményeket:

- ◆ NBSZ 2. kötet – Nukleáris létesítmények irányítási rendszerei,
- ◆ NBSZ 9. kötet – Új nukleáris létesítmény tervezési és létesítési időszakára vonatkozó követelmények

NBSZ 2. kötet – Nukleáris létesítmények irányítási rendszerei

Az NBSZ 2. kötet a nukleáris létesítmény irányítási rendszerének előírásait tartalmazza. Célja a nukleáris létesítményben olyan, az **irányítási rendszer tervezésére, létrehozására, működtetésére, értékelésére és folyamatos fejlesztésére vonatkozó követelmények meghatározása**, amely biztonsági, egészségügyi, környezetvédelmi, fizikai védelmi, minőségügyi, társadalmi és gazdasági elemeket **integrál** annak érdekében, hogy a **biztonságot** az Engedélyes (a továbbiakban: Paks II. Zrt.) minden tevékenysége során megfelelő módon vegyék figyelembe.

Az irányítási rendszer így **nem különálló irányítási rendszerekben, hanem a biztonságot, mint egységes egészet kezelve biztosítja**, hogy a nukleáris biztonság ne sérüljön.

Az NBSZ 2. kötet tartalmával részletesen „a hatósági szabályozás rendszere” részben foglalkozunk, jelen fejezetben csak a minőségüggyel kapcsolatos aspektusokat mutatja be. A 2. kötet felépítésében és megközelítésében fellelhetők az ISO 9000 szabványsorozat struktúrái, de a már említett módon a biztonság integrációja az elsődleges cél.

NBSZ 2.	Nukleáris létesítmények irányítási rendszerei
2.1.	BEVEZETÉS
2.1.1.	A szabályzat célja
2.2.	IRÁNYÍTÁSI RENDSZER
2.2.1.	Általános követelmények
2.2.2.	Biztonsági kultúra
2.2.3.	Az irányítási rendszerkövetelmények alkalmazásának differenciálása
2.2.4.	Az irányítási rendszer dokumentálása
2.3.	A VEZETŐSÉG FELELŐSSÉGE
2.3.1.	A vezetőség elkötelezettsége
2.3.2.	Együttműködés az érdekelt felekkel



NBSZ 2.	Nukleáris létesítmények irányítási rendszerei
2.3.3.	Szervezeti politikák
2.3.4.	Tervezés
2.3.5.	Az irányítási rendszerhez kapcsolódó felelősség és hatáskör
2.4.	ERŐFORRÁSOK KEZELÉSE
2.4.1.	Az erőforrások biztosítása
2.4.2.	Emberi erőforrások
2.4.3.	Infrastruktúra és munkakörnyezet
2.5.	A FOLYAMATOK GYAKORLATI MEGVALÓSÍTÁSA
2.5.1.	Folyamatok kidolgozása és szabályozása
2.5.2.	Folyamatok irányítása
2.5.3.	Általános irányítási rendszerfolyamatok
2.6.	MÉRÉS, ÉRTÉKEKÉLÉS ÉS FEJLESZTÉS
2.6.1.	Monitorozás és mérés
2.6.2.	Önértékelés
2.6.3.	Független értékelés
2.6.4.	Az irányítási rendszer felülvizsgálata
2.6.5.	Nemmegfelelőségek, javító és megelőző intézkedések
2.6.6.	Fejlesztés

NBSZ 9. kötet – Új nukleáris létesítmény tervezési és létesítési időszakára vonatkozó követelmények

Az NBSZ 9. kötete több másik kötethez kapcsolódik, azokat mintegy kiegészíti az új blokkokra vonatkozó követelményekkel. Részletes ismertetése e képzés keretében „a hatósági szabályozás rendszere” részben történik, jelen alfejezetben a kötet tartalmát csak átfogóan mutatjuk be.

Az irányítási rendszer követelményei alapvetően **az NBSZ 2. kötethez kapcsolódnak és a létesítési folyamat speciális előírásait tartalmazzák**, így előírásokat fogalmaz meg:

- ◆ A létesítési folyamatra, beleértve a munka- és határidő-tervezést, a beszerzést és a beszállítók ellenőrzését is;
- ◆ A tervezés minőségbiztosításának részét képezik a tervek honosításának előírásai;
- ◆ Pontosítja a szabványok használatának szabályait;
- ◆ Több pontja mutat rá a tervezési specifikációra, mint alapidokumentumra, mely a rendszerek és berendezésekre vonatkozó információk összességét kell, hogy tartalmazzá;



- ◆ Önálló gyártási követelmények fejezete kapcsolódik az NBSZ 1. kötetben előírt gyártási engedélyezési eljáráshoz. Itt jelennek meg a gyártást végző beszállítóval kapcsolatos gyártást megelőző feltételek (tanúsítások, oktatások, vizsgáztatások, tervezési, műszaki specifikációk és rajzok stb.);
- ◆ A gyártási előírások mellett a megfelelést igazoló vizsgálatok is megjelennek;
- ◆ A nukleáris ipar egyik lényeges előírása az, hogy a roncsolásmentes vizsgálatok hatékony elvégzéséhez el kell végezni a rendszerek és rendszerelemek üzembe helyezés előtti állapotának rögzítését, és biztosítani kell az időszakos vizsgálati eredmények ezekkel történő összevethetőségét.
- ◆ A gépészet mellett tartalmazza az építési-szerelési követelményeket, többek között a dokumentációs, az építési-szerelési feltételeket és az építés-szerelés közbeni ellenőrzés előírásait is.
- ◆ Előírásokat tartalmaz a kezelési, raktározási és állagmegóvási követelmények betartására.

NBSZ 9.	Új nukleáris létesítmény tervezési és létesítési időszakára vonatkozó követelmények
9.1.	BEVEZETÉS
9.1.1.	A szabályzat hatálya
9.2.	AZ IRÁNYÍTÁSI RENDSZER KÖVETELMÉNYEI
9.2.1.	Az engedélyes szervezetével szemben támasztott követelmények
9.2.2.	A beszállítók alkalmazásával és felügyeletével szemben támasztott követelmények
9.3.	A TERVEZÉS MINŐSÉGIRÁNYÍTÁSI RENDSZERÉNEK KÖVETELMÉNYEI
9.3.1.	Általános követelmények
9.3.2.	A tervek honosításának követelményei
9.3.3.	A tervezési fázisok meghatározása
9.3.4.	A tervezés és a létesítés összhangja
9.3.5.	A tervek teljességének ellenőrizhetősége
9.3.6.	Konfigurációkezelési követelmények
9.3.7.	A szabványok használatának szabályai
9.3.8.	A minőségügyi tervekkel szembeni követelmények
9.4.	GYÁRTÁSI KÖVETELMÉNYEK
9.4.1.	A gyártást végző beszállítóval szemben támasztott követelmények
9.4.2.	Gyártási dokumentáció
9.4.3.	Gyártási eljárások
9.4.4.	Gyártásközi ellenőrzés
9.4.5.	Eltérések jelentése és kivizsgálása
9.4.6.	Átadási dokumentáció



NBSZ 9.	Új nukleáris létesítmény tervezési és létesítési időszakára vonatkozó követelmények
9.4.7.	Átvételi ellenőrzés
9.5.	ÉPÍTÉSI-SZERELÉSI KÖVETELMÉNYEK
9.5.1.	A építést-szerelést végző szervezetekkel szembeni követelmények
9.5.2.	Építés-szerelési dokumentáció
9.5.3.	Építés-szerelési feltételek
9.5.4.	Építés-szerelés közbeni ellenőrzés
9.5.5.	Eltérések jelentése és kivizsgálása
9.5.6.	Átadási dokumentáció
9.5.7.	Építmények és épületszerkezetek létesítésének speciális követelményei
9.5.8.	Technológiai rendszerek és rendszerelemek szerelésének speciális követelményei
9.5.9.	Villamos és irányítástechnikai (V-I) szerelési munkák
9.6.	ÜZEMBE HELYEZÉSI KÖVETELMÉNYEK
9.6.1.	Általános követelmények
9.6.2.	Szervezet és működés
9.7.	BESZERZÉSI KÖVETELMÉNYEK
9.8.	KEZELÉSI, RAKTÁROZÁSI ÉS ÁLLAGMEGÓVÁSI KÖVETELMÉNYEK

A minőségirányítás szempontjából az új blokkok létesítésére vonatkozóan számos útmutató relevanciája azonosítható, melyekben egyaránt megtalálhatóak az irányításra, a minőségbiztosításra, illetve a minőségellenőrzésre vonatkozó elvárások:

- ◆ **N1. 7. sz. útmutató** (4. verzió): Új atomerőművi gépészeti rendszerelemek gyártásának és beszerzésének engedélyezési dokumentációja
Az előkészítés során minden tevékenységhez a gyártómű irányítási rendszere, valamint a tervezési specifikáció által előírt valamennyi minőségbiztosítási és minőségellenőrzési tevékenységet, a gyártmány biztonsági osztályával összhangban meg kell tervezni, végre kell hajtani és a hatósági felügyeleti szakasz számára szükséges terjedelemben dokumentálni kell. A gyártás csak gyártási engedély birtokában kezdhető meg.
- ◆ **N1. 8. sz. útmutató** (2. verzió): Új atomerőművi rendszerek szerelésének engedélyezési dokumentációja
A szerelési engedélykérelemben be kell mutatni a felszerelendő, illetve beépítendő rendszerelemre vonatkozó, beépítést megelőző dekonzerválási minőségellenőrzési, üzemeltetési, karbantartási, esetleges korlátozásokat tartalmazó stb. előírásokat. Hosszabb tárolás után mindig szükséges meggyőződni a rendszerelem eredeti minőségének megőrzéséről. Fel kell sorolni az eltelt tárolási idő függvényében szükségessé váló ellenőrzések körét. Minőségbiztosítási (minőségügyi) Tervet kell készíteni, melynek tartalmaznia kell a szerelésre vonatkozó minőségellenőrzési programot, melyben a megfelelőségi kritériumokat egyértelműen meg kell határozni.



- ◆ **N1.11. sz. útmutató** (1. verzió): Az új atomerőművi blokkok építményeinek építési engedélyezési tervdokumentációjának tartalmi és formai követelményei
Minőségügyi Tervet kell készíteni, amely az építési tevékenységre vonatkozó minőségbiztosítási terv és a minőségellenőrzési terv elkészítését jelenti.
Minőségbiztosítási terv: Az építési engedélyezési dokumentáció minőségbiztosítási tervének tartalmaznia kell a tervezett létesítmény megépítésére vonatkozó minőségbiztosítási folyamatokat, a kivitelezés minőségbiztosítási rendszerét. Minden építési szerkezetre vonatkoztatva a tervezőnek meg kell határozni az adott szerkezettel szemben támasztott követelményeket, az építés közbeni ellenőrzés gyakoriságát és módszerét (szabvány szerint, vagy gyártói, technológiai előírás szerinti vizsgálat), az értékelési szempontokat, a megfelelőségi kritériumokat (a 275/2013. Korm.rendelet szerint). Minőségellenőrzési terv: A követelmények meghatározása után a tervezőnek táblázatos formában előállított minőségellenőrzési tervet kell készítenie az építési engedély tárgyát képező épület/építmény/építményszerkezet megépítésének teljes folyamatát, tevékenységeit átölelően. Az eltakarásra kerülő szerkezetek, valamint a kritikus megállítási pontok kötelező ellenőrzési feladatait egyértelműen kell meghatározni. Az ellenőrzési tervben meg kell határozni a követelmények teljesülésének ellenőrzését végző szervezeteket (kivitelező, fővállalkozó, megrendelő, független ellenőr, szuperkontroll, hatóság stb.) és az ellenőrzések dokumentálásának módját (jegyzőkönyv, építési napló, fotó dokumentáció, stb.).
- ◆ **N1.12. sz. útmutató** (1. verzió): Munkatér-határolás, talajszilárdítás és talajkiemelés engedélyezési dokumentációjának tartalmi és formai követelményei
Minőségügyi Tervet kell készíteni mely tartalmazza az építés-szerelési tevékenységre vonatkozó minőségbiztosítási tervet és minőségellenőrzési tervet.
Minőségbiztosítási terv: Az építési engedély iránti kérelem minőségbiztosítási tervének tartalmaznia kell az építési engedély-köteles területelőkészítési tevékenységre vonatkozó minőségbiztosítási folyamatokat, az építés-szerelés minőségbiztosítási rendszerét. Minden építési szerkezetre vonatkoztatva a tervezőnek meg kell határozni az adott szerkezettel szemben támasztott minőségbiztosítási követelményeket, az építés-szerelési tevékenység közbeni ellenőrzés gyakoriságát és módszerét (szabvány szerint, vagy gyártói, technológiai előírás szerinti vizsgálat), az értékelési szempontokat, valamint a megfelelőségi kritériumokat (a 275/2013. (VII. 16.) Korm. rendelet szerint). Minőségellenőrzési terv: A követelmények meghatározása után a tervezőnek táblázatos formában előállított minőségellenőrzési tervet kell készítenie az építési engedély tárgyát képező területelőkészítési tevékenység teljes folyamatára. Az eltakarásra kerülő szerkezetek, valamint a kritikus megállítási pontok kötelező ellenőrzési feladatait egyértelműen kell meghatározni. A minőségellenőrzési tervben meg kell határozni a követelmények teljesülésének ellenőrzését végző szerepköröket (pl. kivitelező, fővállalkozó, megrendelő, független ellenőr, szuperkontroll, hatóság) és az ellenőrzések dokumentálásának módját (pl. jegyzőkönyv, építési napló, fotódokumentáció). A minőségellenőrzési tervben kell meghatározni a tervezett vizsgálatok számát, amely alapján – statisztikai módszerek felhasználásával – megbízhatóan következtetni lehet az ellenőrzött szerkezet minőségére.
- ◆ **AKFN2.19. sz. útmutató** (1. verzió): Hamisított és csalárd termékek kezelése
Az útmutató célja, hogy – ajánlásokat adva a hamisított és csalárd termékek kezelésével 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.
- ◆ **N9.2. sz. útmutató** (2. verzió): Új atomerőmű tervezésének minőségirányítási rendszere
Az útmutató ajánlásokat tartalmaz a Nukleáris Biztonsági Szabályzatok 2., 3a. és 9. mellékleteiben rögzített előírások teljesítésére. Célja, hogy:



- a) ajánlásokat adva az új atomerőműtervezési tevékenység minőségirányításával kapcsolatosan az atomerőmű teljes életciklusára egyértelművé tegye a hatósági elvárásokat, és ezzel elősegítse az érvényes jogszabályi előírásokban meghatározott nukleáris biztonsági kritériumok teljesülését;
- b) segítséget nyújtson egy olyan minőségirányítási rendszer létrehozásában, ami alkalmas a tervezési folyamat teljes irányítására, valamint a tervezési folyamat eredményének verifikálására és validálására;
- c) útmutatást adjon az új atomerőmű tervezése és megvalósítása során a tervezésben közreműködő szervezetek, szerepkörök, a szerepkörökhöz rendelt felelősségek, jogosultságok, kötelezettségek meghatározására, azok gyakorlati érvényre juttatására.

A tervezés minőségirányítási rendszerének követelményei egyes esetekben nem választhatók el az új blokkok tervezésére vonatkozó NBSZ 3a. kötet, illetve a minőségirányítási rendszerekre vonatkozó NBSZ 2. kötet követelményeitől. Ezért az útmutató a szükséges mértékig az érintett NBSZ kötetek követelményeihez is ajánlásokat fogalmaz meg.

◆ **N9.3. sz. útmutató** (2. verzió): Szabványok használatának szabályai új atomerőmű-létesítése során

Az útmutató ajánlásokat tartalmaz az NBSZ 3/A. kötetben és az NBSZ 9. kötet 9.3. (A tervezés minőségirányítási rendszerének követelményei) 9.4. (Gyártási követelmények) 9.5. (Építési-szerelési követelmények) és 9.6. (Üzembehelyezési követelmények) fejezetében rögzített, szabványok használatával kapcsolatos előírások teljesítésére. Célja, hogy – ajánlásokat adva a szabványok használatával 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.

◆ **N9.5. sz. útmutató** (3. verzió): Új atomerőmű nyomástartó edényeinek és csővezetékeinek anyagvizsgálata

Az útmutató ajánlásokat tartalmaz a Nukleáris Biztonsági Szabályzatok 3a és 9. kötetében rögzített előírások teljesítésére. Célja, hogy az NBSZ 3a kötetéhez (Új atomerőművi blokkok tervezési követelményei) és az NBSZ 9. kötetéhez (Új nukleáris létesítmény tervezési és létesítési időszakára vonatkozó követelmények) ajánlásokat adva az atomerőművi berendezések üzembe helyezés előtti vizsgálatára vonatkozó eljárásokkal, módszerekkel és értékelési kritériumokkal 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.

3.3. ÚJ ATOMERŐMŰ-LÉTESÍTÉS

Magyarország Kormánya nemzetközi egyezményt kötött az **Oroszországi Föderáció Kormányával** a nukleáris energia békés célú felhasználása terén folytatandó együttműködésről, amely az azt kihirdető 2014. évi II. törvénnyel lépett hatályba (**Egyezmény**). Az Egyezmény 1. cikkének 1. pontja szerint a részes Felek együttműködnek a Magyarország területén levő **Paksi Atomerőmű teljesítményének fenntartásában** és fejlesztésében, beleértve többek között két új, **5–6. blokk tervezését, megépítését, üzembe helyezését** és üzemben kívül helyezését. Az Egyezmény 8. cikke szerint annak végrehajtása érdekében megkötésre kerülő Megvalósítási Megállapodások keretében kerülnek az Egyezményből eredő feladatok részletesen megállapításra (az előző tevékenységek, valamint a Megvalósítási Megállapodások végrehajtása a továbbiakban együttesen **Beruházás**).

Magyarország Kormánya a 1429/2014. (VII.31.) számú határozatában a Magyar Kijelölt Szervezetként az energiapolitikáért felelős miniszter a **Paks II. Atomerőmű Zrt.-t** jelölte ki.

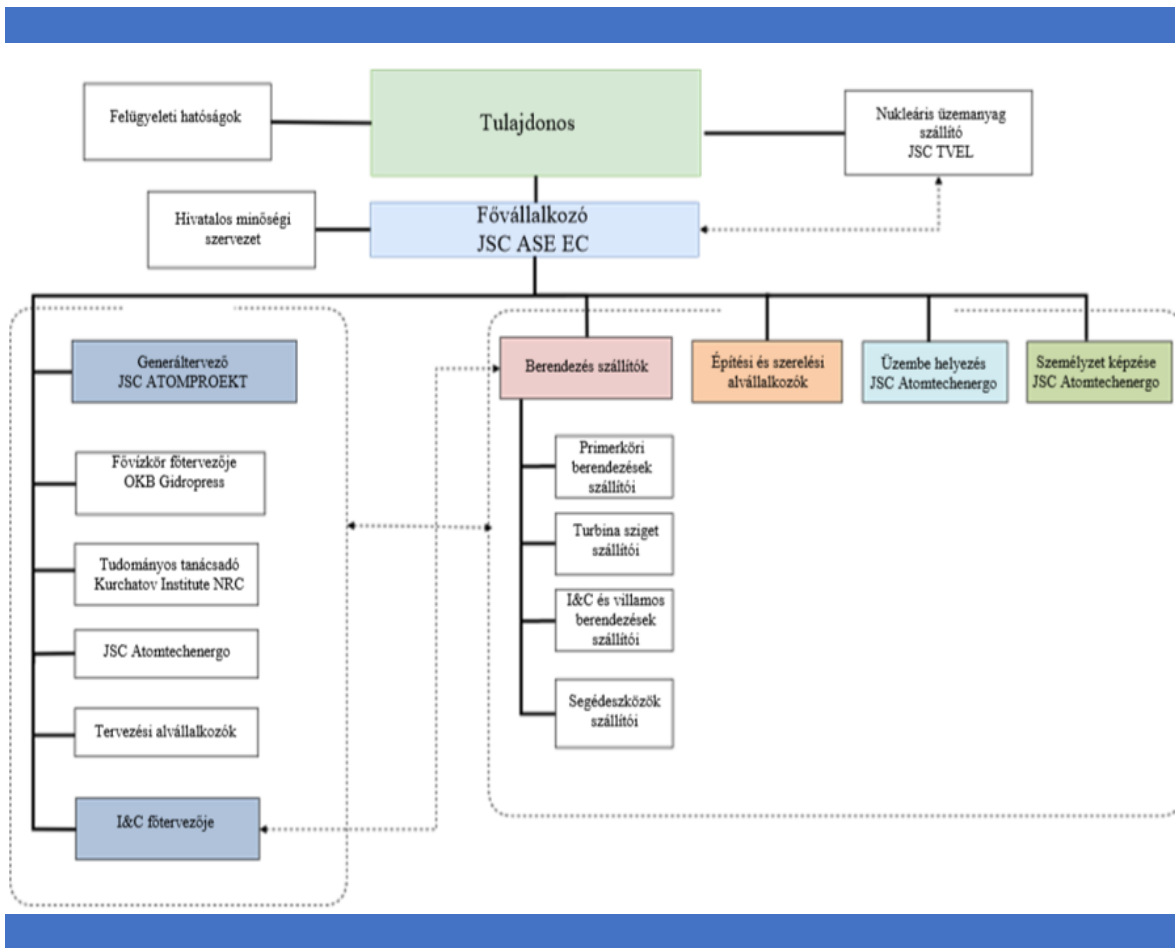


A Beruházás az 1196/2012. (VI. 18.) számú Korm. határozat alapján a nemzetgazdaság szempontjából kiemelt fontosságú és az energiaellátás biztonsága szempontjából alapvetően szükséges.

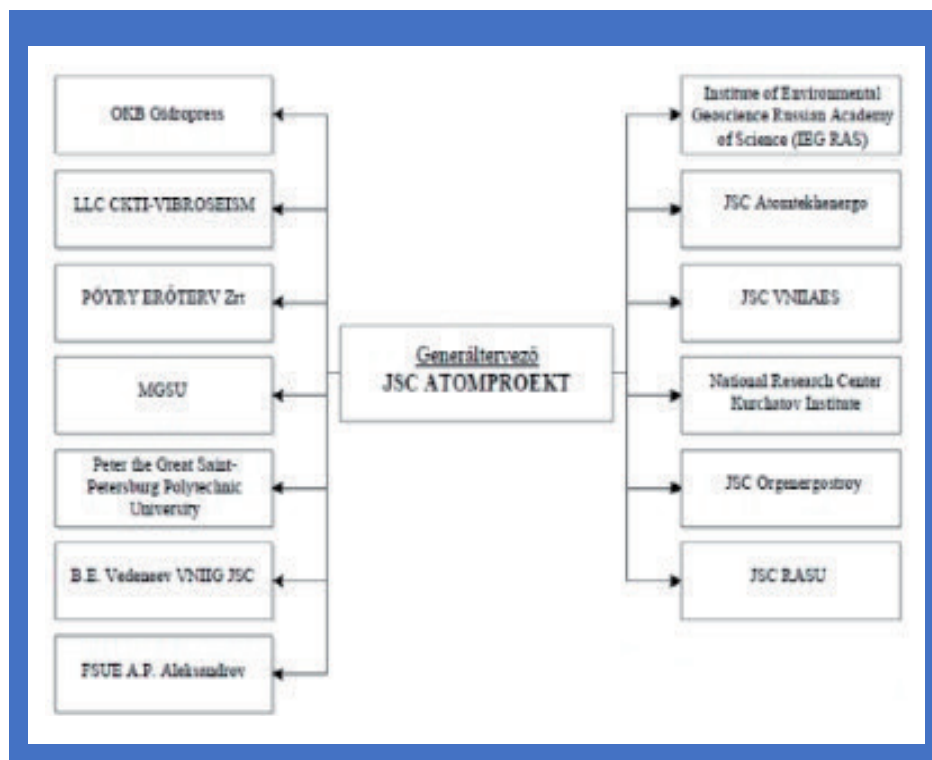
3.3.1. A létesítés közreműködői

A Paks II. Atomerőmű Zrt. a Beruházás megvalósítására szerződést kötött a JSC ASE EC-val (**Fővállalkozó**) a szükséges **tervezési, beszerzési és kivitelezési** munkálatokra vonatkozóan, melynek értelmében a Fővállalkozó teljes felelősséggel tartozik a Paks II. Atomerőmű 5. és 6. blokkjának megépítéséért. A Fővállalkozó a feladatok végrehajtásába társult alvállalkozókat von be, akik kapcsolatát a 13. és a 14. ábrák ismertetik.

13. ábra. Az új blokkok létesítése kapcsán a Paks II. és a Fővállalkozó közötti munkák elvégzésének közreműködői



14. ábra. Az új blokkok létesítése kapcsán a Generáltervező közreműködői



A Fővállalkozó, illetve az általa bevont beszállítók feladatait az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat: A Fővállalkozói feladatok végrehajtásában közreműködő szervezetek feladatai

Társaság	Feladat
Fővállalkozó (JSC ASE EC)	Teljes felelősséggel tartozik a Paks II. Atomerőmű 5. és 6. blokkjának megépítéséért az EPC-SZERZŐDÉSnek megfelelően. Köteles „kulcsátadásos” alapon teljesíteni a feladatait és átadni a teljes atomerőművet.
Generáltervező (JSC ATOMPRO-EKT)	A Létesítmény integrált műszaki tervének, kiviteli tervének, valamint a nukleáris, sugárvédelmi, tűz-, műszaki és környezetbiztonsági, informatikai és egyéb biztonságát bemutató dokumentációk kidolgozása, az erőmű tervezésében részt vevő többi szereplő koordinálása.
Fővízkör Főtervező (OKB Gidropress)	A fővízkör integrált tervének fejlesztése, beleértve a biztonsági, szabályozó, diagnosztikai rendszereket és a biztonság szavatolását a fővízkör tervének terjedelmén belül.
National Research Center Kurchatov Institute	Tudományos tanácsadó és támogató a Létesítmény és a fővízkör tervezésében.
Siemens–Framatome konzorcium	A villamos és irányítástechnikai (I&C) rendszerek gyártása és szállítása Paks II. Atomerőmű számára

Társaság	Feladat
Irányítástechnikai Rendszer Vezető Tervező (JSC RASU)	Részvétel az irányítástechnikai rendszerek tervezésében.
Alstom Power Systems (GE)	A tervezési dokumentáció kidolgozása a turbina-generátor gépcsoport telepítéshez, beleértve a turbinaüzem irányítástechnikai rendszereit a tervezési és munkadokumentáció kidolgozásának szakaszához szükséges mértékben.
JSC VNIIAES	A szekunder köri vízkémia kiválasztása és indoklása, figyelembe véve az atomerőmű üzemvitel manőverező üzemmódjait, a vízkémia fenntartó rendszereket, valamint a turbina kondenzátum tisztító rendszer folyamatábrájának és teljesítményének kidolgozását.
JSC Atomtekhnenergo	Az EBJ dokumentációjának fejlesztése a Paks II Atomerőmű 5. és 6. blokkok számára. A terv- és a műszaki dokumentáció vizsgálata, valamint a telepített berendezések műszaki jellemzőinek, a berendezések gyártóinak műszaki dokumentációjában és a tervben meghatározott műszaki követelményeknek való megfelelések ellenőrzése. Üzembe helyezési munkák szervezeti és műszaki előkészítése; A létesítmény ellenőrzése, a berendezések és az elkészült telepítési munkák külső ellenőrzése. A berendezések egyedi tesztelése. Az adott típusú berendezések beállítása a folyamatrendszerekben annak érdekében, hogy biztosítani lehessen azok összehangolt munkáját a projekt megvalósulása során. A berendezések próbaindítása inert közeg felhasználásával a tervezési séma szerint, a rendelkezésre állás ellenőrzésével és a berendezések működésének beállításával a karbantartás-ellenőrzés-, beállítási-, reteszelő-, védelmi-, riasztó-, automatizálási- és kommunikációs rendszerek, berendezések átkapcsolása teljesítmény üzemre. A berendezések integrált tesztelése a folyamat beállításával és stabil tervezési folyamat üzembe helyezésével, amely biztosítja a projektben előírt termelést. Az üzembe helyezési munkák átvételi dokumentációjának elkészítése a Paksi Atomerőmű 5. és 6. blokkjának ideiglenes átvételéhez.
Institute of Environmental Geoscience Russian Academy of Science (IEG RAS)	A vízkivételi és vízkibocsátási műtárgyak a Duna folyam hidrokémiai és hőtani állapotaira vonatkozó modellszámítások a kivitelezési és üzemeltetési időszakokban.
Federal State Unitary Enterprise „Alexandrov NITI”	Az emberi tényezők figyelembevételére vonatkozó megoldások elemzése és indoklása.
B.E. Vedeneev VNIIG JSC	A műszaki geológiai felmérések és tanulmányok anyagainak elemzése, az alapozás műszaki geológiai ábrázolása.



Társaság	Feladat
Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University	A különböző épületek (pl. reaktorépület külső konténmentjének valamint a primerkör egyes épületeinek) méretezési igazolása nehéz kereskedelmi repülőgép becsapódásának esetére.
Nukleáris üzemanyag-szállító JSC TVEL	A nukleáris üzemanyag gyártója, szállítója és a szolgáltatásokkal kapcsolatos engedélyeztetési dokumentációk elkészítése.
MGSU	A baleseti robbanás elemzésének módszertani alátámasztása és egyeztetése.
LLC CKTI-VIBRO-SEISM	A szeizmikus PSA elemzéséhez az elemek jegyzékének összeállítása (épületekkel és építményekkel együtt) és ezen rendszerelemek meghibásodása valószínűségi értékeinek meghatározása szeizmikus hatások miatt.
JSC VNIINM	A fűtőelemek és gadolinium tartalmú fűtőelemek működőképességének és biztonságának megalapozása egy rugalmas 12–18-havi üzemanyag ciklusban.
JSC CDBMB (Joint Stock Company Central Design Bureau of Machine Building)	A főkeringtető szivattyú műszaki tervének kidolgozása a Paks II Atomerőmű V-527 reaktor berendezéséhez.
JSC Rosenergoatom	Az üzembe helyezés irányítása.
JSC ATOMENERGOMASH	A fővízkör szállításának biztosítása és összehangolása.
Erőművi segédrendszerek beszállítói	Az erőművi segédrendszerek szállításával kapcsolatos specifikus munkák elvégzése.
Trest RosSEM LLC	Közreműködés építési munkák megvalósításában.
PJSC Energospetsmontazh	A fűtési rendszerrel kapcsolatos munkák végzésére.
JSC NIKIMT-Atomstroy	Közreműködés építési munkák megvalósításában.
JSC CONCERN TITAN-2	Közreműködés építési munkák megvalósításában.
JSC Orgenergostroy	Talajvizsgálatok elvégzése a telephely környezeti feltételeire vonatkozó megbízható kezdeti adatok megszerzése érdekében.
Építőipari alvállalkozók	Közreműködés építési munkák megvalósításában.
Mirion Technologies	I&C rendszerek gyártása és szállítása.
JSC "SNIIP"	I&C rendszerek gyártása és szállítása.
JSC AEM-Technology	Fővízkör, gőzfejlesztő, térfogatkompenzátor, fővízkör-csővezeték, hidroakkumulátor berendezések gyártása és szállítása.
JSC Energotex	Olvadékcspada gyártása és szállítása.
ZiO-Podolsk Machine-Building Plant	Buborékoltató tartály gyártása és szállítása.
BAUER	Közreműködő szádfal építési munkálatokban.



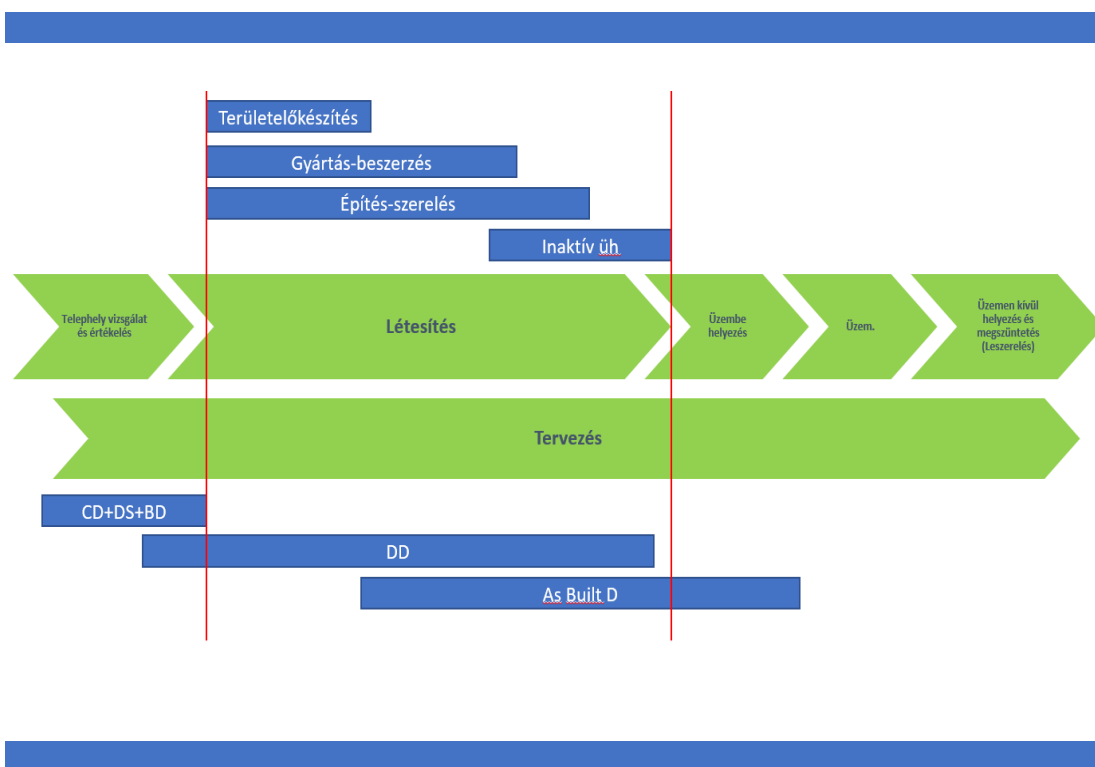
3.3.2. Nukleáris létesítmény életciklus szakaszai

Az új atomerőművi blokkok **életciklusa** az alábbi **főbb szakaszokra** bontható:

- ◆ telephely-vizsgálat és -értékelés,
- ◆ létesítés,
- ◆ üzembe helyezés,
- ◆ üzemeltetés,
- ◆ üzemén kívül helyezés (leszerelés).

A létesítési életciklus szakaszait a 15. ábra mutatja.

15. ábra. A létesítési életciklus szakaszai



A **tervezésre vonatkozó biztonsági követelmények** teljesülését a nukleáris **létesítmény teljes életciklusa folyamán értékelni kell** oly módon, hogy azok teljesülése folyamatosan igazolt legyen. Mindezek alapján minden életciklusban a tervezés, ezzel a tervezés irányítása és felügyelete (ellenőrzése) a legfontosabb feladat, lásd a 2. táblázatot.

2. táblázat. Az irányítási rendszer fejlesztésének ütemezése

Irányítási rendszer fejlesztési ütemezése				
Atomerőmű építési szakaszai * (Nem-CEB)	1. fázis Előkészítési fázis Jelenlegi fázis: A létesítési engedély kiadásáig	2a. fázis Létesítés Létesítési engedély kiadásától (LLE esetében korábban)	2b. fázis Üzembe helyezés Berendezések és rendszerek egyedi funkciópróbáitól	3. Fázis Üzemeltetés Az üzemanyag-berakás kezdetétől (a garanciális időszak végéig, a Fővállalkozó „kereskedelmi” felelőssége mellett)
Tevékenységek Paks II. Zrt. által végzett vagy a Fővállalkozó és beszállítói által végzett, de a Paks II. Zrt. által felügyelt folyamatok	műszaki terv engedélyeztetés	kiviteli tervezés engedélyeztetés gyártás építés-szerelés beszerzés	üzembe helyezés	üzembe helyezés üzemeltetés karbantartás
NBSZ követelmények	2. kötet 3a. kötet 9.2. irányítási rendszer 9.3. tervezés minőségirányítása	2. kötet 9.3. tervezés minőség irányítása 9.4. Gyártás 9.5 építés-szerelés 9.7 Beszerzés	2. kötet 9.6. üzembe helyezés minőségirányítása 9.4. Gyártás 9.5 építés-szerelés 9.7 Beszerzés	2. kötet 4. kötet
Folyamatok	Ma működő (szabályozott) folyamatok az Irányítási kézikönyvben leírtaknak megfelelően.	Phase 1 folyamatok + • szállítók képzése • építés-szerelés helyszíni felügyelete (beleértve a tisztaszerelést) • gyártásközi és átvételi ellenőrzés • létesítési tapasztalatok hasznosítása • veszélyhelyzet-kezelés • telephely fizikai védelem	Phase 2a folyamatok + • munkairányítás • üzembe helyezési próbák • ideiglenes üzemeltetésre átvett rendszerek üzemeltetése és javítása • hibaelhárító karbantartás (saját vagy külső erőforrással) • a várható üzemi események, tervezési üzemzavarok, tervezésen túli üzemzavarok és balesetek kezeléséhez szükséges intézkedések	az INPO standard nukleáris működési modellje szerint, a Paks I. projekt tapasztalatainak figyelembevételével (kb. 9 fő-folyamat, 46 folyamat) Lényeges új folyamatok a Phase 2b-hez képest: • sugárvédelem • „saját” nukleáris baleset elhárítás • nukleáris létesítmény fizikai védelme • belső és külső üzemeltetési tapasztalatok hasznosítása • akkreditált laborok működtetése (vagy szerződéses igénybe vétele) megelőző karbantartás (saját vagy külső erőforrással)

3.3.3. A tervezés irányítása

A létesítés-életciklus szakaszában a tervezési és a létesítési engedélyeztetés zajlik, melynek során **a tervezési folyamat meghatározó része a tervezés eredményeként születő tervdokumentációk megfelelésének ellenőrzése, elfogadása.**

A Paks II. Atomerőmű Zrt. felelőssége a tervezés minőségirányítási rendszerének (TMIR) kidolgozása és megfelelő működtetése még abban az esetben is, ha a tervezés egy kulcsrakész erőmű szállítási konstrukciójának részeként történik.

A **tervezés** végrehajtását a Fővállalkozó a TMIR alapján (az általa bevont szervezetek irányításán keresztül) végzi, de a tervezés minőségirányítási rendszerének megfelelő működtetéséért – így a tervek engedélyezéséért – a **Paks II. Atomerőmű Zrt. a végső felelős.**

A Paks II. Atomerőmű Zrt. az új atomerőmű-létesítése során a tervezési tevékenység koordinálására, támogatására, a tervdokumentációk értékelésébe és véleményezésébe megfelelő tervezői kompetenciákkal és erőforrásokkal rendelkező megrendelő-engedélyes mérnöki szervezetet vonhat be annak érdekében, hogy a tervezői felügyelet szerepkörét be tudja tölteni.

A tervezés különböző fázisaiban, a tervezésben részt vevő főbb szervezetek jogosítványait és felelősségét szabályozni kell, és azokat a vonatkozó **tervezési kézikönyvben** rögzíteni kell. A Paks II. Atomerőmű Zrt.-nek gondoskodnia kell a folyamat lépéseihez rendelt szükséges külső és belső erőforrások időbeni és megfelelő minőségben történő rendelkezésre állásáról.

A generáltervező az a szervezet, amelyet a Fővállalkozó bíz meg az atomerőmű, minden szakágra kiterjedő összetett tervezésére, tervezésének irányítására. A generáltervező feladatait részletesen a – Fővállalkozó által kidolgozott és a Paks II. Zrt. által elfogadott – tervezési kézikönyv tartalmazza.

Tervezési kézikönyv

A tervezési kézikönyv általános célja az új atomerőmű megvalósításához szükséges tervezési tevékenység kapcsán az engedélyes által megfogalmazott **komplex elvárások teljesülését biztosító feltételrendszer meghatározása.** Fő funkciója annak meghatározása, hogy az adott **tervezési tevékenység végrehajtására meghatározott követelmények** miként, milyen minőségbiztosítási és minőségellenőrzési rendszert használva, mely szereplőkkel, milyen ütemezésben, adott feltételekből logikailag egymásra épülve, milyen felelősség megosztás mellett valósulnak meg.

További célja, hogy rögzítse az engedélyes részére készülő rendszerszintű műszaki, kiviteli és megvalósulási tervek tartalmát, formáját, és az alkalmazandó, engedélyes által előírt általános tervezési megoldásokat, megteremtve ezzel az egységes feldolgozás és elbírálás lehetőségét az alábbi követelmények teljesülése mellett:

- ◆ a tervdokumentációnak mindenkor ki kell elégítenie a magyar jogszabályokban meghatározott követelményeket,
- ◆ a tervezési folyamatnak mindenkor biztosítania kell a nukleáris biztonság elsődlegességét,
- ◆ a tervezésnek figyelembe kell vennie az üzemeltethetőség, karbantarthatóság és leszerelés szempontjait,
- ◆ a tervek számozására és a rendszerelemek jelölésére alkalmazott módszernek biztosítania kell az egyértelmű azonosíthatóságot és összerendelhetőséget.



A tervezési kézikönyvet a készítést követően a Paks II Atomerőmű Zrt.-nek jóvá kell hagynia és tájékoztatás céljából meg kell küldeni az OAH részére.

A **Paks II. Atomerőmű Zrt.-nek biztosítania** kell, hogy a **tervezési kézikönyv szerint történjen a tervezési tevékenység**. Ennek biztosítására a tervező szervezetnél felülvizsgálatokat, ellenőrzéseket, auditokat kell végrehajtania a tervezést megelőzően és a tervezés során. Az Paks II. Atomerőmű Zrt.-nek tudatában kell lennie, hogy a hatóság számára a terv az engedélyes terméke.

A tervező az elvégzendő tervezési feladatra – az általa összeállított közreműködői struktúra bonyolultságának figyelembevételével – összeállítja a tervezés minőségbiztosítási programját. A minőségbiztosítási programnak tartalmaznia kell a tervező által alkalmazott folyamatok leírását, a tervezés sikerét befolyásoló tervezési, a tervezést ellenőrző tevékenységekhez, kockázatok kezeléséhez szükséges intézkedéseket. A tervező az általa választott tervezési eljárás függvényében verifikálja a kiindulási adatokat, illetve gondoskodik a hiányzó, vagy bizonytalan eredetű adatok pótlásáról.

A Paks II. Atomerőmű Zrt. a tervezés menetrendje alapján kidolgozza és végrehajtja a tervezés közbeni – az elkészült fázisokhoz kapcsolódó – engedélyesi/megrendelői ellenőrzési programját, mellyel biztosítja a leszállítandó tervezési dokumentumok terjedelmében a hazai jogszabályoknak és követelményeknek való megfelelést, **illetve az engedélyeztetési dokumentáció nyelvezetét (a 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet módosításnak következtében 2021.08.14-től az engedélyeztetést megalapozó dokumentációk angol nyelven is benyújthatók).**

Tervellenőrzés

A **tervellenőrzés célja** annak **dokumentált bizonyítása**, hogy az ellenőrző meggyőződött arról, hogy **a tervdokumentációk eredményei helyesek, a tervdokumentációk** külön-külön és összességükben teljes mértékben **megfelelnek a követelményeknek** (pl. jogszabályi, biztonsági, funkcionális, ipari előírásoknak és szabványoknak), valamint az engedélyes, üzemeltető elvárásainak.

A nukleáris biztonsági engedélyezési eljárások megalapozása szempontjából kiemelt jelentősége van a jogszabályi előírások, a biztonsági osztályba sorolásnak megfelelő differenciált követelmények és az elvárt funkciók teljesítése teljes körű igazoláson alapuló bemutatásának.

A tervezési eredmények ellenőrzési szintjei és azok terjedelme egymásra épülő, szisztematikus ellenőrzési rendszert alkotó folyamatként került meghatározásra és megvalósításra.

A tervellenőrzés szintjeit a 3. táblázat mutatja be.



3. táblázat. A tervellenőrzés szintjei

Szint	Részrtvevő	Ellenőrzési terjedelem
1. ellenőrzési szint	Tervdokumentáció készítése	
	Tervező-szervezet *	A tervezésre kialakított irányítási rendszer szerinti ellenőrzés, figyelembe véve a tervteljességi követelmények teljesítésének generáltervező általi ellenőrzését.
2. ellenőrzési szint	Engedélyes műszaki felülvizsgálata, tervellenőrzés	
	Engedélyes szakmai szervezetei **	Engedélyes irányítási rendszere szerinti ellenőrzés, figyelembe véve a tervteljességi követelmények teljesítése igazolásának ellenőrzését.
3. ellenőrzési szint	Független műszaki szakértői felülvizsgálat ***	
	Független műszaki szakértő	Szakértői felülvizsgálat a 247/2011. (XI. 25.) Korm. rendelet szempontjai szerint.
4. ellenőrzési szint	Engedélyes független felülvizsgálata	
	Engedélyes független felülvizsgálati szervezete ****	Beadványok nukleáris biztonsági szempontú értékelése a jogszabályi követelményeknek való megfelelés, valamint a hatósági felülvizsgálatra való alkalmasság és elégségesség ellenőrzésével.
5. ellenőrzési szint	Hatósági felülvizsgálat	
	Országos Atomenergia Hivatal, szakhatóságok	A 1996. évi CXVI. törvény, a csatlakozó rendeletek, valamint az NBSZ szerint

A különböző ellenőrzési szinteken az egyes ellenőrzéseknek formai, szakmai és teljességi szempontból, az alábbiakra kell kiterjedniük:

- ◆ formai ellenőrzés – olvasható-e a dokumentáció, azonosítható-e, ki és mikor készítette a dokumentációt, illetve végezte el annak ellenőrzését, a szükséges aláírások megléte, verziószám megfelelősége, stb.;
- ◆ szakmai ellenőrzés – a dokumentáció megfelel-e a vonatkozó követelményeknek, az alkalmazandó szabványoknak és a szakmai elvárásoknak, a hivatkozott dokumentációk érvényesek-e, stb.;
- ◆ a teljesség ellenőrzése – igazolt-e a létesítmény dokumentációinak és azok tartalmának teljessége mind önmagukban, mind kapcsolódásaik tekintetében.



Az ellenőrzések során minden ellenőrzési szinten vizsgálni és dokumentálni kell, hogy az előző szinten az ellenőrzés a megfelelő terjedelemben megtörtént-e, ezzel igazolva az ellenőrzési folyamat teljességét.

Az ellenőrzési tevékenységek során biztosítani kell, hogy az ellenőrzéseket olyan személyek végezzék, akik az adott tervezési dokumentáció készítésében, kidolgozásában nem vettek részt.

Az egyes ellenőrzési szintek szerinti tevékenységek párhuzamosan végezhetők, de egy előző szint ellenőrzésének mindig be kell fejeződnie a következő ellenőrzési szint lezárása előtt.

◆ **1. szintű ellenőrzés sajátosságai – Tervező szervezet**

A Fővállalkozó által bevont tervezőszervezet a saját irányítási rendszere szerint elvégzi a tervdokumentációk ellenőrzését, jóváhagyását, amelyek megfelelő végrehajtását aláírásokkal igazolja a dokumentációk aláíró lapjain, illetve a tervlapokon.

◆ **2. szintű ellenőrzés sajátosságai – Engedélyes szakmai szervezetei**

A Paks II. Atomerőmű Zrt. műszaki szervezeti egységeinek az átvett tervezési dokumentációkat dokumentáltan ellenőriznie kell. Az elvégzett ellenőrzés tényét az ellenőrzött dokumentumon, vagy önálló feljegyzésben kell dokumentálni. A Paks II. Atomerőmű Zrt. külső szakmaiszakértőt, vagy szervezetet is bevonhat az ellenőrzés folyamatába.

◆ **3. szintű ellenőrzés sajátosságai – Független műszaki szakértői felülvizsgálat**

A 247/2011. (XI. 25.) Korm. rendelet szerinti független műszaki szakértői felülvizsgálatra olyan összetételű szakértői kört kell felkérni, amely feljogosítása alapján teljes körűen lefedi a beadvány műszaki tartalmát. A független műszaki szakértői felülvizsgálat eredményét a Paks II. Atomerőmű Zrt.-nek értékelnie és szükség szerint kezelnie kell (vagy a megalapozó dokumentumok korrekciójával és ismételt ellenőrzésével, vagy a beadványban történő indoklással).

◆ **4. szintű ellenőrzés sajátosságai – Engedélyes független felülvizsgálata**

A 4. ellenőrzési szint által elvégzett ellenőrzés tényét a kérelemben, vagy az ahhoz mellékelt önálló feljegyzésben kell dokumentálni. Az engedélyes munkavállalóin kívüli, az ellenőrzésben részt vevő személyek nyilatkoznak arról, hogy nem vettek részt a dokumentum készítésében.

◆ **5. szintű ellenőrzés sajátosságai – Hatósági felülvizsgálat**

A Hatósági ellenőrzés (a NAÜ külső szakértők bevonásával) az Atomtörvény és az NBSZ-ek előírásainak való megfelelések értékeli, melynek eredményét a hatóság szükség szerinti hiánypótlások, illetve végzés(ek) formájában deklarálja.

A független ellenőrzések megvalósításának későbbi ellenőrizhetősége céljából a Paks II. Atomerőmű Zrt. visszakereshető módon tárolja a 2., 3. és 4. szintű ellenőrzés során született nyilatkozatokat. A Paks II. Atomerőmű Zrt. a felügyeleti auditok, és a tervezési tevékenység megfelelőségének vizsgálatára irányuló ellenőrzések során szűrőpróbaszerűen is vizsgálja a dokumentumok készítésének és ellenőrzésének folyamatát. A szűrőpróbaszerű ellenőrzések megvalósítását a Paks II. Atomerőmű Zrt. az irányítási rendszerében szabályozza.

A Paks II. Atomerőmű Zrt.-nek az irányítási rendszerében folyamatokat kell kidolgoznia azon esetek kezelésére, ha valamely nyilatkozat vagy az ellenőrzésre vonatkozó dokumentáció tekintetében kétség merül fel a feladat végrehajtására vonatkozó függetlenségi követelmények teljesítése tekintetében.



3.4. ÚJ ATOMERŐMŰ-LÉTESÍTÉS MINŐSÉGIRÁNYÍTÁSA

Az előző alfejezetekben ismertetettek alapján a nukleáris létesítmények minőségirányítására vonatkozóan a nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről szóló 118/2011. (VII. 11.) Kormányrendelet 2. és 9. mellékletei tartalmaznak követelményeket, illetve az útmutatók ajánlásokat.

A követelményekkel összhangban a Paks II. Atomerőmű Zrt. a vonatkozó követelményeknek (NBSZ és egyéb követelmények) megfelelő Integrált irányítási rendszert alakított ki, vezetett be, amelyet működtet, értékkel és folyamatosan fejleszt, amely rendszer összhangban áll célkitűzéseivel, melyek a **nukleáris biztonság**ot, mint egységes egészet veszik figyelembe, valamint támogatja e célok elérését.

A vonatkozó jogszabályok, valamint az OAH által kiadott hatósági határozatok és útmutatók figyelembevételével elkészítette az Irányítási kézikönyvét (Kézikönyv), amely az integrált irányítási rendszernek összefoglaló alapidokumentuma.

A tervezés részletes ütemtervét az új blokk létesítésének ütemtervével összhangban – a generál-tervezőnek kell összeállítania és karbantartania.

A tervezési ütemterv – csakúgy, mint az egész létesítési projekt-ütemterv – a projektirányítás szintjén központilag került kialakításra és folyamatosan aktualizálják.

3.4.1. A szervezet irányítási rendszere

A Kézikönyvben meghatározott folyamatok és felelősségek összhangban vannak a Paks II. Atomerőmű Zrt. tevékenységi körét és felelősségeit funkcionális megközelítésben megfogalmazó Szervezeti és Működési Szabályzattal, valamint a benne foglalt vállalatirányítási alapelvekkel. Bemutatja a tervezésben, létesítésben és a majdani üzemeltetésben érintett szervezeteket, azok szerepkörét, jogosultságait, kötelezettségeit és biztonságért vállalt felelősségét.

A dokumentációs rendszer az irányítási rendszer különböző területeire terjed ki (ideértve a biztonságot, az egészségvédelmet, a környezetvédelmet, a fizikai védelmet, a minőségügyet, valamint a társadalmi és gazdasági elemeket). A Kézikönyv hatálya kiterjed a Társaság összes munkavállalójára, valamint érvényesíteni kell azt az igénybe vett külső szállítókra, alvállalkozókra nézve is. A Társaság valamennyi folyamatára vonatkozik, ideértve az irányítási-, kulcs- és támogató folyamatokat is. A folyamatokat a 16. és a 17. ábra mutatja be.

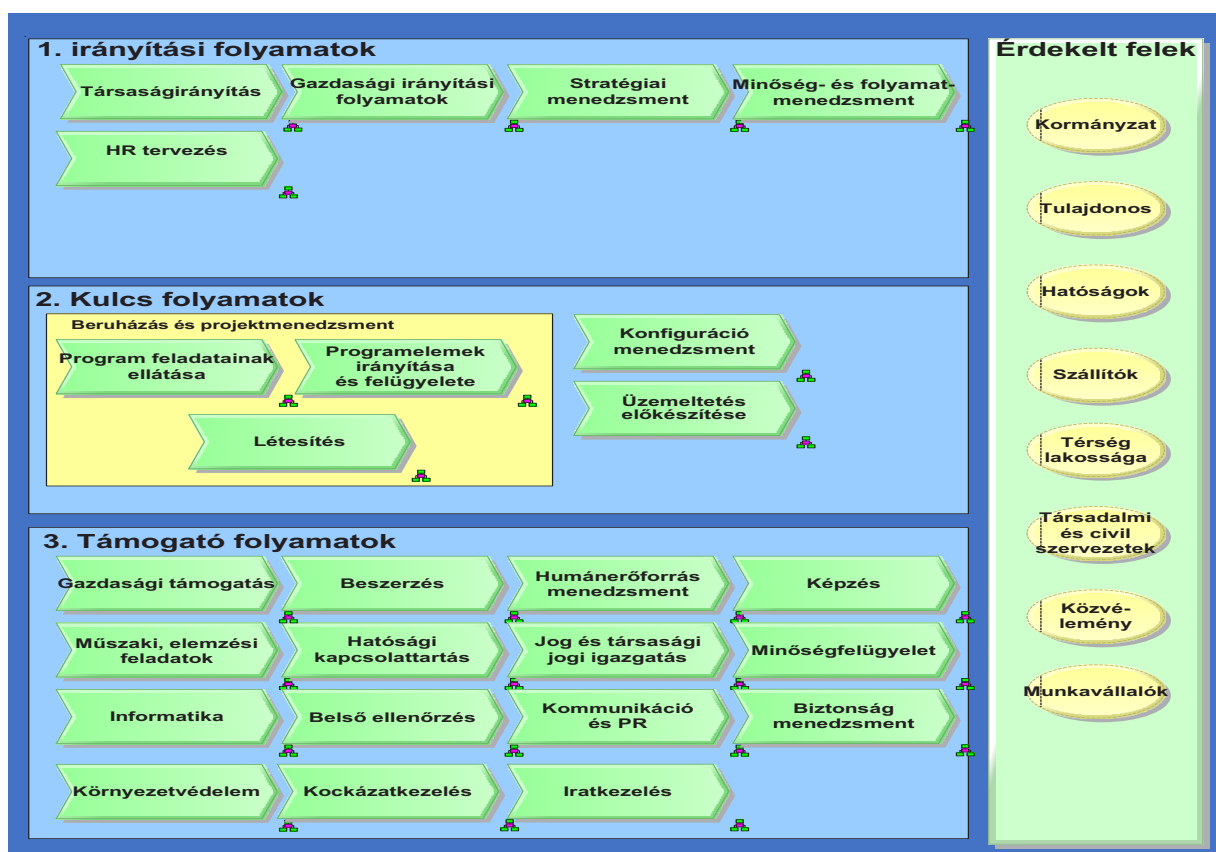
A belső szabályozási dokumentumok az alábbi hierarchiát követik:

- ◆ **Szervezeti és Működési Szabályzat (SzMSz):** A társaság szervezeti és működési jellemzőit leíró dokumentum. Célja a stratégia megvalósítását szolgáló szervezeti struktúra létrehozása, az egyes szervezeti egységek fő feladatainak meghatározása és a belső működés alapjainak lefektetése.
- ◆ **Kézikönyv:** Az irányítási rendszereit integrált módon leíró szabályozására szolgáló szöveges dokumentum.
- ◆ **Belső szabályzat:** A társasági feladatok magas szintű, átfogó, illetve – folyamatalapon nem szabályozható területe esetén – leíró jellegű szabályozására szolgáló szöveges dokumentum.

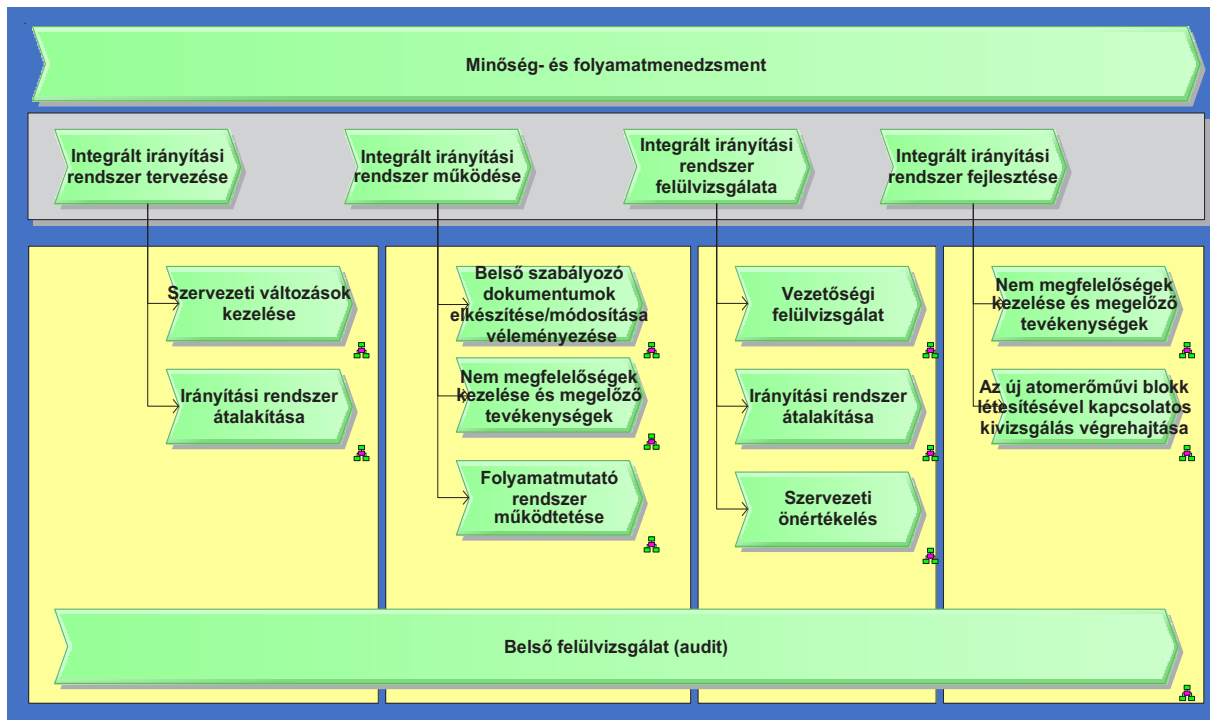


- ◆ **Folyamatutasítás:** A Paks II. Atomerőmű Zrt. belső szabályozó dokumentuma, amely meghatározott működési folyamat egymást követő tevékenységeit, lépéseit folyamatmodellben rögzíti, és a belső szervezeti egységei közötti egyértelmű felelősségi- és hatásköröket tartalmazza. A folyamatutasítások a működést részletesen leíró és szabályozó dokumentumok, részét képezi a felelősség-hatásköri mátrix (RACID) – amely a folyamatrésztvevők tételes feladatlistájának tekinthető, és amely egyértelműen meghatározza, hogy mely szereplő mely folyamatlépésben és milyen minőségben vesz részt.
- ◆ **Munkautasítás:** A munkautasítás a napi operatív munkavégzés részletes szabályozására szolgáló, lehetőség szerint folyamat alapú utasítás. Célja a vonatkozó folyamatutasításban (esetleg belső szabályozásban) meghatározott tevékenységek részletes leírása, a végrehajtandó feladatok részletes listája, az ahhoz kapcsolódó feladatok, az ahhoz kapcsolódó feladat- és felelősségi körök, az alkalmazott dokumentumok, bizonylatok teljes körű felsorolása, kitöltésük meghatározása.
- ◆ **Formanyomtatvány:** Olyan dokumentum, amely az eddig ismertetett dokumentum típusokhoz kapcsolódhat és kézi vagy gépírással kitölthető (lehetnek: bizonylatok, sablonok, feljegyzések, űrlapok).

16. ábra. A Paks II. Atomerőmű Zrt. folyamatai



17. ábra. A Paks II. Atomerőmű Zrt. minőség- és folyamatmenedzsmentje



3.4.2. Projektirányítási rendszer

A Beruházás (projekt) megvalósítása érdekében a Paks II. Atomerőmű Zrt. és a Fővállalkozó **közös Projektirányítási Rendszert (PMS)** hozott létre. A PMS fő dokumentuma a „Project Management Manual” (PMM).

A **PMM** dokumentumok **célja**, hogy **meghatározzák a szükséges szabályokat, módszereket, folyamatokat, eszközöket az EPC-szerződés szerinti projekt végrehajtása érdekében a Paks II. Atomerőmű Zrt. és a Fővállalkozó között** és tartalmazzák a projekt megvalósítása során a Fővállalkozó által alkalmazandó projektirányítási folyamatok leírását.

A PMM-dokumentumokat a Fővállalkozó készíti el és fázisonként egyezteti a Felekkel a tevékenységek előrehaladásának megfelelően, de még az érintett tevékenység megkezdése előtt.

A **PMM jellemzői** a következők:

- ◆ Különálló dokumentumokból áll, amelyek leírják a két fél közötti kapcsolódási pontokat, valamint a Fővállalkozó és az alvállalkozók közötti kapcsolódási pontokat, amikor a Fővállalkozó teljesíti a szerződéses kötelezettségeit;
- ◆ Olyan dokumentumokat (eljárásokat, rendeleteket, utasításokat stb.) tartalmaz, amelyeket a Fővállalkozó dolgozott ki kifejezetten a jelenlegi projektre, a Szerződésnek és Mellékleteinek a rendelkezései alapján;

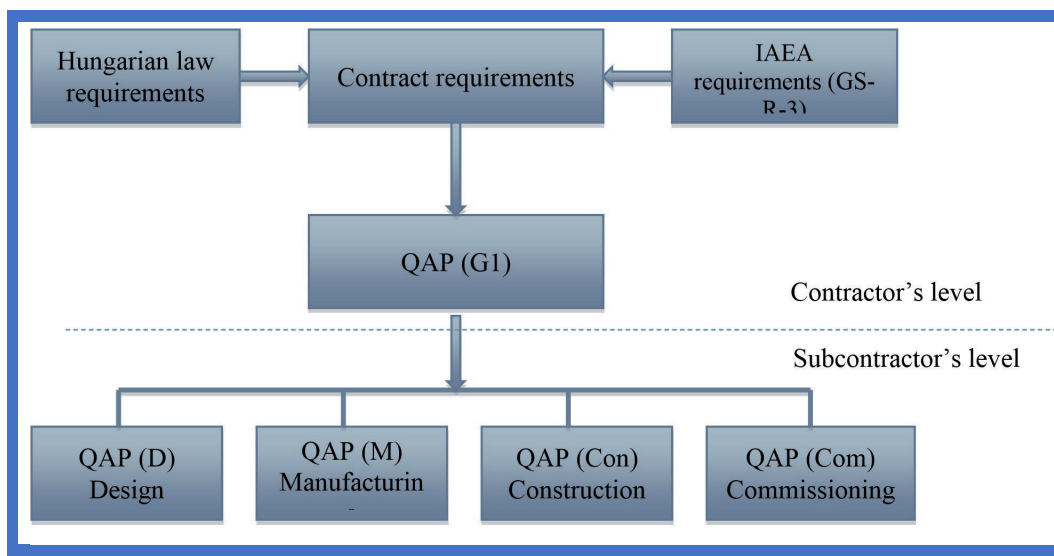


- ◆ A PMM-dokumentumok listája a projekt megvalósítása során változhat és bővíthet; mind a dokumentumok körét, mind azok tartalmát és elkészítési dátumát tekintve aktualizálásra kerül;
- ◆ A PMM-dokumentumok jóváhagyását és hatálybalépését követően a Fővállalkozónak biztosítania kell azok teljes végrehajtását munkavállalói és/vagy alvállalkozói által;
- ◆ A projektmenedzsment folyamatokat szakágak szerint osztályozzák. A folyamatok a projekt életciklusainak megfelelően kerülnek végrehajtásra, a szakaszok végrehajtása egymás után történik. Mindegyik szakaszban folyamatosan ellenőrzik a végrehajtott munkák teljesítését;
- ◆ A Fővállalkozó minden egyes folyamathoz kinevez egy felelős személyt, aki a folyamatot gondnokoló szervezeti egység munkavállalói közül kerül ki. Ezen felelős személy elkészíti a felelősségebe tartozó eljárásokat és az utasításokat, és jogosult arra, hogy azokban változásokat eszközöljön;
- ◆ A **PMM dokumentumok hierarchikus** struktúra szerinti szintekre kerültek felosztásra:
 1. szint – általános rendszerdokumentumok – a Fővállalkozó tevékenységei fő területeinek és céljainak meghatározása;
 2. szint – dokumentumok, amelyek meghatározzák a Fővállalkozó tevékenységeinek az irányítási folyamatát és módszereit, valamint egy adott üzleti folyamaton belüli kapcsolódási pontokat;
 3. szint – részletes munkadokumentumok, amelyek lépésről lépésre leírják az adott munka elvégzésének a folyamatát.

3.4.3. Minőségbiztosítási programok

A minőségbiztosítási program (Quality Assurance Program, QAP) a **Paks II. Atomerőmű Zrt. és a projekttel kapcsolatban tevékenységeket végző és szolgáltatásokat nyújtó szervezetek által végzett minőségbiztosítási tevékenység fő szabályozó dokumentuma**, célja a Társaság fő biztonsági kritériumainak és alapelveinek a megvalósítása, illetve az egyes ellenőrzések tervezése és végrehajtásának nyomon követése. A QAP-k az alábbi hierarchiában épülnek egymásra.

18. ábra. Minőségbiztosítási programok hierarchiája a Paks II. létesítése folyamán



IAEA requirements (GS-)	A NAÜ követelményei (GS-)
Hungarian law requirements	Magyar jogszabályi előírások
Contract requirements	Szerződéses előírások
QAP (G1)	QAP (G1) a Fővállalkozó minőségbiztosítási tevékenységének szabályozása
QAP (D) Design	QAP (D) Tervezés
QAP (M) Manufacturing	QAP (M) Gyártás
QAP (Con) Construction	QAP (Con) Kivitelezés
QAP (Com) Commissioning	QAP (Com) Üzembe helyezés

Az **1. szinten** a Fővállalkozó általános minőségbiztosítási programot QAP (G1) dolgozott ki, ellenőrzi annak teljesítését, irányítja az egyes QAP-k kidolgozását, és ellenőrzi azok végrehajtását a tevékenységeket végző és szolgáltatásokat nyújtó szervezetek által.

A QAP (G1) fő céljai a következők:

- ◆ a Fővállalkozó által végzett minőségbiztosítási tevékenység szabályozása, amelynek célja a biztonság fő kritériumainak és alapelveinek a megvalósítása;
- ◆ a minőségbiztosításhoz kapcsolódó szervezeti és műszaki intézkedések meghatározása;
- ◆ a létesítés különböző szakaszaira vonatkozó minőségbiztosítási követelmények meghatározása.

A **2. szinten** az 1. szintű alvállalkozók kidolgozzák az egyedi QAP-kat, ellenőrzik azok végrehajtását, és irányítják a 2. szinttel szerződött alvállalkozók egyedi QAP-inek kidolgozását, továbbá ellenőrzik azok végrehajtását a tevékenységeket végző és szolgáltatásokat nyújtó szervezetek által. Ide tartoznak a következők:

- ◆ Generáltervező – QAP (D)
- ◆ Berendezésgyártó – QAP (M);
- ◆ Fővállalkozó a kivitelezéshez – QAP (Con)
- ◆ Alvállalkozó az üzembe helyezéshez – QAP (Com).

A nukleáris biztonság szempontjából fontos tevékenységeket végző és szolgáltatásokat nyújtó minden egyes vállalkozó felelős a Paks II. Atomerőmű Zrt.-nek és a Fővállalkozónak a vonatkozó QAP kidolgozásáért, tartalmáért és megvalósításáért. A szerződés szerinti tevékenységek megkezdése előtt az alvállalkozóknak egyéni QAP-t kell kidolgoznia, amely lefedi az alvállalkozó által elvégzendő tevékenységek teljes körét. A QAP alkalmazási körét kötelezően meg kell adni az alvállalkozó QAP-jában.

3.5. BIZTONSÁGI KULTÚRA

A nukleáris biztonsági kultúra **az értékek és viselkedések** olyan összessége, amely a szervezet vezetői és munkavállalói megállapodásának eredményeként biztosítja, hogy **a biztonság elsődlegességet élvez** az összes többi versengő célhoz képest az emberek és a környezet védelmének érdekében. (WANO PL I 2013-1 Alapelvek)



A szervezetekben, valamint az egyéneknél meglévő **azon jellemző vonások és viselkedésmódok** olyan összessége, amely biztosítja a **biztonsággal kapcsolatos kérdések mindenek feletti elsőbbségét** és jelentőségüknek megfelelő kezelését (NBSZ 10. kötet).

A biztonsági kultúra fogalmának fejlődése a nukleáris iparban:

- ◆ 1986. NAÜ: a csernobili balesetről készült jelentés vezeti be a fogalmat,
- ◆ 1991. NAÜ: INSAG-4 jelentés részletes kifejti a biztonsági kultúra fogalmát,
- ◆ 2002. NAÜ: INSAG-15: a biztonsági kultúra fejlesztésének gyakorlati kérdései,
- ◆ 2006. WANO: az erős nukleáris biztonsági kultúra jellemvonásai,
- ◆ 2011. a fukushimai baleset,
- ◆ 2011. a 118/2011. (VII. 11.) Kormányrendelet a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről (NBSZ 2. kötet 2.2.2 Biztonsági kultúra),
- ◆ 2013. WANO: a nukleáris biztonsági kultúra modelljének felülvizsgálata,
- ◆ 2015. OAH: 2.18 sz. útmutató a biztonsági kultúra felméréséről,
- ◆ 2017. Paks II: a biztonsági kultúra értelmezése a létesítés fázisára a 2013-as WANO modell alapján.

A biztonsági kultúra értelmezése és fejlesztése a Paks II. Atomerőmű Zrt.-nél:

- ◆ 2017. júliusban került elfogadásra az alkalmazni kívánt biztonságikultúra-modell;
- ◆ Ez a WANO biztonsági kultúrára vonatkozó 2013. évi alapelveinek az új atomerőművi blokkok létesítési fázisára való értelmezésére épül.
- ◆ A biztonsági kultúra fogalma bekerült a biztonsági politikába.
- ◆ Az Irányítási Kézikönyv összefoglalóan ismerteti a biztonsági kultúra fogalmát és kapcsolatát az irányítási rendszerrel és annak 5. sz. melléklete részletesen kifejti a biztonsági kultúra kívánatos jellemvonásait.
- ◆ A biztonsági kultúra kívánt érvényesülése egy hosszabb fejlesztési időszak eredményeként érhető el. Ennek részleteit foglalja össze a 4. táblázat.

4. táblázat. Az Irányítási rendszer fejlesztési ütemezése a biztonsági kultúra szempontjából

Irányítási rendszer fejlesztési ütemezése				
Atomerőmű építési szakaszai	1. fázis Előkészítési fázis Jelenlegi fázis: A létesítési engedély kiadásáig	2a. fázis Létesítés Létesítési engedély kiadásától (LLE esetében korábban)	2b. fázis Üzembe helyezés Berendezések és rendszerek egyedi funkciópróbáitól	3. Fázis Üzemeltetés Az üzemanyag-berakás kezdetétől
Biztonsági kultúra	a fejlesztési program végrehajtása	létesítési fázisra értelmezett WANO-modell (munkairányítás nélkül)	teljes WANO-modell	teljes WANO-modell

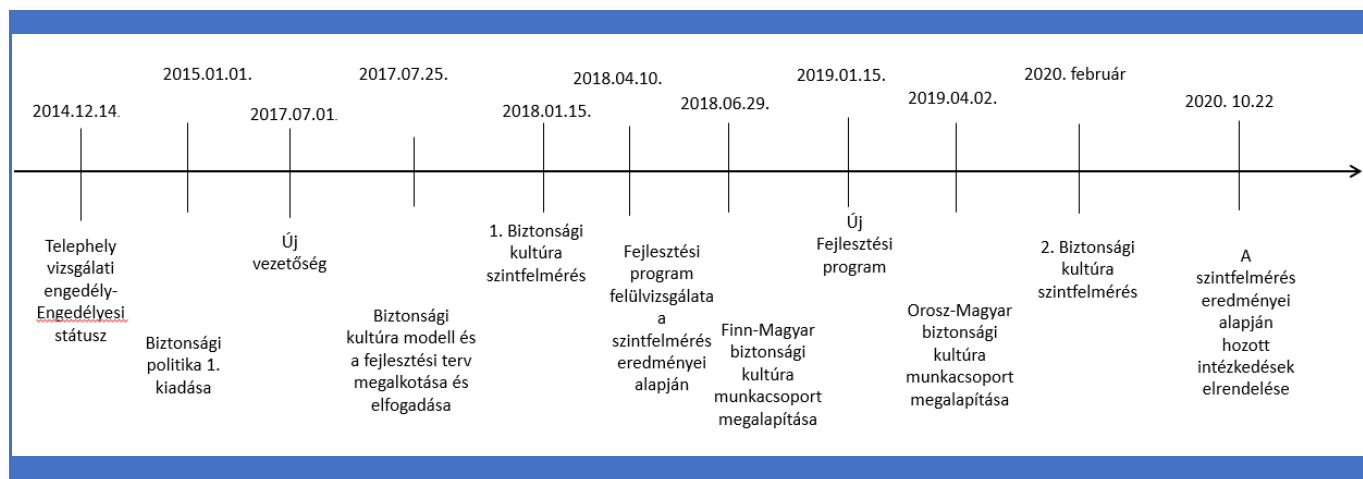


A biztonsági kultúra fejlesztési program jelenlegi lépései:

- ◆ A biztonsági kultúra megjelenítése a Paks II. Zrt. szabályozási rendszerében.
- ◆ A biztonsági kultúra szintjének felmérése, a fejlesztendő területekre intézkedések meghatározása.
- ◆ Együttműködés kialakítása a Hanhikivi (Finnország) projekttel és az MVM Paksi Atomerőmű Zrt.-vel.
- ◆ Együttműködés kialakítása a Fővállalkozóval és alvállalkozóival.
- ◆ A biztonsági kultúra „vizualizálása” (plakát, zsebkönyv).
- ◆ A biztonsági kultúrával kapcsolatos dolgozói visszajelzések módjának megteremtése.
- ◆ A biztonsági kultúrával kapcsolatos oktatások tervezése, új oktatási anyag összeállítása.

A folyamat részleteit a 19. ábra mutatja.

19. ábra. A biztonsági kultúra fejlődése a Paks II. Atomerőmű Zrt.-nél



A biztonsági kultúra tulajdonságai az Irányítási Kézikönyv alapján:

A Paks II. Atomerőmű Zrt. által 2017-ben az erős nukleáris biztonsági kultúra jellemzőiként elfogadott tényezők a WANO által kidolgozott „Az erős nukleáris biztonsági kultúra jellemzői” című dokumentumon alapulnak. A Társaság vezetősége ezeket az elveket értelmezte az új atomerőművi blokk létesítési szakaszára vonatkozólag, amelyet a Kézikönyv 5. számú melléklete „Az erős nukleáris biztonsági kultúra jellemvonásai” határoz meg.

Ez az 5. számú melléklet részletes elvárásokat fogalmaz meg az említett kategóriák mindegyikére, beleértve a mellékletben idézett következő állításokat:

- ◆ *A nukleáris biztonság kollektív felelősség:* A nukleáris biztonsági kultúra koncepciója a nukleáris szervezet minden munkavállalójára vonatkozik, az igazgatótanácstól minden egyes végrehajtóig;
- ◆ *Egyéni elkötelezettség a biztonság iránt:* Minden egyén személyes felelősséget vállal a biztonságért. A nukleáris biztonság iránti felelősségek jól körül határolhatóak és egyértelműen ismertek. A jelentéstételi kapcsolatok, a pozícióhoz kötött jogosultságok és a csoportfelelősségek hangsúlyozzák a nukleáris biztonság mindent felülmúló fontosságát;



- ◆ *Kérdező magatartás:* Az egyének kerülnek az önelégültséget és folyamatosan megkérdőjelezzik az aktuális feltételeket, feltételezéseket, rendellenességeket és tevékenységeket, annak érdekében, hogy a potenciálisan hibákhoz nemmegfelelő cselekvésekhez vezető eltérések a felszínre kerüljenek.
- ◆ *Probléma azonosítása és megoldás:* A nukleáris biztonságot potenciálisan befolyásoló problémák azonnal azonosításra, teljes mértékben értékelésre, jelentőségükkel arányosan azonnal kezelésre és korrigálásra kerülnek. A problémák széles spektrumának azonosítása és megoldása, beleértve a szervezeti gondokat is, a biztonság megerősítése és a teljesítmény javítása érdekében kerül hasznosításra.
- ◆ *Döntéshozatal:* A döntések, melyek erősítik a nukleáris biztonságot, vagy hatással vannak a nukleáris biztonságra, rendszeresek, szigorúak és alaposak. A felsőszintű vezetők támogatják és erősítik az ilyen biztonság irányába ható konzervatív döntéseket.
- ◆ *Felelősségvállalás a döntésekért:* A nukleáris biztonsági döntésekben egyszemélyi felelősség érvényesül.
- ◆ *A döntéshozatal alapjai:* A vezetés biztosítja, hogy a szakmai és szervezeti döntések háttérét megfelelő időben kommunikálja.
- ◆ *Önelégültség elkerülése:* A munkavállalók tudatában vannak és terveznek a hibák, rejtett problémák lehetőségével, és a velük együtt járó kockázattal, még akkor is, ha sikeres kimenetelre számítanak.
- ◆ *Tiszteletteljes munkakörnyezeti:* A bizalom magas foka jellemzi a szervezetet, melyet részben az időbeni és hiteles tájékoztatás erősít. Az eltérő szakmai vélemények támogatandók, megbeszélendők és rövid időn belül megoldandók.
- ◆ *Biztonságtudatos kommunikáció:* A vezetők formális és informális kommunikációs csatornákat egyaránt alkalmaznak a biztonság fontossága üzenetének továbbítására. Az egyének beépítik a biztonság tudatos kommunikációt a munkavégzésükbe.
- ◆ *Források:* A vezetés biztosítja, hogy a nukleáris biztonság támogatásához szükséges személyzet, eszközök, eljárásrendek és egyéb források kielégítő módon rendelkezésre álljanak.
- ◆ *A biztonság tudatos munkakörnyezet politikája:* A szervezet olyan politikát fogadatosít, amely támogatja a problémafelvetéssel kapcsolatos személyi jogokat és felelőségeket továbbá nem tolerálja a megtorlást, a megfélemlítést, a zaklatást vagy a diszkriminációt azzal szemben, aki él ezzel a jogával.
- ◆ *Ösztönzők, szankciók és jutalmak:* A vezetés biztosítja, hogy az ösztönzők, a szankcionálások és a jutalmazások össze legyenek hangolva a nukleáris biztonsági politikákkal és erősíti azokat a magatartásokat és eredményeket, melyek a biztonság mindent felülmúló prioritását tükrözik.
- ◆ *Vezetői magatartás:* A vezetés úgy viselkedik, hogy azzal példát mutasson a biztonság tekintetében.

Annak biztosítása érdekében, hogy a biztonsági kultúra elvárt alapelveit minden alkalmazott magáénak vallja, és az fokozatosan átítassa az üzemeltetést, a Paks II. Atomerőmű Zrt. vezetősége 2017-ben egy biztonságikultúra-fejlesztési programot fogadott el. 2019-ben a fejlesztési programot az elért eredmények és a végrehajtandó új feladatok ismeretében felülvizsgálták.



Az „Erős nukleáris biztonsági kultúra jellemvonásai” című zsebkönyv magyar, angol és orosz nyelven kinyomtatásra és minden munkatárs és a beszállítók között szétosztásra került. A biztonsági kultúra fogalmát összefoglaló plakátok kihelyezésre kerültek magyar nyelven a Paks II. Atomerőmű Zrt. irodáiban, továbbá ennek magyar, angol és orosz nyelvű példányai a beszállítók részére is átadásra kerültek.

A Paks II. Atomerőmű Zrt. 2018-ban a biztonsági kultúráról szóló e-learning tananyagot dolgozott ki, és első alkalommal megtartotta a kapcsolódó tanfolyamot a munkavállalói számára. A képzés magában foglalta a koncepció bevezetését, a fejlesztési programot, valamint esettanulmányokat biztosított a nukleáris ipar biztonsági kultúrájával kapcsolatos eseményekről, beleértve a Hanhikivi-1 építési projekttel kapcsolatos információkat. Az e-learning az átadott információ megfelelő megértéséről való megbizonyosodás céljából egy teszttel zárult.

Létrehozásra került egy rendszer a biztonsági kultúrával kapcsolatos problémák bejelentésére vagy az azzal kapcsolatos aggodalmak felvetésére. Ez magában foglalja az intranet alapú jelentéstételt és a hagyományos „postaládákat” az anonimitás fenntartásának lehetősége mellett.

A biztonsági kultúra fejlesztésére és támogatására szolgáló eszközök alkalmassága és hatékonysága rendszeres időközönként felülvizsgálatra kerül az irányítási rendszer vezetőségi felülvizsgálata, valamint a szervezeti önértékelés során, amelynél az önértékelési szempontok magukban foglalják a biztonsági kultúrát fejlesztő eszközök alkalmasságának értékelését is.

A vezetés 2018-ban és 2020-ban felkért egy független céget a biztonsági kultúra szintfelmérésének elvégzésére, amely a kitöltött kérdőívek kiértékelése és az azt követő, a Paks II. Atomerőmű Zrt. munkatársaival lefolytatott fókuszcsoportos megbeszélésekből állt. A vezetés megvitatta az értékelés eredményeit, amelyekre javító intézkedéseket tett.

A Társaság tisztában van azzal, hogy a biztonsági kultúra követelményei az új erőmű-létesítésében részt vevő Fővállalkozóra és alvállalkozóra is vonatkoznak. Ezért a biztonsági kultúra a beszállítók nukleáris minősítése és a felügyeleti ellenőrzések során is fontos szempontként kerül kiértékelésre. Már 2018-ban kezdeményezte egy, a biztonsági kultúrával foglalkozó munkacsoport létrehozását a Fővállalkozó és a legfontosabb alvállalkozói részvételével. A munkacsoport célja annak biztosítása, hogy a Paks II. Atomerőmű Zrt. biztonsági kultúrával kapcsolatos elvárásait az új erőmű-létesítésében részt vevő társaságok is megértsék és teljesítsék. A munkacsoporton belül kidolgozásra került egy képzés, amely általános információkat tartalmaz a biztonsági kultúráról, az elfogadott modellről és az atomerőmű-projektek létesítési szakaszában felmerülő biztonsági kultúrával kapcsolatos problémákról. Ebben a munkacsoportban elemzésre kerültek a magyar és az orosz nemzeti kultúra jellegzetes különbségei annak érdekében, hogy segítsék a multinacionális létesítési projektet befolyásoló különféle szempontok kölcsönös megértését.

A Paks II. Atomerőmű Zrt. együttműködést alakított ki az MVM Paksi Atomerőmű Zrt.-vel és a Fennovoima Oy-jal a biztonsági kultúra fejlesztése területén. Ez magában foglalja a biztonsági kultúra gyakorlati alkalmazásával, a szintfelmérések eredményeivel, a felmerült problémákkal és a megszerzett tapasztalatokkal kapcsolatos kölcsönös információcserét. Továbbá a Paks II. Atomerőmű Zrt. munkatársai rendszeresen részt vesznek a ROSATOM biztonsági kultúra képzésén is.

A Társaság a létesítési időszak végén, az üzemeltetési szakasz előkészítése során, a nukleáris üzemanyag reaktorba történő betöltése előtt a fentebb ismertetett létesítési fázisra vonatkozó modellről átvált az erős nukleáris biztonsági kultúra fogalmát alapul vevő megközelítésre, teljes összhangban a WANO 2013-1 alapelveivel. Ezen idő alatt teljes körű biztonsági (fizikai védelmi) intézkedések lépnek



hatályba, továbbá a Paks II. Atomerőmű Zrt. támogatja a nukleáris biztonsági kultúra és a biztonsági kultúra szempontjainak kölcsönös figyelembevételét.

3.6. KONFIGURÁCIÓKEZELÉS

Az új atomerőmű **tervezése és megvalósítása** kapcsán kialakított **folyamatokat**, tevékenységeket **úgy kell irányítani**, hogy az érintett folyamatok során azonosított valamennyi **követelmény**, keletkező **műszaki dokumentum**, információ teljessége és érvényessége, valamint a **megvalósuló létesítmény fizikai állapota összhangban legyenek**, azok első előállítására és minden változása, a kapcsolódó **műszaki döntések visszakereshető módon dokumentáltak** legyenek, ezen keresztül megbízható alapot biztosítsanak az atomerőmű üzemeltetéséhez és a későbbi életciklusszakaszaihoz. Az elvárások teljesítésére az egyik leginkább alkalmas irányítási **eszköz a konfigurációmenedzsment**, vagy más néven Konfigurációkezelési Rendszer (KKR).

Az NBSZ 9. kötet a konfigurációkezeléssel kapcsolatban az alábbi követelményeket támasztja, 5. táblázat:

5. táblázat. Konfigurációkezelési követelmények.

9.3.6.0100.	A tervezés megkezdésétől kezdve átfogó konfigurációkezelési rendszert kell kifejleszteni és működtetni oly módon, hogy az a nukleáris létesítmény egész élettartamára nézve alkalmazható legyen.
9.3.6.0200.	A konfigurációkezelési rendszernek biztosítani kell , hogy a nukleáris létesítmény, valamint rendszereinek és rendszerelemeinek tervezési követelményei , a nukleáris létesítmény megvalósult állapota és a megvalósult állapotot leíró dokumentáció összhangban legyenek egymással.
9.3.6.0300.	A konfigurációkezelési rendszer terjedelmébe beletartoznak a nukleáris létesítménnyel kapcsolatos tervezési, létesítési, üzembe helyezési, üzemeltetési, karbantartási információk , amelyek alapján a nukleáris létesítmény aktuális konfigurációja meghatározható és kezelhető.
9.3.6.0400.	A nukleáris létesítményre, valamint rendszereire és rendszerelemeire a tervezési specifikációból és a tervezési alapból kiindulva olyan, a tervdokumentációban rögzített tervezési követelményeket kell meghatározni , amelyek biztosítják a tervezési alapnak megfelelő tervezés végrehajthatóságát, ellenőrizhetőségét és a tervek közötti konzisztenciát .
9.3.6.0500.	A tervezési alapnak a tervezés kezdetekor rendelkezésre kell állnia. A tervezési alap esetleges változásakor felül kell vizsgálni, hogy a tervezési alap változásai megfelelnek-e az eredeti tervezési célkitűzéseknek, valamint, hogy a tervezési alap változásaiból következik-e a tervezési követelmények változása is.
9.3.6.0600.	Biztosítani kell az egyes mérnöki megfontolások alapján választott tervezési megoldások dokumentálását . A dokumentálásnak olyan részletezettségűnek kell lennie, hogy az alapján egy esetleges átalakítás biztonsági hatásai megítélhetőek legyenek .



9.3.6.0700.	Az üzemeltetésre történő átvétel során a nukleáris létesítmény konfigurációkezelési rendszerében lévő információkat formalizált eljárás keretében ellenőrzötten kell átadni az üzemeltető szervezetnek.
9.3.6.0710.	A konfigurációkezelési rendszer biztosítja , hogy a biztonság szempontjából fontos rendszerek és rendszerelemek módosításai azonosítottak, megtervezettek legyenek, értékelésük és végrehajtásuk megtörténjen, melyet a rendszer nyilvántart .

Az OAH N9.2. sz. útmutatója: „Új atomerőmű tervezésének minőségirányítási rendszere” a konfigurációkezeléssel kapcsolatban pedig a következőket mondja:

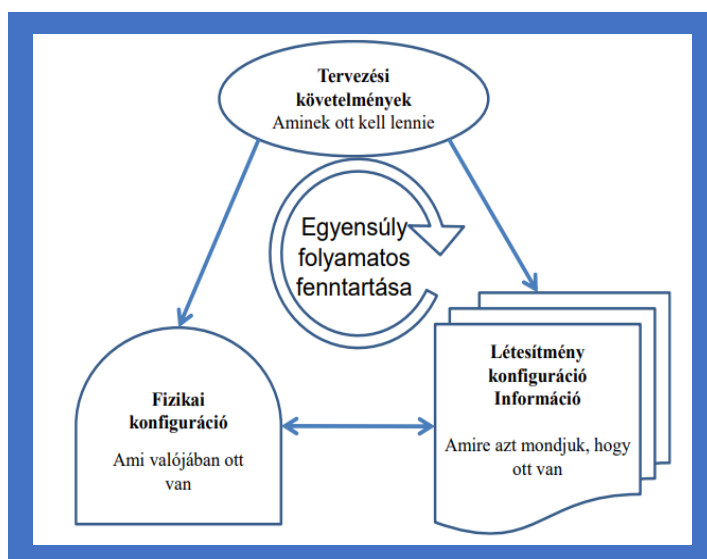
„A konfigurációkezelési rendszer működtetésének célja, hogy az atomerőmű teljes élettartamát figyelembe véve biztosítsa a (1) tervezési alapok és követelmények, (2) a fizikai konfiguráció, valamint (3) az atomerőmű konfigurációs információjának koherens egyensúlyát, ezzel garantálja az adott életciklusszakasz konfigurációjának nukleáris biztonságát. A konfigurációkezelési rendszer fő elemeivel kapcsolatos tevékenységeket és az elemek közötti egyensúly megteremtéséhez és fenntartásához szükséges tevékenységeket az irányítási rendszerben szabályozni kell.”

Fentiekből következően a konfigurációkezelési rendszer működtetésének célja, hogy az atomerőmű teljes élettartamát figyelembe véve biztosítsa a következőket:

- ◆ **tervezési alapok és követelmények** teljesülését (aminek ott kell lennie),
- ◆ a **Fizikai konfiguráció** (ami valójában ott van) koherens egyensúlyát, ezzel garantálja az adott életciklus szakasz konfigurációjának nukleáris biztonságát,
- ◆ a **Létesítmény Konfigurációs Információ**-t (amire a dokumentumok alapján azt mondjuk, hogy ott van).

Fentiek alapján a konfigurációkezelési rendszer elvi modelljét a 20. ábra mutatja be.

20. ábra. A konfigurációkezelési rendszer elvi modellje



Tervezési alap

A 118/2011 (VII. 11.) Korm. rendelet 10. mellékletének (NBSZ 10. kötet) 156. pontja szerint:

„A nukleáris létesítmény és rendszereinek, rendszerelemeinek azon jellemzői, valamint a rendszerek, rendszerelemek által ellátni szükséges funkciók, amelyek megléte szükséges a feltételezett kezdeti események ellenőrzött kezeléséhez, a meghatározott sugárvédelmi követelmények kielégítése mellett. Részét képezik azok:

- ◆ **a követelmények**, amelyek olyan feltételezett kezdeti események hatásának elemzéséből származnak, amelyekkel szemben a funkciókat megvalósító rendszereket, rendszerelemeket tervezték,
- ◆ **a paraméterértékeket vagy értéktartományt azonosító információk, korlátok vagy határértékek**, amelyek a terv érvényességi határait jelentik,
- ◆ **a várható üzemi események, a feltételezett kezdeti események és az általuk előidézett üzemi zavari körülmények**, a fontosabb feltételezésekkel és a speciális elemzési módszerekkel, amelyek a tudomány jelenlegi állása szerint általánosan elfogadottak a biztonsági funkciók megvalósítása érdekében, valamint
- ◆ **a várható üzemi események**, amelyek során valamely biztonságvédelmi működés elmarad.

Fizikai konfiguráció

Az aktuális fizikai hely, elrendezés és a Szerkezetek, Rendszerek és Rendszerelemek anyagi állapotának leírása a létesítményen belül (az INPO AP-929 1. sz. módosítása alapján ANSI/NIRMA CM 1.0-2000 szerint).

Létesítmény Konfigurációs Információ

Azon rögzített információ, ami leír, specifikál, jelent, bizonyít, adatot, vagy eredményt szolgáltat figyelembe véve a tervezési követelményeket, vagy a tervezési alapot, vagy ami más információ tulajdonságra vonatkozik, mely összefüggésben van a létesítménnyel és annak elemeivel, rendszereivel és komponenseivel.

Ezt az információt vagy papírmásolaton, vagy elektronikus adathordozón, vagy egyéb más információforráson tárolják, melyek arra szolgálnak, hogy rögzítsék a műszaki döntéseket, melyek érintik a létesítmény engedélyezését, tervezését, építését, beszerzését, karbantartását, leszerelését. Tartalmazza az aktuális információt, a függőben levő információt és a rögzített információkat (az INPO AP-929 1.sz. módosítása alapján ANSI/NIRMA CM 1.0-2000 szerint).

Konfigurációkezelési rendszer (KKR)

Fentiek alapján a **konfigurációmenedzsment az az irányítási rendszerben rögzített folyamat és annak informatikai támogatása, amely azonosítja és dokumentálja a nukleáris létesítmény építményeinek, épületszerkezeteinek, rendszereinek és rendszerelemeinek** – beleértve a számítógépes rendszereket és szoftvereket is – **jellemzőit**. Tartalmazza azok **fizikai, funkcionális, üzemeltetési és grafikus adatait**, valamint érintett **dokumentációját**, továbbá **biztosítja**, hogy ezen **adatok, dokumentumok változásait** szabályozott keretek között **változáskövetés mellett hajtják végre** (az NBSZ 10. kötet 95. pont szerint).



A konfigurációkezelési rendszer keretein belül létre kell hozni a létesítmény modelljét a tervezés, létesítés, üzemeltetés és leszerelés időszakára. A modell meg kell, hogy feleljen a technika elért színvonalának, így alkalmasnak kell lennie:

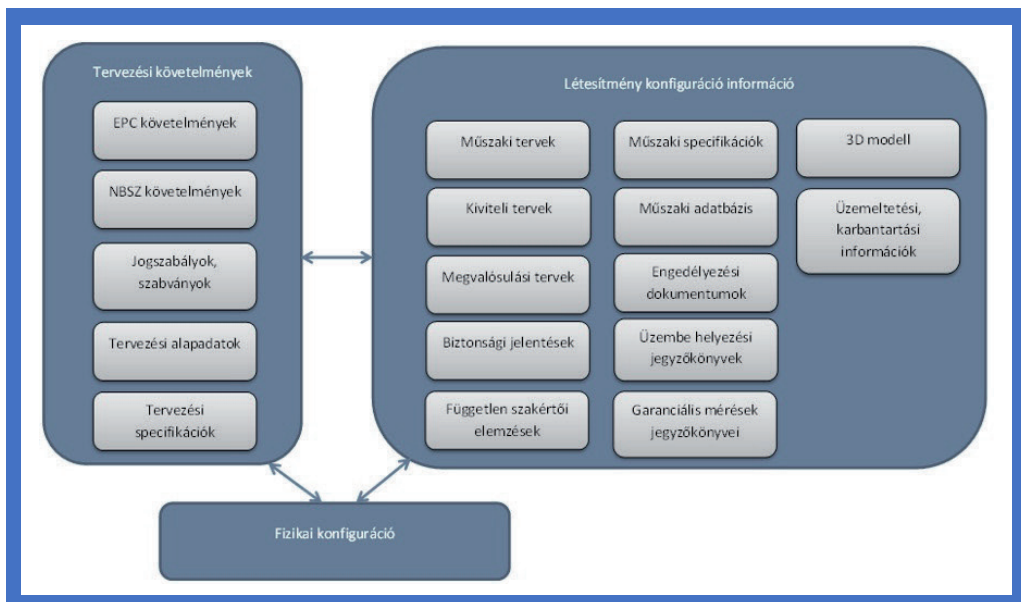
- ◆ **főberendezések**, illetve modulok beszerelésének és eltávolításának, illetve karbantarthatóságának igazolására, illetve a sugárzási viszonyok meghatározására,
- ◆ a **berendezések, csőhálózatok**, szolgáltatások, biztonsággal kapcsolatos rendszerek és berendezések szétválasztásának, megfelelő **térbeli elrendezésének** és elkülönítésének megfelelőségének ellenőrzésére,
- ◆ a bevitt adatokkal a **leszerelési tervek elkészítésének** és a költségek meghatározása kiindulási adatainak **biztosítására** (helyiségenkénti leltár berendezés, cső, egyéb anyagfajták méret, összetétel, súly, szennyezettség, stb. szerint).

A konfigurációkezelés informatikai eszköze az **Information Management System (IMS)**

A konfigurációkezelési program részelemei:

- ◆ műszaki adatbázis és számítógépes háttér,
- ◆ dokumentációkezelési rendszer,
- ◆ változáskezelés,
- ◆ konfigurációkezelési rendszer működtetésére való betanítás és tréning, valamint
- ◆ a konfigurációkezelési rendszer felügyelete és felülvizsgálata.

21. ábra. Konfigurációkezelés dokumentumai



A konfigurációkezelés mindenkor biztosítása érdekében a generáltervezőnek a konfigurációkezelési rendszer keretein belül létre kell hoznia a létesítmény modelljét, amelynek alkalmasnak kell lennie a tervezés, létesítés, üzemeltetés és leszerelés időszakára. A modellnek – az előzőekben ismertetettek szerint – meg kell felelnie a technika elért színvonalának és alkalmasnak kell lennie a tervezés során adódó szakági kapcsolódások megfelelő irányítására.

Az új blokk tervezésében részt vevő különböző tervezőintézetek számára megengedhető a saját terv- és berendezésazonosító rendszerük használata, de a konfigurációkezelési rendszer részeként az egységes jelzőszámokat, illetve rajz- és dokumentációs számokat fel kell tüntetni. Az **egymás közötti, illetve a hatósággal** fenntartott kapcsolatban **minden esetben az egységes jelölési és dokumentációazonosítási számokat kell használni.**

3.7. HIVATKOZÁSOK (3. FEJEZET)

- [1] Berényi László: A minőségirányítás fejlődése és jövőbeli lehetőségei, Vezetéstudomány. *Budapest Management Review*. XLVIII. évf. 2017. 1. (Letöltve: 2017. 01. 05.) <http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/2636/>
- [2] Berényi László: *Minőségügy alapjai*. Miskolci Egyetem Vezetéstudományi Intézet. 2011. http://www.szervez.uni-miskolc.hu/blaci/minmen/minsg_fogalma.html
- [3] Nemzetközi Atomenergiái Ügynökség bemutatása. <http://vienna.io.gov.hu/nau-bemutato>
- [4] A TANÁCS (Euratom) IRÁNYELVE a nukleáris biztonsági közösségi keretrendszer létrehozásáról Brüsszel. (Letöltve: 26. 11. 2008.) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52008PC0790&from=LV>
- [5] Paks II. Atomerőmű Zrt. ELŐZETES BIZTONSÁGI JELENTÉS, 1.5 fejezet: A létesítésben résztvevő szervezetek bemutatása. PKS2.B.P000.5.0105&&&&&&.000.HE.0001.H; B01
- [6] OAH N9.2. sz. útmutatója: „Új atomerőmű tervezésének minőségirányítási rendszere”. [https://www.haea.gov.hu/web/v3/oahportal.nsf/ACA1C323EB58E62DC1257BE9002CD900/\\$File/N9_2_v2_vegleges.pdf](https://www.haea.gov.hu/web/v3/oahportal.nsf/ACA1C323EB58E62DC1257BE9002CD900/$File/N9_2_v2_vegleges.pdf)



4. ATOMERŐMŰ SPECIFIKUS BIZTONSÁGTECHNIKAI KÉRDÉSEK

Jelen fejezet célja egy viszonylag távoli, de átfogó ismeretanyag átadása az atomerőmű-létesítési tevékenységben résztvevők számára a nukleáris létesítményekkel összefüggő sugárvédelmi kérdésekről, a radioaktív hulladékok, illetve kiégett fűtőelemek kezelésének folyamatáról, továbbá a környezetvédelmi szabályozásról. Tekintettel arra, hogy a résztvevők köre és előismerete is széles tartományban mozog, az anyag a közérthetőségi szempont előtérbe helyezésével készült, de nem mellőzi a szakmai pontosságot sem. A tudásanyag ismertetésén túlmenően néhány, hasonló létesítmény megvalósítási folyamatából származó példán keresztül igyekszünk rávilágítani arra, hogy a sugárvédelmi szempontok ismerete, valamint előtérben tartása miért lényeges az atomerőmű minden életciklus szakaszában.

4.1. ALAPVETŐ SUGÁRVÉDELMI ISMERETEK

4.1.1. Az atomok felépítése, elemek és izotópok

A környezetünkben és bennünk, a szervezetünkben található összes anyag elemi, kémiai úton tovább nem bontható építőelemei az atomok. Az atomokat az atommag, illetve az azokat körbevevő elektronfelhő alkotja. Az atommagnak két fő alkotóeleme a proton és a neutron (együttesen nukleon).

A protonok pozitív, az elektronok negatív elektromos töltésűek, míg a neutronok semlegesek. A protonok (Z) és a neutronok (N) számának az összegét – vagyis a mag összes alkotóelemének a számát – tömegszámnak (A) nevezzük.

Az atomok térfogatának meghatározó részét a negatív töltésű elektronokból álló elektronfelhő alkotja. Az atom átmérője ~10⁻¹⁰ méter nagyságrendbe esik, és ezen belül található az atom ~10⁻¹⁴ méter átmérőjű, pozitív töltésű magja, mely az atom térfogatának csupán elenyészően kis részét teszi ki. A térfogatbéli eltérések ellenére az elektronburokban található összes elektron tömege a teljes atomtömegnek kevesebb, mint 1 ezrelékét adja.

Az atommagban a protonok azonos töltése miatt jelentős taszítóerő áll fenn. Az atommagok egyben tartásáért ennél a taszításnál is nagyságrendekkel erősebb vonzóerő felelős, amit magerőnek nevezünk. Az előbbi kettősség miatt az atommagokban egy összenyomott rugóhoz hasonlóan energia raktározódik, és lényegében ez képezi a nukleáris energiatermelés alapját.

A kémiai elemek (például hélium, vas, ólom) csak egyféle atomból állnak. Az egyes elemek kémiai tulajdonságait az atommagjukban lévő protonok száma határozza meg (például: a héliumében kettő, a vas atommagjában huszonhat proton található). Az elemeket hagyományosan a vegyjelükkel azonosítjuk (a vas vegyjele például Fe).

Ha két atomban megegyezik a protonok száma, de a neutronok száma eltérő, akkor az adott elem különböző izotópjairól beszélünk. A vas atommagjában például mindig 26 proton van, ehhez a természetben előforduló vas atomok közel 92%-ában 30 neutron, közel 6%-ában 28 neutron csatlakozik, míg alacsony gyakorisággal előfordulnak 31, illetve 32 neutronot tartalmazó vas atommagok is. Az egyes izotópokat a vegyjel előtti felső indexbe tett tömegszámmal (például ⁵⁴Fe), vagy egy másik elterjedt írásmód szerint a vegyjel után kötőjellel írt tömegszámmal (például Fe-54) azonosítjuk [1].



4.1.2. A radioaktivitás fogalma

Egy kémiai elem izotópjai közül azokat nevezzük stabil (időben állandó) izotópnak, amelyek atommagja külső beavatkozás nélkül nem változik meg. Instabil, vagy radioaktív izotópnak nevezzük azokat, amelyek atommagja külső beavatkozás nélkül is megváltozhat. A természetben előforduló elemek többnyire stabilak.

A stabil atommagokban a protonok és neutronok aránya nem tetszőleges. A könnyű magokban (a hidrogént kivéve, amelynek az atommagja nem tartalmaz neutron) általában megegyező számú protont és neutronot találunk. A legstabilabb atommagnak a vas 56-os izotópját tartja a tudomány.

A nehéz atommagok felé haladva ez az arány megváltozik, a neutronok száma egyre jobban meghaladja a protonokét (a természetben előforduló legnagyobb protonszámú atommag, az urán esetében a 92 proton mellett legtöbbször 146 neutronot találunk). Ha az atommag nem kellően stabil (nem megfelelő benne a protonok és neutronok aránya), az atommag átalakulhat oly módon, hogy stabilabb állapotba megy át. Az atommag az átalakulás során ionizáló sugárzást bocsát ki. Ezt a folyamatot nevezzük radioaktivitásnak (radioaktív bomlásnak).

Azt a mennyiséget, amely leírja, hogy egy adott anyagban időegységenként hány magátalakulás következik be, aktivitásnak nevezzük. Az aktivitás származtatott mértékegysége a becquerel, (ejtsd: bekerel; jele: Bq). Egy becquerel az aktivitása annak az anyagnak, amelyben másodpercenként egy atommag bomlik el. A gyakorlatban a Bq kis egység, ezért általában a sokszorosait használjuk (mint például gigabecquerel (GBq)). Természetesen az sem mindegy, hogy egy adott aktivitás egy kis anyagmennyiségben, vagy egy jelentős tömegben (adott esetben az egész földkéregben, vagy az óceánok vizében) eloszolva észlelhető. Egy anyagban előforduló radionuklid egységnyi tömegre vonatkoztatott aktivitását aktivitás-koncentrációnak nevezzük. Az aktivitás-koncentráció mértékegysége: Bq/kg.

A radioaktív bomlás véletlenszerű folyamat, soha nem tudjuk megmondani, melyik atommag bomlik el legközelebb, csak a valószínűségét tudjuk megadni, hogy egy atommag egy adott idő alatt el fog bomlani. Ez az elbomlási valószínűség az adott atommag (izotóp) fajtájától függ. Azt az időt, ami alatt egy izotóp magjainak várhatóan a fele bomlik el, azaz az izotóp aktivitása a felére csökken, felezési időnek nevezzük. Az aktivitás két felezési idő alatt a negyedére, három felezési idő alatt a nyolcadrészére, míg tíz felezési idő alatt a kezdeti aktivitás már körülbelül az ezred részére csökken. A felezési idő számításának módja:

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

ahol $t_{1/2}$: felezési idő, s, és λ : bomlási állandó, 1/s.

A felezési idő egy adott izotópra jellemző állandó. A gyakorlatban alkalmazott izotópok felezési ideje széles határok között változik (a másodperc tört részétől az év sokszorosáig). Például az orvosi diagnosztikában gyakran használt Tc-99m (technécium 99m) felezési ideje 6,01 óra, az ipari radiográfiában használatos Co-60 (kobalt 60) izotópé pedig több mint 5 év [2].

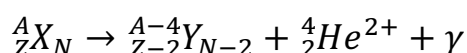


4.1.3. Az ionizáló sugárzások főbb típusai

A magátalakulásokat ionizáló sugárzások kibocsátása kíséri, amelyek négy legfontosabb típusa az alfa-, a béta-, gamma-, és a neutron-sugárzás.

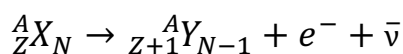
Az **alfa-sugárzás (α)** ionizált (mindkét elektronjától megfosztott) hélium atomokból, azaz két protonból és két neutronból álló hélium atommagokból áll. A részecskekibocsátás eredményeként az atommag rendszáma (Z) kettővel, tömegszáma (A) négyvel csökken és egy másik atommag keletkezik.

Az alfa-bomlás a periódusos rendszer nagy tömegszámú ($A > 210$) elemeinél figyelhető meg. Az alfa-bomlás egyenlete:



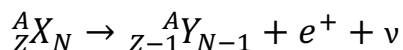
Példaként a Ra-226 (rádium 226) bomlása hozható fel, amelynek végterméke a Rn-222 (radon 222). Az alfa-sugárzás áthatoló képességük kicsi, már egy papírlap, illetve az emberi bőr is elnyeli.

A **béta-sugárzás (β)** negatív töltésű elektronokból, vagy az elektronokkal azonos tömegű és azonos nagyságú, de ellentétes (tehát pozitív) töltésű pozitronokból áll, de ide tartozik az a bomlási mód is, amikor a mag elektronbefogással stabilizálódik. Ha egy atommag tömege nagyobb, mint egy vele azonos tömegszámú, de eggyel nagyobb rendszámú atommag és egy elektron együttes tömege, akkor az atommag egy elektron kibocsátásával alakul át, amit negatív béta-bomlásnak (β^-) nevezünk. A természetben előforduló radioaktív átalakulások ~46%-a negatív béta-bomlás. Ennek során új elem keletkezik, mert az atommag egy neutronja protonná alakul át egy elektron és egy antineutrínó kibocsátása mellett. A negatív béta-bomlás egyenlete:



Negatív béta bomlásra példaként a Cs-137 (cézium 137) bomlása mutatható be, amely végtermékeként Ba-137 (bárium 137) keletkezik.

Ha egy atommag tömege nagyobb, mint egy vele azonos tömegszámú de eggyel kisebb rendszámú atommag és egy pozitron össztömege, akkor az atommag egy pozitron kibocsátásával alakul át, amit pozitív béta-bomlásnak (β^+) nevezünk. A természetben előforduló radioaktív átalakulások ~11%-a pozitív béta-bomlás. Ekkor is új elem keletkezik, mert az atommag egy protonja neutronná alakul át egy pozitron (pozitív elektromos töltésű, az elektronnal azonos tömegű részecske) és egy neutrínó kibocsátása mellett. A pozitív béta-bomlás egyenlete:



Pozitív béta bomlásra példaként a Na-22 (nátrium 22) bomlása mutatható be, amely végtermékeként Ne-22 (neon 22) keletkezik. A béta-sugárzás áthatolóképessége nagyobb, mint az alfa-sugárzásé, de egy relatív vékony alumíniumlemez már képes elnyelni.

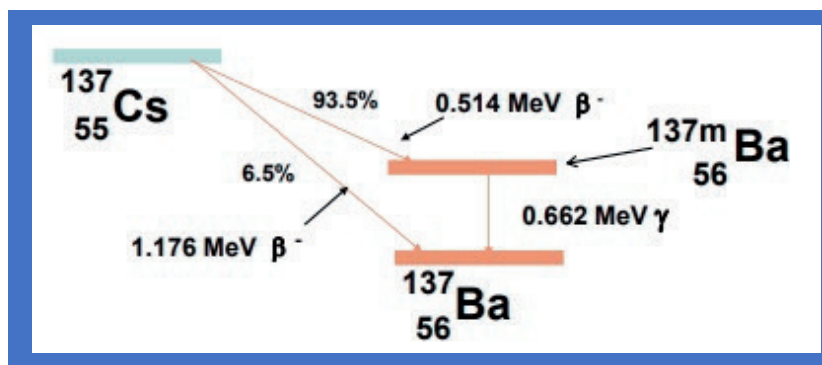
Az alfa- és a béta-bomlást követően általában észlelhető a **gamma-sugárzás (γ)**. Az α - és β -bomlás után visszamaradó atommag energiatöbblettel rendelkezik, gerjesztett állapotban van. Az energiaminimumra való törekvés értelmében az atommag gamma-foton kibocsátásával kerül alacsonyabb energiájú állapotba, ezt nevezzük gamma-sugárzásnak. A gamma-sugárzás éppen olyan elektromágneses sugárzás, mint a fény, vagy a rádióhullámok. Alkotóelemei a nagy energiájú, elektromosan semleges fotonok. A fotonoknak nincs nyugalmi tömegük, állandóan fénysebességgel haladnak.



A gamma-sugárzás egyenlete: ${}^A_ZX^* \rightarrow {}^A_ZX + \gamma$

Az előző példánál maradva a Cs-137 bomlásának leggyakoribb folyamata során első lépésben Ba-137m (bárium 137) gerjesztett (metastabil) állapotú izotóp jön létre (lásd 21. ábra), amely a felesleges energiát gamma-sugárzás formájában adja le.

21. ábra. Cs-137 bomlási sémája [3]

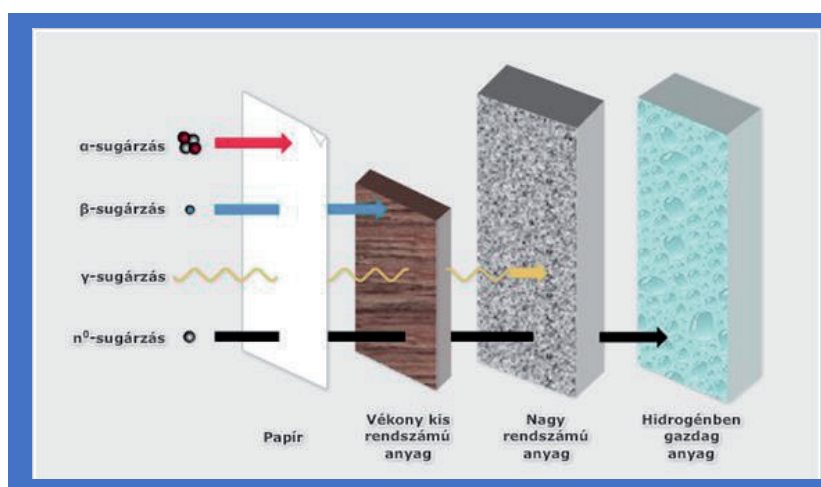


A gamma-sugárzás áthatolóképessége nagy, leárnyékolása nagy tömegszámú (és relatív vastag) anyagokkal lehetséges.

Neutron-sugárzás (n) szabad neutronokból áll. Nagyobb rendszámú elemek hasadásakor, vagy kisebb rendszámú elemek magfúziója (egyesülés) során keletkeznek, de léteznek neutront spontán kibocsátó izotópok is. A spontánhasadó magok közül a legismertebb és egyben a világ egyik legdrágább anyagként is számon tartott Cf-252 (kalifornium-252) izotóp.

Az atomerőművekben lejátszódó láncreakció beindítását és fenntartását a neutronok végzik, így a jelenléte folyamatos a reaktorban. A neutron-sugárzás áthatoló képessége az energiájának függvényében változik, gyengítése magas hidrogén tartalmú anyagokkal lehetséges. A neutronok képesek kölcsönhatásba lépni és beépülni a nukleonba. Ennek eredményeként a neutronsugárzásnak kitett anyagokban radioaktív atommagok jöhetnek létre. Ezt a jelenséget hívjuk felaktiválódásnak. A sugárzások egyes fajtáinak áthatolóképességét a 22. ábra szemlélteti.

22. ábra. Egyes sugárzások áthatolóképességének szemléltetése [2]



4.1.4. Az ionizáló sugárzások forrásai

Az ionizáló sugárzások lehetnek természetes vagy mesterséges eredetűek. A természetes sugárzás egyik meghatározó csoportja a világűrből származó, úgynevezett kozmikus sugárzás. A másik nagy csoportja a földi eredetű, a rendszerint többmilliárd évvel ezelőtt, a bolygónk keletkezése során képződött radioaktív izotópokból származik. A földi eredetű sugárzás a szervezetünket a főként a kőzetekből, a talajból, illetve az építőanyagokból éri. Külön ki kell emelni a talajból és az építőanyagokból kiáramló radioaktív nemesgáztól, a radontól és azok bomlástermékeitől származó sugárzás fontosságát, mivel ez adja a lakosság természetes forrásoktól eredő sugárterhelésének legnagyobb részét (körülbelül 60%-át).

A 20. századtól kezdve egyre több ionizáló sugárzást kibocsátó forrást és berendezést állítunk elő, elsősorban orvosi (pl. röntgen), ipari (pl. radiográfiai anyagvizsgáló berendezések), energetikai (pl. atomerőmű) és kutatási (pl. részecskegyorsító) céllal. Ezeket nevezzük mesterséges forrásoknak.

A sugárzás forrásait osztályozhatjuk aszerint, hogy a szervezetünkön belül, vagy azon kívül helyezkednek el. A természetes sugárforrások közül a szervezetünkön belül található a kálium 40-es tömegszámú izotópja. Mesterséges források kerülhetnek a szervezetünkbe akár szándékosan (orvosi vizsgálatok, kezelések során), akár véletlenszerűen (például balesetek során belégzéssel, lenyeléssel).

Az ilyen, a szervezetbe került radioaktív anyagoktól¹ eredő dóziseket nevezzük belső sugárterhelésnek. A szervezetünkön kívül elhelyezkedő természetes forrásokra jó példa a kozmikus háttérsugárzás, a mesterséges forrásokra az orvosi röntgenkészülékek, vagy a radioaktív izotópokkal működő besugárzók. Az ezekből eredő dóziseket nevezzük külső sugárterhelésnek [1].

4.1.5. Az ionizáló sugárzások és az anyag kölcsönhatása

Az ionizáló sugárzások elsősorban az útjuk mentén elhelyezkedő atomok, molekulák elektronjaival lépnek kölcsönhatásba, az elektronokat kimozdítják a pályájukról. A kölcsönhatások során csökken a sugárzást alkotó részecskék energiája. A kilökött elektronok és a visszamaradt pozitív töltésű magok ionpárokat alkotnak.

Az elsődleges fizikai hatás az ionizáció során az, hogy az elektromosan pozitívvá vált atomok (vagy molekulák) kémiai aktívabbak lesznek (például a vízmolekulákból kémiai igen reakcióképes szabadgyökök keletkeznek), ennek következtében kémiai elváltozások, majd a következő lépésben – ha az ionizáló sugárzás élő anyagba hatol – biológiai változások történnek. A biológiai hatásoknak kedvezőtlen élettani következményei lehetnek, ezért az ilyen hatások elkerülése, illetve csökkentése a sugárvédelem alapvető feladata.

A sugárzások által kiváltott fizikai hatások elsődlegesen az anyag egységnyi tömegében elnyelt energiától függenek. A jellemzésére használt fizikai mennyiség az elnyelt dózis (jele: D), mértékegysége pedig gray (Gy), ami egy kilogramm anyag által elnyelt egy Joule energiamennyiséggel egyenlő ($1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$).

Abban az esetben, ha a sugárzás élő szervezetet ér, akkor a károsító hatás nem csak az elnyelt dózistól, hanem a sugárzás típusától is függ. Ezen túlmenően az egyes emberi szervek, szövetek su-

¹ Radioaktív anyag: a természetben előforduló vagy mesterségesen előállított olyan ionizáló sugárzást kibocsátó anyag, amely egy vagy több olyan radionuklidot tartalmaz, amelynek aktivitása vagy aktivitás-koncentrációja sugárvédelmi szempontból nem elhanyagolható [9].



gárrézkénysége sem egyforma, tehát nem feltétlenül lesz azonos a hatása, ha egyik, vagy másik szervet éri a besugárzás.

Az embert érő hatások jellemzésére vezették be az effektív dózis nevű mennyiséget (jele E). Az effektív dózis az adott sugárzástípus(ok)ra és a besugárzott szerv(ek)re vonatkozó tényezőkkel súlyozott elnyelt dózis, és tulajdonképpen ez képezi a sugárvédelmi tervezés és szabályozás alapját. Az effektív dózis mértékegysége a sievert (Sv), meghatározása az alábbi összefüggéssel történik:

$$E = \sum_T w_T * \sum_R w_R * D_{T,R}$$

ahol w_T - a T szövet vagy szerv testszöveti súlytényezője; w_R - a sugárzási súlytényező; $D_{T,R}$ - az R sugárzástól származó, T szövetre vagy szervekre átlagolt elnyelt dózis.

Az ionizáló sugárzások az élő szervezet sejtjeiben (illetve az azokat alkotó molekulákban) létrehozák az alapvető fizikai elváltozást, ún. az ionizációt. Az alapvető fizikai változások a továbbiakban kémiai, majd biológiai elváltozásokhoz vezethetnek. Általánosságban elmondható, hogy főként a gyakran osztódó sejtek érzékenyek az ionizáló sugárzásokra. A biológiai elváltozások az esetek egy részében (a sejt-szintű változások nagy részét a szervezet immunrendszere kijavítja) egészségügyi hatásokat eredményezhetnek. A sugárzások keltette egészségügyi hatásokat nevezzük sugárártalomnak. A sugárártalom többféle formában jelentkezhet, úgy mint:

- ◆ determinisztikus (korai) hatások;
- ◆ sztochasztikus (késői) hatások;
- ◆ örökletes (genetikai) hatások.

Vannak olyan hatások, amelyek nagy dózisoknál, és jellemzően a besugárzás után rövid idővel (néhány órával, vagy nappal később) jelentkeznek. Ezek a károsodások csak egy meghatározott dózis, az úgynevezett küszöbdózis felett észlelhetők. A „determinisztikus” (meghatározott) kifejezés arra utal, hogy a rendellenesség a küszöbdózis felett mindenképpen fellép, a dózis növelésével az elváltozás súlyossága nő (lásd 23. ábra).

A küszöbdózis értéke tünetenként eltérő és széles tartományban (nagyságrendben 0,5 Gy és 10 Gy között) változik. Mivel a determinisztikus hatások általában rövid időn belül jelentkeznek, a besugárzás és a következmények közötti összefüggés nagy bizonyossággal állapítható meg.

Jellegzetes determinisztikus hatás a bőr pirosodása, majd – a dózis nagyságától függően – hólyagosodása és fekély képződése. A bőrön látható elváltozások az égési sérülésekre emlékeztetnek. Az egész testet ért nagy dózisú besugárzás esetén először (kezdeti állapotban) hányinger, hányás, levertség, súlyos esetben hasmenés, láz jelenik meg. Ezt követi általában egy átmeneti tünetmentes időszak, majd a kritikus szakasz a csontvelő, a vékonybél és az idegrendszer károsodásával.

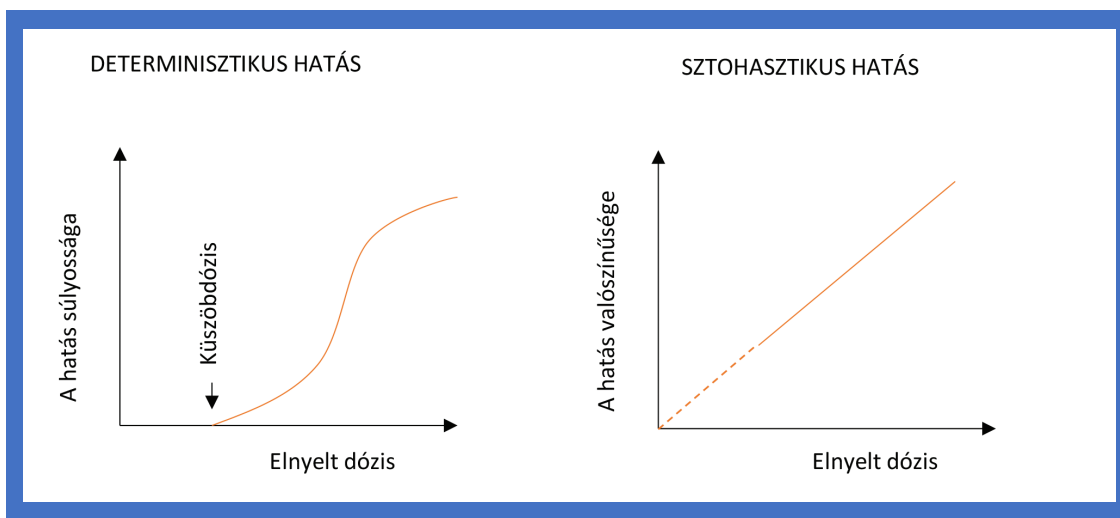
Statisztikai alapon igazolt, hogy a kis dózisoknak is lehetnek káros hatásai. Ezek a hatások évekkel (jellemzően 5–15 évvel) a besugárzás után jelentkeznek. Bekövetkezésük nem törvényszerű, a dózis növekedésével csak a bekövetkezés valószínűsége növekszik. Erre utal a „sztochasztikus” kifejezés: valószínűségi alapon megközelíthető. Mivel a nagyon kis dózisoknál sem a nagyon kis hatásokat, sem azok hiányát nem lehet statisztikailag kimutatni, ezért – elővigyázatosságból – a sugárvédelmi szabályozásban azt kell feltételezni, hogy a sztochasztikus hatásoknál nincs küszöbdózis, azaz a természetes háttér feletti legkisebb dózisznövekmény is járhat nagyon kis – a dózisznövekménnyel arányos – kockáztnövekedéssel (lásd 23. ábra).



Tekintettel arra, hogy a besugárzás és a tünetek megjelenése között hosszú idő telik el, továbbá a következmény az amúgy is fellépő károsodások/elváltozások gyakoriságának a növekedése, a sztochasztikus hatások csak statisztikusan követhetők, azaz egy adott személy megbetegedése esetében nem mutatható ki, hogy az a sugárzás következtében lépett-e fel, ezért a gyakoriság növekedésének igazolása csak személyek nagyobb csoportja esetén lehetséges (epidemiológia). Tipikusan sztochasztikus hatás a daganatképződés.

Állatkísérletekben megfigyelhetők olyan esetek, amikor a sugárátalóm nem (csak) a besugárzott egyedekben, hanem utódaikban is megjelenik. Azt azonban eddig semmilyen közvetlen megfigyelés nem igazolta, hogy az ionizáló sugárzás emberben örökletes ártalmat okozhat.

23. ábra. Determinisztikus és sztochasztikus hatások szemléltetése [4]



A dózisok nagyságrendjének szemléltetése céljából elmondható, hogy egy átlagos ember éves dózisterhelése a természetes háttérsugárzásból származóan Magyarországon kb. 2,5 mSv. Egy CT vizsgálat során elszenvedett dózisterhelés körülbelül megegyezik ezzel az értékkel, míg az atomerővek által okozott többletdózis ennek csak a 0,01%-a.

A szerkezeti anyagok (beton, acél) esetében tapasztalati értékek alapján meghatározott küszöbdózis alatt nem kell számítani azok figyelembeveendő sugárkárosodásra.

4.1.6. A sugárvédelem alapelvei

Az ionizáló sugárzás elleni védelem nemzetközileg elfogadott elveit a Nemzetközi Sugárvédelmi Bizottság (*International Commission on Radiological Protection, ICRP*) határozta meg, és ezen alapelvek mentén épül fel a hazai szabályozási rendszer is. A sugárvédelem alapvető célja az, hogy az emberi sugárterheléssel járó tevékenység okozta egészségkárosodás kockázatát elfogadható szinten kell tartani, amely megvalósítását a következő alapelvek betartásával lehet biztosítani [5]:

- ◆ indokoltság
- ◆ optimalizálás
- ◆ korlátozás



Indokoltság alatt azt kell érteni, hogy a sugárterheléssel járó tevékenységnek mindig több haszonnal kell járnia, mint amennyi káros hatást okoz. Az indokoltságot minden esetben tudni kell igazolni, mert ez jelenti bármilyen tevékenység engedélyeztetésének alapját.

Egy tevékenységet úgy lehet optimalizálni, hogy a besugárzásnak kitett személyek számát, és az elszennvedett dózisok mértékét a gazdasági és társadalmi tényezők figyelembevétele mellett az ésszerűen elérhető legalacsonyabb értéken kell tartani. Ezt röviden ALARA-elvnek is nevezik, amely az angol „As Low As Reasonably Achievable” (az ésszerűen elérhető legalacsonyabb) kifejezésből képzett mozaikszó. A fogalom ugyan kellően szemléletes és egyszerű, az alkalmazásának a nehézsége minden egyes esetben az ésszerűség pontos meghatározásában rejlik.

Korlátozás alatt azt kell érteni, hogy az engedélyezett forrásokból és tervezett sugárzási helyzetekből származó dózisok – az orvosi alkalmazások kivételével – nem haladhatják meg a vonatkozó korlátokat (lásd később). Érdemes megjegyezni, hogy míg az indokoltság és az optimalizálás alapelvének betartása minden sugárzási helyzet esetén elvárás, dóziskorlátot ugyanakkor csak tervezett helyzetek esetén lehet érvényesíteni. A dózisok korlátozásának egyik sajátos eszköze a tiltás. (Például a várandós, vagy szoptató nők sugárterhelésnek kitett munkakörben történő foglalkoztatására vonatkozó tiltás.)

Mind a lakosság, mind az atomerőműben foglalkoztatottak esetében jogszabályi korlátja van annak a dózisnak, amit egy egyén évente elszennvedhet. Ezt a mennyiséget dóziskorlátnak hívjuk. A dóziskorláton túlmenően létezik még az ún. dózismegszorítás, amelyet a létesítmény engedélyese határoz meg, mint tervezési célt. A dózismegszorítás tulajdonképpen a sugárvédelmi optimalizálás egy eszköze, és emiatt mindig alacsonyabb, mint a dóziskorlát.

A hatályos jogi szabályozás [6] a foglalkozási dóziskorlátot a munkavállaló besorolásától függően legfeljebb 20 mSv/év értékben határozza meg a normál üzemi tevékenységekből származóan (ettől csak hatósági engedéllyel lehet eltérni). Fontos ugyanakkor megjegyezni, hogy a jogszabályi korlát az egyént terhelő mesterséges hatások egészére vonatkoznak, nem pedig egy adott létesítmény/tevékenység által okozott dózisokra, továbbá mind a külső, mind a belső sugárterhelésre vonatkozik. A normáltól eltérő üzemállapotok esetében az események felszámolását célzó intézkedések végrehajtása miatt különálló korlátok vannak.

4.1.7. Védekezés a sugárzások ellen

A sugárzások elleni védelem esetén meg kell különböztetni a külső, illetve a belső források elleni védelmet. A külső forrásból eredő sugárterhelés csökkentésének három alapvető módja létezik, úgy mint:

- ◆ távolságvédelem;
- ◆ idővédelem;
- ◆ árnyékolás.

A távolságvédelem azt jelent, hogy minél távolabb helyezkedünk el egy sugárforrástól, annál kisebb lesz a minket érő sugárzás intenzitása. Amennyiben a sugárforrás kis méretű, valamint a forrás környezetének a sugárgyengítése elhanyagolható, akkor az intenzitás a távolság négyzetével arányosan csökken, azaz például a forrástól mért távolságot megkétszerezve a sugárzás intenzitása a negyedrésszére csökken. Nukleáris létesítmények esetén ezt a típusú védelmet általában távműködtetések révén alkalmazzák.



A sugárterhelés csökkentésének második triviális módja a sugárzási térben való tartózkodás idejének csökkentése. Ezt a védelmi módot az emberi tartózkodást igénylő folyamatok műveleti idejének minimalizálásával lehet alkalmazni.

A külső sugárterhelés csökkentésének harmadik módja a sugárforrások leárnyékolása a sugárzás számottevő hányadát elnyelő anyaggal. Atomerőművek esetében az árnyékolást jellemzően beton és fém alapanyagok használatával valósítják meg. A beton azért jó sugárvédelmi árnyékoló anyag, mert egyrészt a tömegének nagy részét magas tömegszámú elemek teszik ki, másrészt ugyanakkor a megkötött víz által jelentős mennyiségű hidrogént is tartalmaz. Az előbbieket miatt a beton jól alkalmazható mind gamma-, mind pedig a neutron-sugárzás elleni védelemre, akár építményszerkezeti elemként felhasználva, akár kiegészítő védelemként alkalmazva.

A belső sugárzások elleni védelem alapvetően a bejutás elkerülésével valósítható meg. Nukleáris létesítmények esetében egyrészt a radioaktív anyagok rendszerből történő kijutásának korlátozásával, egyéni védőeszközök használatával és adminisztratív korlátozásokkal (pl. étkezés és ivás tiltása a sugárvédelmi ellenőrzött területen) valósul meg. A már a bejutott anyagok hatását többek között a biológiai felezési idő mesterséges csökkentésével lehet semlegesíteni (pl. jelentős mennyiségű folyadékbevitel, gyomormosás).

4.1.8. A radioaktív sugárzás forrásai

Az atomerőművek esetében radioaktív anyagok fő forrásai a következők [7]:

- ◆ *fűtőelemek:* a fűtőelem-burkolat külső felületén a gyártásból visszamaradt szennyeződések átalakulásából, továbbá az esetlegesen inhermetikussá (sérültté) vált pálcák belsejéből kikerülő anyagok.
- ◆ *felaktiválódott korróziós termékek:* a fővízkörön belül keletkezett, vagy oda kívülről bejutott korróziós termékek az aktív zónába jutva felaktiválódhatnak.
- ◆ *szerkezeti anyagok felaktiválódása:* a reaktortartályon belüli szerkezetek felaktiválódása jelentkezik az üzemeltetés során. Az üzemanya-átrakás folyamán a felaktiválódott szerkezetek jelentős sugárforrásnak számítanak.

Az üzemeltetési és műszaki állapotfenntartási tevékenységek során a legjelentősebb sugárforrások az alábbiak:

- ◆ reaktor;
- ◆ pihentető- és átrakó-medencék;
- ◆ a radioaktív anyagot tartalmazó technológiai- és hulladékvizek;
- ◆ a primerkör felaktiválódott, illetve elszennyeződött berendezései és azok elemei;
- ◆ a víztisztító rendszerek és azok berendezései;
- ◆ a radioaktív szennyeződést tartalmazó levegő;
- ◆ a szellőzőrendszerek, a speciális gáztisztító rendszerek és azok berendezései;
- ◆ a radioaktív hulladékok;
- ◆ a laboratóriumi, és radiográfiai célokra használt radioaktív anyagok;
- ◆ radioaktívan szennyezett vizek.



A sugárterhelés döntő forrása az aktivációs és hasadási termékekből eredő béta- és gamma-sugárzás. Az üzemelő reaktor aktív zónájából származó neutron-sugárzást a reaktorokat körülvevő ún. biológiai védelem megbízhatóan leárnyékolja.

Üzemzavari és baleseti helyzetben, a műszaki gátak sérülése esetén a dózisteljesítmény megnövekedhet az erőmű helyiségeiben, valamint a környezetben, továbbá a levegő és a talaj-talajfelszín radioaktív szennyezettsége is változhat.

4.1.9. A sugárzás detektálása

Detektornak nevezünk minden olyan eszközt, amely az emberi érzékszervekkel közvetlenül nem érzékelhető hatásokról valamilyen érzékelhető formában hírt ad, illetve valamilyen információt szolgáltat [8]. A sugárzások érzékelése (detektálása) azon alapul, hogy a sugárzások valamilyen kölcsönhatásba lépnek az anyaggal, és ennek a kölcsönhatásnak az eredményét érzékelhetjük. Legtöbb esetben ez az elemi kölcsönhatás elektromágneses természetű. Elektromosan semleges részecskéket közvetlenül nem lehet detektálni, csak másodlagosan, azokon a töltött részecskéken keresztül, amelyeket létrehoznak (pl. a γ -sugárzás elsősorban az anyagban lévő elektronokat löki meg, a neutronok pedig atommagreakciót okoznak, és így jönnek létre elektromosan töltött részek). Az elemi kölcsönhatásoknak számos makroszkopikusan is észlelhető következménye lehet, amelyek lehetővé teszik a részecske detektálását. Ezek közül a leggyakrabban használtak a következők:

- ◆ egyes anyagokat úgy gerjeszt a sugárzás, hogy az anyag fénykibocsátással tér vissza az alapállapotba;
- ◆ a részecske ionizál;
- ◆ a félvezető tulajdonságú anyagokban elektronlyuk-párokat kelt a részecske;
- ◆ a sugárzás kémiai, ill. fiziko-kémiai változást okoz.

A sugárzás érzékelésével kapcsolatban különböző szempontok játszanak szerepet. Amikor csak a sugárzás léte vagy nem léte vagyunk kíváncsiak, akkor elegendő a részecskéket csak megszámlálni, a sugárzás többi paramétere nem érdekes. Ilyen esetekben részecskeszámlálókat alkalmazunk. Amikor a részecskék iránya, illetve az anyagban befutott útjuk érdekes, akkor azok nyomát láthatóvá tévő detektorok, vagy nyomkövető detektorok alkalmazandóak. Amikor pedig a részecskék energiáját is meg kell tudni mérni, akkor ún. spektrométereket kell alkalmazni.

A detektorok felépítése és bonyolultsága is széles skálán mozog. Vannak egyszerű detektorok, és vannak sokféle detektorelemből álló, összetett detektorok. A sugárzások észlelésére használt főbb detektortípusok, illetve azok működési elve a következő:

- ◆ *szcintillációs detektorok*: a sugárzások által kristályokban keletkező fényfelvillanások – az ún. szcintillációk – megfigyelésén alapul. Az egyik legkorábbi észlelési technika, eleinte szabad szemmel, később mikroszkóppal figyelték a felvillanásokat, ma már fotoelektron-sokszorozókkal végzik ezt a feladatot. Az első valóban használható fotoelektron-sokszorozót Bay Zoltán magyar fizikus állította elő 1938-ban.
- ◆ *Geiger–Müller számláló*: Többnyire hengeres elrendezésű, két elektródát tartalmazó, gázzal töltött cső. A negatív elektróda a henger palástja, a pozitív pedig a cső tengelyében elhelyezett fémszál.



Az elektródákra kapcsolt feszültség mellett az ionizáló sugárzás által a csövet kitöltő gáz részecskéiből kiszakított elektronok az elektródákra kapcsolt nagyfeszültség hatására gyorsulni kezdenek. A nagy sebességre felgyorsult elektronok az útjuk során újra ionizálnak, és így lavinaszerűen sokkal több másodlagos töltés keletkezik, mint amennyit a beeső ionizáló sugárzás elsődlegesen keltett. Ez a nagy mennyiségű töltés viszonylag egyszerű eszközökkel is érzékelhető, illetve megszámlálható elektromos áramlökéseket okoz.

- ◆ *félvezető detektorok*: sugárzás hatására a félvezető anyagok vezetőképessége megváltozik, amit aránylag egyszerű eszközökkel jól lehet mérni.
- ◆ *szilárdtest nyomdetektorok*: működése azon alapul, hogy egyes szilárd szigetelőanyagban az erősen ionizáló, nehéz töltött részecskék áthaladása nyomán maradandó változások keletkeznek. Ezek a szubmikroszkópikus (még fénymikroszkóppal sem látható) változások azonban megváltoztatják egyes kémiai, illetve fiziko-kémiai folyamatok sebességét, és így ilyen folyamatok segítségével – az ún. maratással – a nyomok mérete megnövelhető annyira, hogy már mikroszkóppal is láthatók legyenek.

4.1.10. A sugárvédelmi szabályozás rendszere

Az ionizáló sugárzás káros hatásai elleni védelem, valamint az atomenergia alkalmazásának legfelsőbb szintjét a hazai szabályozásban az atomtörvény [9] foglalja el. Az atomtörvény rögzíti többek között a sugárvédelem alapelveit, az atomenergia alkalmazásának általános szabályait és alkalmazójának kötelezettségeit, illetve a hatósági felügyelet szükségességét.

Az atomtörvényben lefektetett keretrendszer végrehajtásának részletszabályait kormányrendeletek tárgyalják. A sugárvédelemmel kapcsolatos követelményeket jelenleg az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről szóló 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet (a továbbiakban Svr.) [6] rögzíti.

A szabályozás alsóbb szintjét a szabványok (azon belül kiemelten az MSZ 62 szabványsorozat, illetve az MSZ 14344-1:2004 szabvány), továbbá az atomenergia-felügyeleti szerv (OAH) által kiadott útmutatók alkotják. Ezeket követik az atomenergia alkalmazói belső szabályozási rendszerének előírásait tartalmazó dokumentumok (pl. Munkahelyi Sugárvédelmi Szabályzat).

4.2. RADIOAKTÍV HULLADÉKOK ÉS KIÉGETT FŰTŐELEMKEK KEZELÉSE

Radioaktív hulladék a további felhasználásra már nem kerülő olyan radioaktív anyag, amely sugárvédelmi jellemzők alapján nem kezelhető közönséges hulladékként. A radioaktív hulladékok, mint veszélyes anyagok elhelyezésére különleges szabályok vonatkoznak. A világszerte alkalmazott egyik legfontosabb alapelv az, hogy – sok más ártalmas anyaggal ellentétben – a radioaktív hulladékok esetében nem megengedett annak hígítása, és az így elért kis koncentrációban a környezetbe kiengedése (az úgynevezett „hígítás és szétszórás”). Ehelyett a radioaktív hulladékokat megfelelően kezelni kell, majd az élő környezettől elzártan kell elhelyezni.

Kiégett fűtőelemnek nevezzük az atomreaktorban besugárzott és a reaktorból véglegesen eltávolított nukleáris üzemanyagot, amely az atomreaktoron kívüli újrafeldolgozhatósága miatt főszabály szerint nem minősül hulladéknak, ugyanakkor, ha erre vonatkozó döntés alapján nem kerül újrafeldolgozásra,



akkor a továbbiakban radioaktív hulladéknak kell tekinteni. Magyarország nemzeti programja [10] jelenleg a kiégett fűtőelemek végleges elhelyezést jelöli meg célként. (A kiégett fűtőelemek újra feldolgozásának lehetősége a nemzetközi egyezmények alapján csak az atomfegyverekkel rendelkező országok esetén nyitott.) A kiégett fűtőelemek kezelése annak sajátosságaira való tekintettel általában elkülönül a radioaktív hulladékok kezelésére alkalmazott technológiáktól az erőműveken belül.

4.2.1. A radioaktív hulladékok osztályozása

A radioaktív anyagok osztályozása történhet halmazállapot, aktivitás-koncentráció és felezési idő alapján. Amikor aktivitás-koncentráció alapján történő osztályozásról esik szó, akkor valójában a hulladékokban történő hőfejlődés mértéke képezi a csoportosítás alapját, ugyanis a két jellemző között egyenes arányosság áll fenn. Az osztályozás szabályait az Svr. írja le. Az Svr. meghatározza a mentességi szint fogalmát, amely egy aktivitás-koncentrációban vagy összes aktivitásban kifejezett olyan érték, melyet nem meghaladó mennyiségű radioaktív anyag alkalmazása nem tartozik a sugárvédelmi célú hatósági felügyelet alá. Ilyen például az órák foszforeszkáló számlapjaihoz felhasznált trícium (H-3), vagy a füstérzékelőkben alkalmazott Am-241 sugárforrások (rendeltetésszerű használat mellett).

A mentességi szintet meghaladó radioaktív anyagokat nagyon kis, kis, közepes és nagyaktivitású osztályokba sorolja az Svr. **Nagyon kis aktivitású** az a kis aktivitású, rövid élettartamú radioaktív hulladék, amely esetében a 30 évnél nem hosszabb felezési idejű izotópra a benne lévő aktivitás-koncentráció nem nagyobb az Svr.-ben meghatározott ún. specifikus mentességi aktivitás-koncentráció (SMEAK) ötvenszeresénél, továbbá a 30 évnél hosszabb felezési idejű izotópra nem nagyobb az ún. általános mentességi aktivitás-koncentráció (ÁMEAK) értékénél. Amennyiben a radioaktív hulladék többfajta radioizotópot is tartalmaz (és az atomerőművi hulladékok ilyenek), akkor az osztályozást a következő képletek szerint kell elvégezni:

a. 30 évnél nem hosszabb felezési idejű izotópokra a következő kritériumnak kell teljesülnie:

$$\sum_i \frac{AK_i}{SMEAK_i} \leq 50$$

30 évnél hosszabb felezési idejű izotópokra a következő kritériumnak kell teljesülnie:

$$\sum_i \frac{AK_i}{\dot{A}MEAK_i} \leq 1$$

ahol AK_i a radioaktív hulladékban előforduló i -edik radioizotóp aktivitás-koncentrációja; $SMEAK_i$ az i -edik radioizotóp specifikus mentességi aktivitás-koncentrációja; $\dot{A}MEAK_i$ pedig az i -edik radioizotóp általános mentességi aktivitás-koncentrációja.

Kis aktivitású radioaktív hulladéknak minősülnek azok a hulladékok, ahol a következő kritérium teljesül:

$$\sum_i \frac{AK_i}{SMEAK_i} \leq 1000$$

Közepes aktivitású radioaktív hulladéknak minősülnek azok a hulladékok, ahol a következő kritérium teljesül:

$$\sum_i \frac{AK_i}{SMEAK_i} \leq 1000$$



Nagy aktivitású az a radioaktív hulladék, amelynek hőtermelése nagyobb, mint 2 kW/m^3 , vagy az összaktivitása szerint a fizikai védelmi rendelet [11] szerinti 1. kategóriájába sorolandó.

Az atomerőművekben a normál üzemeltetési folyamatból adódóan keletkező radioaktív hulladékok (a kiégett kazettákat nem beleszámítva) térfogatának döntő nagyon kis aktivitású hulladéknak minősül, amelyen belül a legnagyobb részt a nagyon kis aktivitású hulladékok teszik ki. A nagy aktivitású hulladékok jellemzően nem érik el a hulladéktérfogat 5%-át, ugyanakkor utóbbi képviseli a teljes aktivitás-készlet döntő hányadát.

4.2.2. A hulladékkezelés alapelvei és követelményei

Az atomenergia alkalmazására szolgáló létesítmények esetében általánosan alkalmazott alapelv szerint a sugárvédelmi szempontú ellenőrzött területről származó anyagokat mindaddig radioaktív anyagnak kell tekinteni, amíg annak ellenkezője nem nyer igazolást. Ez az alapelv egyaránt érvényes a keletkező hulladékokra és például az ellenőrzött területre bevitt szerszámokra is. Az igazolás alapvető eszköze az anyag radioaktivitásának méréssel történő vizsgálata.

A radioaktív hulladékok kezelésével kapcsolatban megvalósítandó általános követelmények az alábbiak [12]:

- ◆ az üzemeltetés során keletkező radioaktív hulladékok mennyiségét és aktivitását optimalizálni kell;
- ◆ a radioaktív hulladékokat szelektíven kell gyűjteni és tárolni az aktivitás-koncentráció és a halmazállapot szerint;
- ◆ a nagy aktivitású tárgyak kezelését a lehető legnagyobb mértékben távműködtetésű eszközökkel kell végezni;
- ◆ az erősen szennyezett darabok kezelését a szennyezettség szétterjedése ellen megfelelő védelmet nyújtó körülmények között kell végezni;
- ◆ a szennyezettség szétterjedését meg kell akadályozni;
- ◆ a radioaktív hulladékok felszabadítását az érvényes jogszabályoknak és hatósági előírásoknak megfelelően kell végezni;
- ◆ a radioaktív hulladékokkal kapcsolatos tevékenységeket összhangban kell tartani a radioaktív hulladékok kezelésének nemzeti programjával;
- ◆ el kell kerülni az olyan radioaktív hulladék képződését, amely nem kompatibilis a rendelkezésre álló tárolási, feldolgozási technológiával és a végleges elhelyezés követelményeivel.

Az atomerőművek esetében tervezett hulladékkezelési technológiáknak a fenti előírásokat kell tudnia teljesíteni oly módon, hogy a folyamat eredményeként létrejövő ún. hulladékcsomagok – ami tulajdonképpen a hulladékból, annak csomagolásából, továbbá bizonyos esetekben további, gát-funkciót ellátó elemekből áll – alkalmasnak kell lennie az atomerőművön kívüli, további kezelési, átmeneti tárolási, vagy végleges elhelyezési követelmények teljesítésére.



4.2.3. Folyékony radioaktív hulladékok kezelése

Folyékony radioaktív hulladéknak tekintjük azokat a folyékony halmazállapotú anyagokat, amelyekben a szennyező radioaktív anyagok oldott, vagy diszperz formában vannak jelen [13]. Az atomerőművi folyékony radioaktív hulladékok forrása széles tartományban mozog, de közös jellemzőjük, hogy az alkalmazott technológiai folyamatokból származó vegyszereket is tartalmaznak, ezért kezelésüket több szempontból is optimalizálni kell. A folyékony radioaktív hulladékok fő forrásai:

- ◆ primerköri szervezett/szervezetlen szivárgások;
- ◆ víztisztító és bepárló berendezések hulladékai;
- ◆ ioncserélő gyanták;
- ◆ elszennyezett olajok;
- ◆ a felületeket tisztításából, illetve dekontaminálásából származó folyadékok;
- ◆ a tisztálkodásból és a mosásból származó hulladékvizek;

A folyékony radioaktív hulladékok kezelését alapvetően három részre lehet bontani:

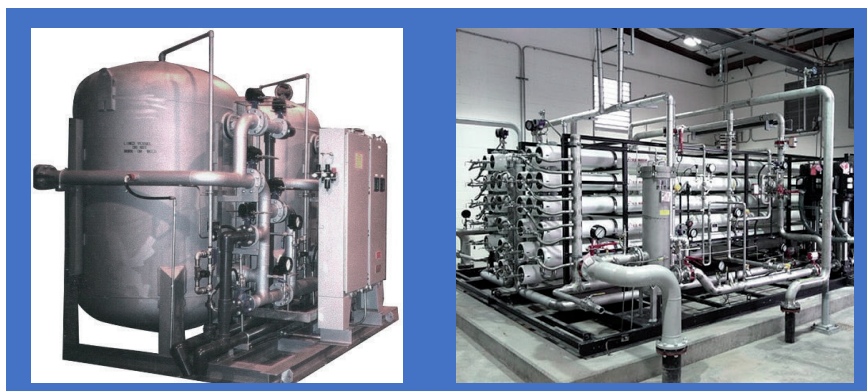
- ◆ összegyűjtés és kezelés;
- ◆ tárolás;
- ◆ szilárdítás.

Az összegyűjtést általában az aktivitás-koncentráció, a kémiai összetétel és szennyezőanyag egyéb jellemzőinek függvényében kell biztosítani. A folyékony hulladékok kezelése során a következő technológiai lépések elvégzése valósul meg:

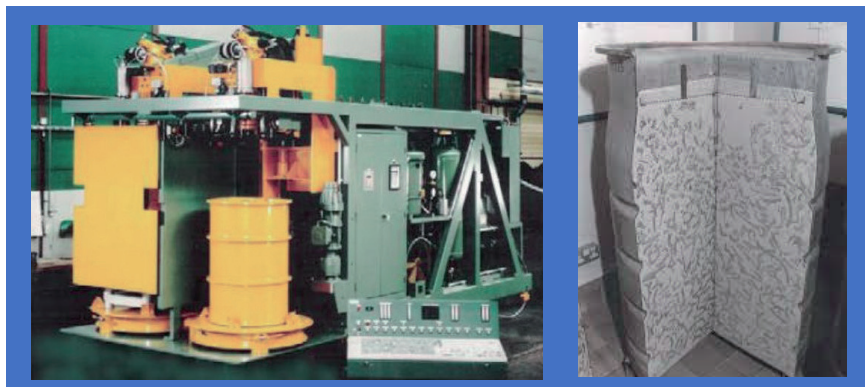
- ◆ mechanikai szűrés;
- ◆ sűrítés (bepárlás);
- ◆ kondenzátum kezelése.

A kezelést követően megtisztított vizeket megfelelő ellenőrzési folyamat után kibocsájtják, a keletkező hulladékokat (koncentrátumok, iszapok, ioncserélő gyanták, maradékanyagok stb.) pedig a szilárdítást megelőzően ideiglenesen betárolják. A folyékony hulladékok kezelésével összefüggő néhány rendszert a 24. ábra és a 25. ábra mutatja be.

24. ábra. Bepárló, illetve fordított ozmózis elvén működő vízkezelő berendezések [14] [15]



25. ábra. Cementező berendezés és egy cementezett hordó metszete [16] [17]



4.2.4. Szilárd radioaktív hulladékok kezelése

Szilárd radioaktív hulladéknak tekintjük az olyan, szilárd halmazállapotú anyagokat, amelyekben a szennyező radioaktív izotópok felületen kötött módon, vagy az anyagi összetétel részeként vannak jelen, és amelyek tömegének csak csekély része illékony [13]. Az üzemeltetésből származó szilárd radioaktív hulladékok főbb forrásai:

- ◆ helyszíni karbantartás során keletkező hulladékok (pl. egyéni védőfelszerelések, törlőrongyak, takarófóliák);
- ◆ felületileg szennyezett, vagy felaktiválódott rendszerelemek (pl. csövek, armatúrák, szűrőbetétek, szigetelések);
- ◆ átalakításokból származó hulladékok (pl. bontott építőanyagok);
- ◆ elhasználódott szerszámok.

A szilárd radioaktív hulladékok kezelése minden esetben egy sugárvédelmi optimalizálás eredménye, mivel a hulladékkezelésben résztvevők dózisterhelése a folyamat időigényével arányosan nő.

A szilárd radioaktív hulladékkezelési folyamat az alábbi részfolyamatokból áll:

- ◆ szelektív gyűjtés;
- ◆ telephelyen belüli szállítás és mozgatás;
- ◆ kezelés;
- ◆ minősítés és dokumentálás;
- ◆ átmeneti tárolás;
- ◆ kiszállítás végleges tárolóba.

Szelektív gyűjtés

Az atomerőművek üzemeltetése során képződő szilárd hulladékokat a keletkezés helyén aktivitásuk és fizikai tulajdonságaik alapján szelektíven kell gyűjteni. A szelektív gyűjtés általánosan igaz az inaktív veszélyes, a kommunális, illetve az ipari hulladékokra is.



A szilárd radioaktív hulladékokat általában a felületi dózisteljesítményük szerint választják szét:

- ◆ nagy aktivitású;
- ◆ kis és közepes aktivitású;
- ◆ nagyon kis aktivitású hulladékokra.

A fizikai tulajdonságuk alapján az alábbi csoportokat lehet megkülönböztetni:

- ◆ tömöríthető hulladékok;
- ◆ nem tömöríthető hulladékok;
- ◆ iszapok.

A hulladékokat általánosságban műanyag zsákba, illetve szabványosított méretű fémhordóba gyűjtik. A fémhordókban nem elhelyezhető, nagyméretű hulladékokat fémkonténerekben van lehetőség gyűjteni.

Telephelyen belüli szállítás és mozgatás

A szelektíven gyűjtött radioaktív hulladékok feldolgozása és átmeneti tárolása során szükségessé válik a radioaktív hulladékok telephelyen belüli szállítása az ellenőrzött területen belül:

- ◆ a gyűjtőhelyekről a hulladékkezelés helyszínére,
- ◆ a hulladékkezelés helyszínéről a minősítés helyszínére, illetve az átmeneti tárolóba,
- ◆ a minősítés helyszínéről az átmeneti tárolóba.

A radioaktív hulladékok szállítása az ellenőrzött területen általában elektromos targoncákkal/raklapszállítókkal vagy kézi hordómozgató berendezésekkel, illetve darukkal történik.

Hulladékkezelés

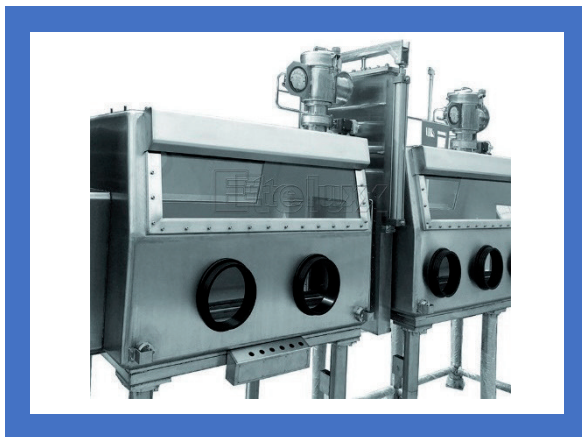
A radioaktív hulladékok kezelésének főbb folyamatai a következők:

- ◆ *válogatás és osztályozás*: a nem tömöríthető szilárd hulladékok anyagfajtánkénti szortírozása az erre a célra tervezett, a hulladékokkal történő közvetett érintkezés lehetőségét biztosító válogató bokszt segítségével (lásd 26. ábra).
- ◆ *tömörítés*: a tömöríthető hulladékok térfogatcsökkentésére szolgáló technológia, végrehajtása általában a végleges elhelyezésre használt fémhordókat fogadni képes présszel történik (lásd 27. ábra).
- ◆ *dekontaminálás*: a dekontaminálás a hulladékok felületi szennyezettségének eltávolítását célzó eljárás. A folyamat célja a hulladék aktivitás-koncentrációjának csökkentése, amelynek eredményeként az alacsonyabb kategóriába sorolható lehet (lásd 28. ábra).
- ◆ *elhelyezési hulladékcsomagok előállítása*: a hulladékoknak a végleges elhelyezésért felelős szervezet által meghatározott formába hozása kiszállítást megelőzően. A végleges elhelyezési hulladék csomagolása annak aktivitásától függően lehet zsákos, hordós vagy konténeres.

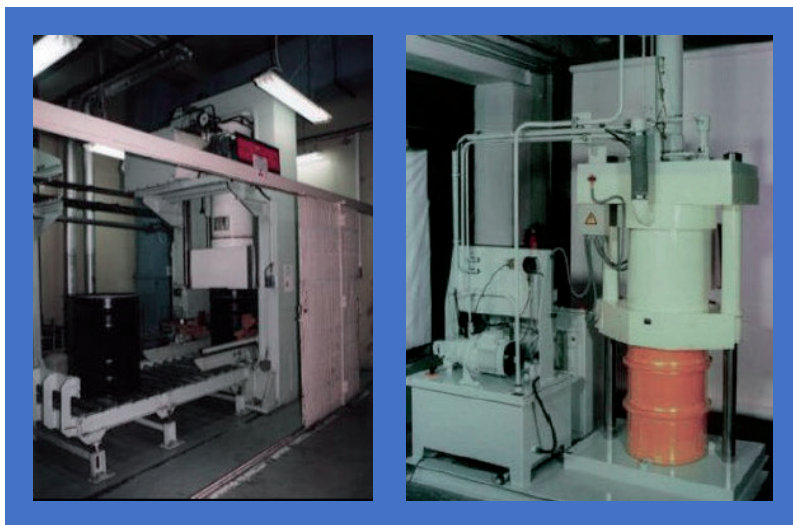


- ◆ *nagy aktivitású hulladékok tokozása*: a nagy aktivitású hulladékokat az átmeneti tárolást megelőzően általában a hulladékok formájához illeszkedő tokba helyezik, a szennyeződések tovább terjedésének megakadályozására és a későbbi kezelhetőség biztosítására.

26. ábra. Kesztyűs válogató box [18]



27. ábra. Hulladéktömörítő prés berendezések [16]



28. ábra. Kémiai dekontaminálás [19]



Minősítés és dokumentálás

A hulladékokat, a hulladékcsomagokat a kezelési folyamat során, illetve az átmeneti tárolást megelőzően minősíteni szükséges. A minősítés alapját a hulladékok/hulladékcsomagok aktivitás-koncentrációja és izotópösszetétele, illetve felületi dózisteljesítménye képezi. A minősítés eredményeként – az arra vonatkozó jogszabályi követelmények teljesülése esetén – a hulladékok akár fel is szabadíthatók a sugárvédelmi felügyelet alól. A felszabadított hulladékok egyéb (nem radiológiai) tulajdonságaik alapján kezelik (kommunális vagy veszélyes) a továbbiakban.

Minden kezelt hulladékcsomagról hulladéknylvántartást vezetnek, amely végigkíséri annak életútját, és egyértelműen beazonosíthatóvá teszi azokat a létesítményből történő kiszállítást követően is.

A hordós hulladékcsomagok minősítésére használatos berendezést a 29. ábra szemléltet.

29. ábra. Hordószkenner berendezés [20]



Átmeneti tárolás

A radioaktív hulladékcsomagok a végleges elhelyezésre történő kiszállítást, vagy további kezelést megelőzően az ellenőrzött területen kerülnek betárolásra. Tekintve, hogy az atomerőművek átmeneti tárolókapacitása véges és a hulladékcsomag integritását veszélyeztető folyamatok teljesen nem zárhatóak ki, ezért az átmeneti tárolás időtartamát a technológiai folyamatok, illetve a kiszállítás külső lehetőségeihez mérten kell optimalizálni.

Kiszállítás végleges tárolóba

A Magyarország területén keletkező radioaktív hulladékok végleges elhelyezéséért a Radioaktív Hulladékokat Kezelő Nonprofit Kft. (RHK Kft.) a felelős. A végleges elhelyezésre szánt hulladékcsomagok elszállítását az RHK Kft. végzi a hulladékvételi követelményeknek történő megfelelés ellenőrzést követően. Jelen pillanatban egy olyan létesítmény üzemel Magyarországon, amely közepes aktivitásig fogadni tudja az atomerőművi hulladékcsomagokat is, ez pedig a Bataapátiban létesült Nemzeti Radioaktív hulladék-tároló.

Kifejezetten a nagyon kis aktivitású (de jelentős térfogatú hulladékok) befogadására, illetve a nagy aktivitású hulladék (ideértve a kiégett fűtőelemeket is) elhelyezésére alkalmas létesítmények jelenleg a tervezés fázisában vannak.

4.2.5. Légnemű radioaktív hulladékok kezelése

Légnemű radioaktív hulladéknak tekintjük azokat a gáz halmazállapotú anyagokat, amelyekben a radioaktív szennyező anyagok gáz, gőz vagy diszperz formában vannak jelen [13]. A légnemű radioaktív hulladékok fő forrásai az atomerőművekben:

- ◆ primerköri hőhordozó;
- ◆ a folyékony és szilárd radioaktív hulladékkezelési technológiák;
- ◆ laboratóriumi vegyi fülkék.

A légnemű radioaktív hulladékok kezelésének sajátossága, hogy a kezelési folyamat végén a tisztított gáz minden esetben kibocsátásra kerül, ezért a tisztítás hatékonyságát ennek megfelelően kell megtervezni. A légnemű hulladékkezelő rendszereket azok funkciói alapján a következő csoportokba sorolhatjuk:

- ◆ szellőztető rendszerek;
- ◆ hidrogénégető rendszerek;
- ◆ speciális gáztisztító rendszerek.

Szellőztető rendszerek

Az atomerőmű üzemvitele során keletkező gáz halmazállapotú radioaktív hulladékok egy részét a szellőző rendszerek kezelik. Az atomerőművi szellőztető rendszerek általános tervezési alapelve az, hogy a levegő a kevésbé szennyezett térrészek felől áramoljon a szennyezettebb térrészek felé. Ezen cél a megvalósítását depressziós szellőztetéssel lehet elérni, aminek lényege, hogy a szennyezettebb térrészekben alacsonyabb nyomást kell fenntartani, mint a kevésbé szennyezett térrészek esetében. Ezt az állapotot a térrészekből elszívott, illetve oda bejuttatott/bejutó légmennyiségek arányának pontos megválasztásával lehet elérni.

Az atomerőművi szellőztető rendszerek általános jellemzője a nagy szűrési hatékonyságú aeroszol szűrők, illetve az illékony radioaktív izotópok (pl. I-131) leválasztására alkalmazott speciális szűrőegységek alkalmazása. Mivel a szűrőbetétek hatékonysága magas, elhasználásukat követően szilárd radioaktív hulladékként kell azokat a továbbiakban kezelni.

A légnemű radioaktív kibocsátások az erőművek szellőző kürtőjén keresztül történik. A szellőztető kürtők kialakítása lehetővé teszi, hogy a nagy magasságban kibocsátott anyagok megfelelően tudjanak hígulni, mire újra földet érnének, így minimalizálva a szűréssel nem eltávolított/eltávolítható radioaktív szennyeződések kibocsátásának környezeti hatásait.

Hidrogénégető rendszer

A reaktor üzemelése során a primerköri hőhordozó radiolízisének (ionizáló sugárzás hatására történő bomlásának) következtében hidrogén szabadul fel. Mivel a hidrogén és a levegőben található oxigén egy bizonyos keveredési tartományban robbanóképes elegyet alkot, ezért a keletkező gázt kezelni szükséges. A kezelés általában szervezett égetéssel történik.



Speciális gáztisztító rendszerek

A speciális gáztisztító rendszerek feladata különböző technológiákból (pl. hidrogénégetőből, tartály lefúvató rendszerből) származó gázok és gőzök kibocsátás előtti tisztítása.

4.2.6. Kiegészítő fűtőelemek kezelése

A kiegészítő fűtőelemek kezelése során megoldandó feladatot a hasadási termékek spontán bomlása által termelt, ún. *remanens hő* elvitele jelenti. A kiegészítő fűtőelemek reaktorból történő eltávolítását követően azok remanens hőteljesítménye olyan mértékű, hogy a hőelvitelt szolgáló technológiák nélkül a fűtőelemburkolat sérülésével kellene számolni. Az előzőek miatt a kiegészítő fűtőelemeket a reaktorból történő eltávolításukat követő emberi mértékkel már hosszúnak tekinthető időszakban hűteni szükséges.

A reaktorok karbantartása során a kiegészítő fűtőelemeket az ún. átrakógép segítségével eltávolítják, majd átmozgatják azokat a reaktorok mellett kialakított ún. pihentető medencébe. Az átrakógép egy sín-pályán mozgó speciális emelő és mozgató rendszer, amelynek feladata a kazetták emelése, mozgatása és pozícióba helyezése a reaktoron belül, illetve azon kívül. Az átrakógéppel végzett kazettamozgatási műveletek sugárvédelmi szempontokból víz alatt történnek.

A pihentető medence a reaktorból eltávolított kazetták kiszállítás előtti tárolását szolgálja. A pihentető medence vizét folyamatosan hűteni, áramoltatni, vegyszerezni és tisztítani kell, a párolgás miatt eltávozó mennyiséget pedig pótolni szükséges. A fűtőelemeket annyi ideig kell a pihentető medencében ideiglenesen tárolni, amíg a hőteljesítményük nem éri el azt a szintet, hogy az átmeneti tárolást biztosító rendszerek azokat fogadni tudják.

Az átmeneti tárolás a reaktor épületen kívül valósul meg, és történhet vizes (medencés) környezetben, illetve száraz környezetben is. Mindkét eljárásra van példa, de az országok döntő részében (így hazánkban is) a száraz tárolási technológiát létesítik előnyben, mert ez a módszer lehetőséget ad a hőelvitel passzív műszaki megoldásokkal történő végrehajtására. A száraz tárolási technológiák két nagy csoportra oszthatóak:

- ◆ tárolócsöves tárolási rendszer,
- ◆ konténeres tárolási rendszer.

A tárolócsöves tárolási technológia (lásd 30. ábra) jellemzője, hogy egy tárolócsőben jellemzően egy kiegészítő kazetta helyezkedik el. A tárolócsövet lezárják és belső terét inert gázzal töltik fel.

A tárolócsöveket fogadó építményen keresztül természetes cirkulációval áramoltatott levegő biztosítja a kazetták remanens hőelvitelét a tárolócsövek külső felületének hűtésén keresztül.

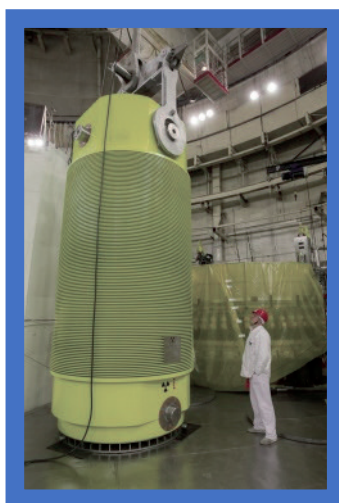
A konténeres tárolás (lásd 31. ábra) alapvetően abban tér el a tárolócsöves tárolási technológiától, hogy ebben az esetben több kazetta helyezkedik el tartályon belül. A hőelvitel a tárolócsövekhez hasonlóan itt is a tartály külső felületének levegővel történő hűtésén keresztül valósul meg. Mindkét tárolási eljárás esetén egyformán fontos, hogy a kiegészítő fűtőelemek környezetében ne maradjon víz, mert az hosszú távon korróziós folyamatok kialakulásához, illetve durranógáz-képződéshez vezethet. Ennek elkerülésére a tárolócsöves technológia esetében közvetlenül a kazettákat szárítják meg a tárolási pozícióba helyezést megelőzően, a konténer technológia esetében pedig a kazettákkal feltöltött konténert szárítják ki.



30. ábra. Tárolócsöves tárolási technológia [21]



31. ábra. Kiegészítő fűtőelem tároló konténer [22]



A tárolócsöves tárolási technológia egyik legnagyobb előnye a konténeres rendszerrel szemben abban rejlik, hogy a pálcaburkolat hőmérsékletét alacsonyabb értéken lehet tartani ezzel az eljárással. Ez az előny döntő volt korábban hazánkban, ezért a jelenleg üzemelő atomerőmű kazettáinak átmeneti tárolása ilyen rendszerű létesítményben valósul meg. Napjainkban már részletesebb ismeretek állnak rendelkezésünkre a fűtőelemburkolat viselkedéséről, illetve a fűtőelemburkolat hőmérsékletek számítását lehetővé tevő módszerek is lényegesen pontosabb eredményeket szolgáltatnak.

A fűtőelemek viselkedésére vonatkozó ismeretek folyamatos bővülésének ellenére sem zárhatók ki olyan események, amikor a reaktor üzemeltetése során a pálcaburkolat valamilyen mértékű sérülés következtében inhermetikussá válik. Az inhermetikusság mértékét alacsonynak tekintjük, amikor csak a gáz halmazállapotú hasadási termékek képesek eltávozni, és magasnak, amikor már szilárd részecskék

is kijutnak. A kazetták inheretikusságára utaló jeleket a reaktorüzem alatt folyamatosan vizsgálják, észlelést követően, az átrakás során pedig azonosítják a sérült pálcaburkolattal rendelkező kazettát. Az ilyen kazettákat a sérült fizikai gát pótlására hermetikus tokba helyezik. A hermetikus tok belsejét kiszárítva biztosítottá válik a sérült kazetta további kezelhetősége.

4.3 NUKLEÁRIS KÖRNYEZETVÉDELMI SZABÁLYOZÁS

Az atomerőművekből mind normál üzemben, mind az attól eltérő üzemállapotok során radioaktív anyagok jutnak ki a környezetbe. A nukleáris környezet-, illetve kibocsátás-ellenőrzés általános feladata az, hogy a létesítmények minden üzemállapotában kellő mennyiségű és megbízhatóságú közvetlen mérési adatot szolgáltatson a környezeti hatás megítéléséhez, adott esetben a szükséges intézkedések meghozatalához, továbbá fontos szerepe van a lakosság bizalmának fenntartásában is.

Az atomerőművek kibocsátásával kapcsolatos előírásokat az atomenergia alkalmazása során a levegőbe és vízbe történő radioaktív kibocsátásokról és azok ellenőrzéséről szóló 15/2001. (VI. 6.) KöM rendelet szabályozza. A KöM rendelet előírásai alapján az atomerőművek engedélyezése a hatósági jóváhagyással rendelkező lakossági dózismegszorítás alapján határozza meg az éves kibocsátási határértéket minden kibocsátási módra, továbbá minden olyan radionuklidra vagy azok csoportjaira, amelyek kibocsátásra kerülhetnek.

A kibocsátási határértékek származtatása a következők szerint történik:

$$EL_{ij} = \frac{1}{\Gamma} \frac{DL}{DE_{ij}}$$

ahol

- ◆ EL_{ij} - az i radionuklid, illetve radionuklid csoport j kibocsátási módra vonatkozó kibocsátási határértéke, (Bq év⁻¹);
- ◆ DL - a tevékenységre vonatkozó dózismegszorítás (Sv év⁻¹);
- ◆ DE_{ij} - az i radionuklid vagy radionuklid csoport j kibocsátási módon történő egységnyi kibocsátására eső éves dóziszárulék (Sv év⁻¹ / Bq év⁻¹)
- ◆ Γ - a származtatási folyamat bizonytalanságát figyelembe vevő biztonsági tényező.

A kibocsátási határérték kritérium:

$$\sum_{ij} \frac{R_{ij}}{EL_{ij}} \leq 1$$

ahol R_{ij} az i radionuklid, illetve radionuklid csoport j kibocsátási módra vonatkozó éves kibocsátása, (Bq év⁻¹).

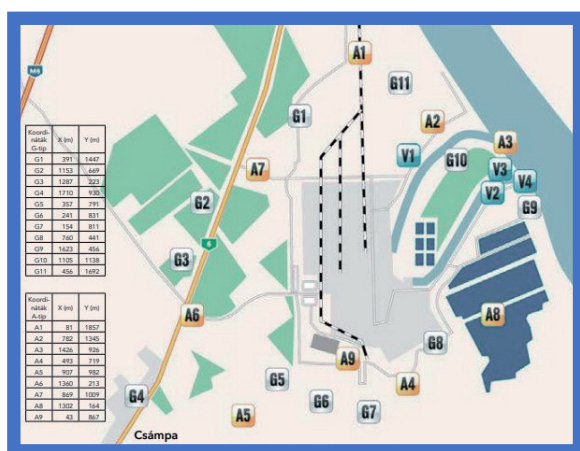
A jogszabályi előírásoknak történő megfeleléshez reprezentatív mintavétellel kell ellenőrizni a lég-nemű és a folyékony kibocsátást minden lehetséges kibocsátási útvonalon. A kibocsátás-ellenőrzés jellegét, a mérés módszereit, eszközeit és eredményeinek archiválási módját a hatósági jóváhagyásköteles Kibocsátás Ellenőrzési Szabályzat rögzíti.

A létesítményből kibocsátott radioaktív anyagok által kiváltott környezetterhelés meghatározása a környezetellenőrzési rendszerrel történik. A környezetellenőrzés az atomerőmű szűkebb és tágabb környezetében végzett mérésekkel vizsgálja (lásd 32. ábra) a kimutatható radioaktív anyagok aktivitáskoncentrációját. A környezetellenőrzés eszközei a következők lehetnek:



- ◆ környezeti gamma-dózisteljesítmény folyamatos mérése;
- ◆ a levegő radionuklid-koncentráció vizsgálata;
- ◆ a légköri radionuklid-kihullás mérése;
- ◆ időszakos mintavétel a felszíni vizekből, illetve talajvízből, továbbá a talaj, a fű, a takarmány és az indikátornövények mintázása.
- ◆ Az atomerőművekben végzett környezetellenőrzési tevékenységet a szintén hatósági jóváhagyásköteles Környezetvédelmi Ellenőrzési Szabályzat rögzíti. A kibocsátás, illetve környezetellenőrzési tevékenységek keretében gyűjtött adatok alapján az atomerőművek engedélyesei évente jelentéseket készítenek.

32. ábra. Távmérő állomások elhelyezkedése a Paksi Atomerőmű környezetében [23]



A lakosság nem orvosi forrásból származó mesterséges eredetű háttér sugárzásának mérése a vonatkozó jogszabályban [24] leírtak alapján üzemeltetett központi rendszer, az ún. Országos Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer feladata.

4.4. AZ ATOMERŐMŰ-LÉTESÍTÉS SAJÁTOS KÉRDÉSEI

A sugárvédelem és a radioaktív hulladékkezelés alapelveinek ismerete és figyelembevétele az atomerőművek minden életciklus-szakaszában – így a létesítés során is – kiemelten fontos. Annak ellenére, hogy a létesítési tevékenység alapvetően nem sugárveszélyes környezetben történik, számtalan olyan döntési helyzet adódhat, amikor a sugárvédelmi szempontokat részletesen meg kell vizsgálni. Hétköznapi példa lehet egy ilyen helyzetre az, amikor a kiviteli terveken szereplő valamely kereskedelmi forgalmú rendszerelem (pl. szűrő) beszerzése nem lehetséges (megszűnt a gyártása) és azt ki kell váltani egy azzal legalább egyenértékű termékkel. Ilyen helyzetben a műszaki, környezetállósági és üzemképességi szempontokon túlmenően sugárvédelmi szempontból is mérlegelni kell a kiváltó típusok előnyeit-hátrányait a gazdasági paraméterek függvényében. A példaként felhozott szűrő esetében a sugárvédelmi értékelés egyik iránya annak cseréjével a kezelők által elszenvedett dózisok vizsgálata kell, hogy legyen. Ebben az esetben értelemszerűen a lehető leggyorsabban és legalacsonyabb járulékos kikerüléssel cserélhető, legkisebb felületi dózisteljesítménnyel rendelkező gyártmányt kell sugárvédelmi szempontból előnyben részesíteni.



Egy kivitelezési tevékenység során nem ritkán kell dönteni például felületi bevonatokról is, az előző példánál maradva, a beszerzési nehézségek miatt. Egy bevonat esetén nyilvánvaló elvárás, hogy adott környezeti körülmények mellett biztosítsa a bevonatolt részegység korrózióvédelmét. Egy nukleáris létesítményben ugyanakkor arra is gondolni kell, hogy az alkalmazott bevonatnak dekontaminálhatónak kell lennie, ami egyrészt azt jelenti, hogy a szennyeződések nem kötődhetnek meg a bevonaton, másrészt ellenállónak kell lennie az erre a célra alkalmazott eljárásoknak és vegyszereknek is.

A létesítés során, illetve üzembehelyezési folyamatok során gyűjtött tapasztalatokat minden esetben fel kell használni a sugárvédelmi követelmények teljesülésének értékelésére. A próbák során elvégzett mérésekből megállapíthatóak azok a munkafázisok/munkahelyek/munkakörök, ahol érdemes további optimalizálási tevékenységeket végezni az üzemeltetést megelőzően. Egyszerű példa lehet az optimalizálásra egyes térrészek többlet sugárvédelmi árnyékolással történő ellátása, vagy egy nehezen megközelíthető helyen lévő, de folyamatosan ellenőrizendő mérés kijelzésének áthelyezése, vagy egy armatúra villamos meghajtással történő ellátása a rövidebb kezelői tartózkodási idő elérésére. Ezekon túlmenően foglalkozni kell a műszaki állapotfenntartási tevékenységek során végrehajtandó feladatok sugárvédelmi szempontok szerinti optimalizálásával, ugyanis ezen tevékenységek okozzák a személyzet dózisterhelésének meghatározó részét.

Az atomerőművek esetében kiemelten fontos, hogy egyrészt már a létesítést megelőzően is legyenek tervek annak későbbi leszerelésére (ami tulajdonképpen az üzemeltetési életciklusi szakaszt követően végrehajtott hulladékkezelési tevékenység), másrészt a létesítmény tervezése a leszerelhetőségi szempontokat is vegye figyelembe. A létesítésben résztvevőknek a leszerelési tevékenységek sikeres tervezésében is jelentős szerepük van azáltal, hogy a megvalósult állapotot minél részletesebben dokumentálják, kiemelten a kiviteli tervektől történő eltérések esetére vonatkozóan, ezzel csökkentve a folyamat végrehajtásában a jövőben résztvevők dózisterhelését.

HIVATKOZÁSOK (4. FEJEZET)

- [1] Országos Atomenergia Hivatal (2019): SV-17. sz. útmutató. 1. verzió szerk., Budapest.
- [2] Fábán Margit–Osán János–Dr. Zagyvai Péter (2012): *Magfizika*. Budapest: Edutus Főiskola.
- [3] Dr. Pátzay György (2017): *Radiokémia-I előadás vázlat*.
- [4] D amjanovich Sándor–Fidy Judit–Szöllősi János (2007): *Orvosi biofizika*. Budapest: Medicina Könyvkiadó Zrt.
- [5] ICRP (2007): The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication 103 Szerk., Elsevier Ltd., 2007.
- [6] Az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről szóló 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet
- [7] Országos Atomenergia Hivatal: *Műszaki sugárvédelem és a 4.4. sz. útmutató, 2. verzió*.
- [8] Dr. Sükösd Csaba (2013): *Kísérleti atommagfizika*. egyetemi jegyzet. Budapest: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem.
- [9] Az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény
- [10] Magyarország nemzeti programja a kiegészített üzemanyag és a radioaktív hulladék kezelésére. 2016. augusztus.
- [11] Az atomenergia alkalmazása körében a fizikai védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről szóló 190/2011. (IX. 19.) Korm. rendelet.
- [12] A nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről szóló 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet.
- [13] Radioaktív hulladékok. Fogalom meghatározások és osztályozás, MSZ 14344-1:2004.
- [14] „Thermon” <http://www.thermon.com/us/products/specialty-products/filtration-systems/ion-exchange-columns-for-nuclear-applications>.
- [15] „Waste Treatment Technology” <https://wastetreatmenttechnology.site/about-us/>
- [16] Pátzay György (2011): *Atomenergetika és nukleáris technológia*. egyetemi tananyag. Budapest: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 2011.



- [17] Prof. Bill Lee (2008): *Implementation and R&D Implementation and R&D Needs for Storage and Needs for Storage and Geological Disposal of Geological Disposal of the UK and High Level Radioactive Wastes*. Energy Materials Conference, Energy Materials Conference: Department of Materials, Department of Materials Imperial College London.
- [18] „Etelux” <https://www.etelux-glovebox.com/product/nuclear-decommissioning-and-nuclear-waste-disposal-glovebox-and-pneumatic-sample-delivery-system/>
- [19] MVM PA Zrt. (2013): *Szilárd radioaktív fémhulladékok mennyiségének csökkentése dekontaminálással*. XII. Nukleáris Szimpózium Budapest..
- [20] MVM Paksi Atomerőmű Zrt. (2013): *Radioaktív hulladékok kezelése az atomerőműben*. előadásvázlat.
- [21] https://index.hu/tech/2018/06/09/paksi_atomeromu_a_futoanyag_utja/
- [22] World Nuclear News, <https://www.world-nuclear-news.org/WR-Russia-set-to-launch-TUK-1410-used-fuel-cask-12051701.html>
- [23] MVM Paksi Atomerőmű Zrt.(2017): *Környezetvédelmi jelentés*.
- [24] A lakosság természetes és mesterséges eredetű sugárterhelését meghatározó környezeti sugárzási helyzet ellenőrzési rendjéről és a kötelezően mérendő mennyiségek köréről szóló, 489/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet.



