

KIEGÉSZÍTŐ SUGÁRVÉDELMI ELLENŐRZŐ RENDSZER TERVEZÉSE ÉS LÉTESÍTÉSE A PAKSI ATOMERŐMŰ 2. BLOKKI 1. SZÁMÚ AKNA HELYREÁLLÍTÁSÁHOZ

Absztrakt

A paksi atomerőmű 2. blokki 1. számú akna helyreállítása során a sugárvédelmi helyzet folyamatos monitorozásához egy új, kiegészítő sugárvédelmi ellenőrző rendszert (rövidített elnevezése: KISER) kellett tervezni és telepíteni.

A közlemény bemutatja a KISER tervezésének legfontosabb sugárvédelmi alapjait és szempontjait, a tervezés egyes mozzanatait, továbbá a telepített rendszer felépítését, műszaki paramétereit, és annak működését.

A helyreállítás során a KISER rendszer mindvégig megbízhatóan és magas színvonalon biztosította az akna és a környezete sugárvédelmi ellenőrzését és operatív felügyeletét, jelentősen hozzájárulva ezzel a helyreállítás eredményes végrehajtásához, a 2. blokk sikeres újraindításához.

For the continuous monitoring of the radiation protection situation to the recovery of the Pit No.1. on the Unit 2 at Paks Nuclear Power Plant a new, auxiliary radiation protection monitoring system (so called: KISER) must be planned and installed.

The publication presents the most important radiation protection principles and aspects of KISER planning, certain phases of the planning, furthermore the construction, the technical parameters and the operation of the installed monitoring system.

During the recovery the KISER system all the time trustworthily and on high level ensured the radiation protection monitoring and operational control of the Pit No. 1. and it's surroundings, significantly contribute to effective performance of the recovery and successful restart of the Unit 2.

Kulcsszavak: *sugárvédelem, helyreállítás, telepített rendszer, ellenőrzés*

¹ Bujtás Tibor tart. fhdgy., Paksi Atomerőmű Zrt., Sugárvédelmi Osztály, osztályvezető, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Bolyai János Katonai Műszaki Kar, Katonai Műszaki Doktori Iskola, doktorandusz hallgató

² Solymosi József nyá. mk. ezredes, DSc, egyetemi tanár, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem tudományos rektorhelyettes, Bolyai János Katonai Műszaki Kar, Katonai Műszaki Doktori Iskola, a doktorandusz tudományos témavezetője

Bevezetés

A paksi atomerőmű 2. blokki 1. számú aknában, víz alatt elhelyezett fűtőelem-tisztító berendezésben a 2. blokk reaktorából kirakott kazetták tisztítása alkalmával 2004. április 11-én radioaktív anyagok kibocsátásával járó üzemzavar következett be, a kazetták lokális túlmelegedése következtében. A tisztítótartályban láncreakció már nem játszódott le, de a fűtőelemekben a korábbi reaktorban töltött üzemidejük során felhalmozódott radioaktív hasadvány termékek még mindig jelentős hőmennyiséget termeltek. A tisztító berendezés nem megfelelő hűtése miatt a kazetták néhány óra alatt túlmelegedtek, és a tisztítótartály felnyitásakor beáramló hideg víz által okozott hősokk az üzemanyag-kazetták jelentős sérüléséhez vezetett. Az esemény hatására a fűtőelemek burkolata felnyílt és a bennük lévő urán-dioxid pasztillák is megsérültek.

A sérült kazetták és a szabaddá vált nukleáris üzemanyag törmelék eltávolítását és biztonságos elhelyezését meg kellett oldani. Ezek a feladatok a helyreállítás műszaki nehézségei mellett komoly sugárvédelmi problémákat is felvetnek, amelyek megoldása a munkát végző személyzet sugárterhelésének csökkentése és a környezetbe jutó radioaktív anyagok mennyiségének minimalizálása szempontjából is elengedhetetlen [1].

Az 1. számú akna és környezete állapotának részletes ismeretéhez elengedhetetlen a folyamatos sugárvédelmi ellenőrzés megvalósítása telepített monitoring rendszerekkel. A helyreállításra történő felkészülés során egy új, egyedi telepített monitoring rendszer tervezése és létesítése történt meg, amelynek segítségével az 1. számú akna és környezetének folyamatos ellenőrzése biztosítható.

Ennek az új Kiegészítő Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszernek (KISER) a tervezése és megvalósítása során meg kellett határozni az új rendszer tervezési alapjait, ki kellett választani a szükséges telepített mérőeszközöket és mintavételi helyeket és el kellett végezni a mérőeszközök figyelmeztető- és vészszintjeinek megalapozását.

Tervezési alapok

A tervezési alapok meghatározása során össze kellett gyűjteni, melyek a munkavégzőkre ható sugárzás fő forrásai a helyreállítás előkészítése és végrehajtása alatt.

A radioaktív sugárzás forrásai

A személyzetre ható sugárzás fő forrásai az 1. sz. aknában elhelyezett munkaplatformon [2]:

- a tisztítótartályban lévő 30 db részben kiégett kazetta gamma- és neutron-sugárzása;
- a szennyezett víz hűtőközeg az 1. sz. aknában;
- az 1. sz. akna falának szennyeződése;
- a kiszolgáló rendszerek csővezetékeinek gamma-sugárzása,
- szennyezett szerszámok.

A tokokba berakott kiégett nukleáris üzemanyag pihentető medencébe történő átrakásához a munkaplatform eltávolításra kerül az 1. sz. aknából. Az átrakás az átrakógép automatikus üzemmódjában történik a személyzet helyszíni részvétele nélkül. A kiégett nukleáris üzemanyaggal töltött tokok átrakásánál a személyzetre ható sugárzás fő forrásai:

- a tokban elhelyezett üzemanyag gamma-sugárzása;
- a tokban elhelyezett üzemanyag neutron-sugárzása.

A felsorolt forrásokkal kapcsolatos munkavégzés során a dolgozók a következő sugárterheléseknek lehetnek kitéve [3]:

- a radioaktív anyagokat tartalmazó berendezésektől származó külső sugárterhelés;
- a radioaktív anyagok belélegzéséből, lenyeléséből származó belső sugárterhelés;
- kontakt sugárterhelés, ami a bőrfelület, illetve a védőruha elszennyeződéséből ered;
- külső sugárterhelés, amely a helyiségek és a berendezések radioaktív szennyeződésétől, illetve a levegő radioaktív szennyezettségétől származik.

A felsorolt sugárterhelés döntő forrásai a sérült fűtőelemekben lévő és onnan az 1. sz. akna vizébe, majd a levegőbe kerülő transzurán izotópokból és hasadási termékekből eredő alfa-, béta- és gamma-sugárzás. A sérült fűtőelemekből származó neutron-sugárzást a biológiai védelem (az 1. sz. akna vize) megbízhatóan, számításokkal és mérésekkel ellenőrzötten leárnyékolja.

Üzemzavari és baleseti helyzetben növekedhet a munkaterületen és környezetében a dózisteljesítmény, valamint a levegő, illetve a felületek radioaktív szennyezettsége.

A radioaktív sugárzás forrásainak ismeretében meghatározható a telepített sugárvédelmi ellenőrző rendszer feladata, milyen típusú méréseket kell telepíteni az 1. sz. aknába és környezetébe.

A telepített sugárvédelmi ellenőrző rendszer feladata

A telepített sugárvédelmi ellenőrző rendszernek a munkavégzés helyszínén az a feladata, hogy folyamatosan ellenőrizze a sugárzási helyzetet, megjelenítse a mérési eredményeket a dozimetriai információs rendszer monitorjainak képernyőjén, összehasonlítsa az eredményeket a figyelmeztető- és vészszintekkel és jeleket küldjön a területen elhelyezett fény és hangjelzést adó blokkokra. Ugyanakkor szükséges a mért adatok archiválása, az archivált adatokból különböző trendek készítési lehetőségének biztosítása [4].

A telepített sugárvédelmi ellenőrző rendszernek meg kell valósítani az alábbiak folyamatos ellenőrzését:

- a gamma-sugárzás dózisteljesítménye a munkavégzés helyén és környezetében (a munkaplatformon, a reaktorpódiumon és a reaktorcsarnokban);
- az alfa-aeroszolok aktivitás-koncentrációja a munkaterület levegőjében;
- a béta- és gamma-aeroszolok aktivitás-koncentrációja a munkaterület levegőjében;
- a radioaktív nemesgázok aktivitás-koncentrációja a munkaterület levegőjében;
- az alfa-aeroszolok aktivitás-koncentrációja a munkaterület alól elszívott levegőben;
- a béta- és gamma-aeroszolok aktivitás-koncentrációja a munkaterület alól elszívott levegőben;
- a radioaktív nemesgázok aktivitás-koncentrációja a munkaterület alól elszívott levegőben;
- a víz összes-gamma aktivitás-koncentrációja az 1. sz. aknában.

Bár jódtól izotópok megjelenésére a helyreállítás előkészítése és végrehajtása során nem kell számítani, az üzemzavari elemzések olyan szcenáriókat is tárgyalnak, amelyeknél az 1. sz. aknában a 30 db sérült fűtőelemet tartalmazó rendszer kritikussá válhat és a maghasadások következtében ismét jódtól izotópok keletkeznek. E miatt a munkaterület levegőjében és a munkaterület alól elszívott levegőben a jódtól-131 izotóp aktivitás-koncentrációjának ellenőrzése megvalósításra került.

A telepített detektorok, illetve mintavételek elhelyezési követelményei

A gamma-sugárzás dózisteljesítményének ellenőrzését a munkaplatformon olyan mérőműszerrel kell megvalósítani, amelyik a munkaterületen a padlószinthez képest 1,5 m magasan van elhelyezve.

Az alfa-, béta- és gamma-sugárzó aeroszolok, a jód-131 és a radioaktív nemesgázok aktivitás-koncentrációjának ellenőrzését a munkaterületen olyan mérőműszerrel kell megvalósítani, amelynek mintavétele a munkaterületen „légzési magasságban” van elhelyezve, azaz a mintavétel a padlószinthez képest 1,5 m magasan és a faltól legalább 50 cm távolságban történjen.

Az alfa-, béta- és gamma-sugárzó aeroszolok, a jód-131 és a radioaktív nemesgázok aktivitás-koncentrációjának ellenőrzéséhez a levegőmintát a munkaterület alatti szellőzést biztosító szellőzőrendszerből kell venni, a beépített szűrő után a közös szellőzőrendszerbe történő kibocsátás előtti szakaszon. A mintavételt azért itt kell kialakítani, mert a helyreállításból származó kibocsátás-többletet így lehet pontosan meghatározni.

Az alfa-, béta- és gamma-sugárzó aeroszolok aktivitás-koncentrációjának laboratóriumi ellenőrzéséhez a levegőmintát a munkaterület alatti szellőzést biztosító szellőzőrendszerből kell venni, a beépített szűrő után a közös szellőzőrendszerbe történő kibocsátás előtti szakaszon.

A munkaterület alfa-, béta- és gamma-sugárzó aeroszolok és a radioaktív nemesgázok aktivitás-koncentrációjának, valamint a gamma-sugárzás dózisteljesítményének mérését biztosító mérőcsatornák fényjelző rendszerét a munkaterületen kell elhelyezni.

A fényjelzéseknek a következő biztonsági szintekhez kell kapcsolódniuk:

- zöld jelzés – normális feltételek;
- sárga jelzés – a figyelmeztető szint túllépése;
- piros jelzés – a vészszint túllépése.

A hangjelzést olyan módon kell beállítani, hogy a jelzés hallható legyen az 1. aknabeli munkaterületen. A hangjelzésnek működésbe kell lépnie a bármely csatornán történt vészszint túllépés esetén.

A SZEJVÁL rendszer

Az új telepített sugárvédelmi ellenőrző rendszer kiépítése előtt meg kellett vizsgálni, hogy a jelenlegi telepített sugárvédelmi ellenőrző rendszer mely részei alkalmasak az 1. számú akna környezetének ellenőrzésére.

A SZEJVÁL rendszer általános ismertetése

A munkahelyek és a technológiai rendszerek sugárvédelmi ellenőrzésére az atomerőművi telepített sugárvédelmi ellenőrző rendszer (SZEJVÁL) szolgál. A SZEJVÁL egy mérés-adatgyűjtő rendszer, melynek érzékelői nukleáris detektáló blokkok, egységek. A rendszer a két reaktorblokkra 500 mérőcsatornából áll.

A SZEJVÁL rendszer az atomerőmű primer hűtőkörétől a kibocsátási pontokig követi a radioaktív anyagok transzportját a technológia közegekben, az ellenőrzött zóna helyiségeiben és szellőző rendszereiben. Biztosítja az erőmű üzemi területének, az ellenőrzött zóna helyiségeinek, a technológiai rendszerek sugárzási viszonyainak folyamatos ellenőrzését. Fontos feladata a munkahelyek sugárzási viszonyaiban történt változások jelzése, így az

erőműben dolgozók indokolatlan sugárterhelésének megakadályozása. Ezeket a feladatokat a következőképp valósítja meg:

- az üzemi területen a gamma-dózisteljesítmény mérése,
- az ellenőrzött zónán belül a gamma-dózisteljesítmény mérése,
- az ellenőrzött zóna kijelölt helyiségeiben a levegő nemesgáz és aeroszol aktivitás-koncentrációjának ellenőrzése,
- a technológiai rendszerek sugárzási paramétereinek meghatározása:
 - összes-gamma aktivitás-koncentráció,
 - gamma-dózisteljesítmény,
 - ^{88}Kr aktivitás-koncentráció,
 - ^{132}I aktivitás-koncentráció,
 - késő neutronfluxus,
 - aeroszol, jód és nemesgáz aktivitás-koncentráció,
- a kibocsátásra kerülő vizek aktivitás-koncentrációjának ellenőrzése.

A SZEJVÁL telepített egységei az adott terület sugárzási viszonyairól adnak információt. A helyiségek nagy részében a gamma-dózisteljesítmény mérése mellett levegő nemesgáz és aeroszol aktivitás-koncentráció ellenőrzés is történik.

Az UDGB-08 típusú detektáló egységek feladata az ellenőrzött zóna kijelölt helyiségeiben megjelenő radioaktív nemesgázok (elsősorban ^{85}Kr , ^{87}Kr , ^{133}Xe , ^{135}Xe , ^{41}Ar) aktivitás-koncentrációjának meghatározása. A detektáló egységek aeroszol és jód előtétiszűrőkkel rendelkeznek, melyek feladata a mérőtér fogat megvéde az elszennyeződéstől.

A radioaktív izotópok a szennyezett, vagy a felaktiválódott berendezéseken végzett munkák során kerülhetnek a levegőbe általában aeroszolok formájában. A BDAB-05 detektáló blokk feladata a radioaktív aeroszolok összes béta aktivitás-koncentrációjának ellenőrzése.

A dózisteljesítmény detektáló blokkok feladata a helyiségek és az üzemi terület sugárzási szintjének ellenőrzése. A különböző méréstartományú BDMG típusú detektáló blokkok választéka biztosítja a természetes háttér megközelítő szinttől a baleseti szintig történő folyamatos gamma-dózisteljesítmény ellenőrzést.

A 2. blokki 1. számú akna környezetében az alábbi táblázatban látható telepített detektorok üzemelnek.

1. táblázat Reaktorcsarnok telepített SZEJVÁL detektorai

Alfanumerika	Mérés típusa	Műszer típusa	Energia tartomány	Mérési tartomány
20XQ11R588	Radioaktív nemesgáz összes-béta aktivitás-koncentráció	UDGB-08	0,3–3,0 MeV	$7,4 \times 10^4 - 2,4 \times 10^7$ Bq/m ³
10XQ11R316		UDGB-08 (D)		$5,2 \times 10^6 - 5,2 \times 10^9$ Bq/m ³
20XQ11R581, R582	20TN13,10TN13 rendszer nemesgáz összes-béta aktivitás-koncentráció	UDGB-08	0,3–3,0 MeV	$7,4 \times 10^4 - 2,4 \times 10^7$ Bq/m ³
10XQ11R311, R312		UDGB-08 (D)		$5,2 \times 10^6 - 5,2 \times 10^9$ Bq/m ³
20XQ12R562	Radioaktív aeroszol összes-béta aktivitás-koncentráció	BDAB-05	0,3– 2,2 MeV	$3,7 - 3,7 \times 10^3$ Bq/m ³
10XQ12R213				$37 - 3,7 \times 10^4$ Bq/m ³
20XQ20R103		BDMG-41-01		8,7– 8 700 µGy/h

Alfanumerika	Mérés típusa	Műszer típusa	Energia tartomány	Mérési tartomány
20XQ20R104	Gamma dózisteljesítmény	BDMG-41-02	0,12–1,25MeV	8,7–8,7x10 ³ mGy/h
20XQ20R105		BDMG-41-02		8,7–8,7x10 ³ mGy/h
20XQ20R106		BDMG-41		0,87– 870 µGy/h
20XQ20R560		BDMG-41		
20XQ20R561		BDMG-41		
20XQ20R563		BDMG-41		
20XQ20R564		BDMG-41		
20XQ20R565		BDMG-41		
20XQ20R566		BDMG-41		

A radioaktív nemesgáz mérések kiegészítő információiként szolgálhatnak a helyreállítás során, azonban mind a munkaplatform, mind a munkaplatform alól elszívott levegő folyamatos nemesgáz ellenőrzését meg kell oldani.

A reaktorpódium radioaktív aeroszol összes-béta aktivitás-koncentráció ellenőrzése szintén nem alkalmas sem a munkaplatform, sem a munkaplatform alól elszívott levegő folyamatos ellenőrzésére, ezért ezeket új eszközökkel kell megoldani.

A gamma-dózisteljesítmény mérők a reaktorcsarnok ellenőrzését biztosítják. A reaktorpódium ellenőrzésére részben fel lehet használni a reaktorpódiumra telepített SZEJVÁL detektorokat, azonban szükséges egy új dózisteljesítmény mérő, amely a reaktorpódium másik oldalán kerül elhelyezésre és hosszabbító kábellel szükség esetén az 1. sz. aknába is be lehet engedni. A munkaplatform ellenőrzésére egy új gamma-dózisteljesítmény mérő telepítése szükséges.

A Kiegészítő Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (KISER)

A Kiegészítő Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (KISER) feladata a sugárzási állapot folyamatos ellenőrzése a munkaterületen, az adatok megjelenítése az operatív ellenőrzési pontokon, a 2-es blokkvezénylőben és a 1-es dozimetriai vezénylőben. Az adatok ábrázolása sémaképen és grafikonok formájában, valamint a mért adatok adatbázisban történő tárolása, a mérési eredmények összehasonlítása figyelmeztető- és vészszintekkel, valamint fény- és hangjelzések küldése a kijelző blokkokra.

A KISER folyamatos ellenőrzést valósít meg az alábbiak vonatkozásában:

- munkaplatformon:
 - a gamma-sugárzás dózisteljesítménye,
 - a levegő alfa-, béta- és gamma-aeroszolok aktivitás-koncentrációja,
 - a radioaktív jód és nemesgázok aktivitás-koncentrációja;
- reaktorcsarnok pódiumán a gamma-sugárzás dózisteljesítménye;
- az 1-es akna vizének összes-gamma aktivitás-koncentrációja;
- a munkaplatform alól eltávolított és már szűrt levegőben:
 - a levegő alfa-, béta- és gamma-aeroszolok aktivitás-koncentrációja,
 - a radioaktív jód és nemesgázok aktivitás-koncentrációja.

A munkaplatformon a gamma-dózisteljesítmény ellenőrzésének detektorát a munkaplatform síkja felett 1,5 m magasságban kell elhelyezni, a reaktorpódiumon pedig a feljárat mellett.

A munkaterület levegőjének mintavételét a munkaplatform síkjától 1,5 m magasságban és az aknafaltól legalább 50 cm-re kell megvalósítani, a munka végzés körzetéből a személyzet "légzési zónájából". A mérő egységeket a munkahely körzetében a pódium mellett olyan helyen kell elhelyezni, ahol a külső gamma-háttérsugárzás feltételei megvalósulnak.

Az 1. sz. akna vizének összes-gamma aktivitás-koncentrációját az autonóm hűtőkori vezetékre szerelt, szcintillációs detektor gamma-spektrumának mérése útján kell meghatározni.

A munkaplatform alól elszívott szűrt levegőből a mintát még azelőtt a pont előtt kell venni, ahonnan szennyezettség esetén meg van a lehetősége a 20TN01 szellőző rendszer felé történő elirányításra. A mérőegységek az A516/2-es szellőzőgépházban nyernek elhelyezést.

A készülékek kiválasztása

A készülékek kiválasztásánál figyelembe vett szempontok:

- a készülékek mérési tartománya és energia tartománya megfelelő legyen,
- a hitelesítés, illetve a kalibrálás egyszerűen biztosítható legyen,
- a folyamatban lévő sugárvédelmi rekonstrukciók készülék típusaival lehetőleg azonosak legyenek a kiválasztott készülékek,
- könnyen beszerezhetők legyenek,
- könnyen rendszerbe illeszthetők legyenek,
- egyszerű üzemeltethetőség,
- karbantartás biztosítható legyen,
- tartalék alkatrész biztosítható legyen.

Mindezek alapján telepített kiegészítő sugárvédelmi ellenőrző rendszer egységes készülékbázison, az MGPI RAMSYS rendszeren lett felépítve. Az egyes mérőkészülékek a mérés-specifikus érzékelő detektor és az azt illesztő mérőegység kivételével egységesen MGPI gyártmányú LPDU – helyi adatfeldolgozó és megjelenítő – készülékeket alkalmaznak. Az egyes készüléktípusokban a következő LPDU egységek kerültek alkalmazásra (2.sz táblázat):

2. táblázat:

Készülék	Detektor	LPDU típus	Mérési tartomány
GIM204-L	Si	LPDU/Si	5 μ Sv/h - 1 Sv/h
NGM 206-L	NaI(Tl)	LPDU/SAS	1 MBq/m ³ – 1 TBq/m ³
ABPM 201-L	PIPS	LPDU/PIPS β -mérő	1 Bq/m ³ – 10 MBq/m ³
ABPM 201-L	PIPS	LPDU/PIPS α -mérő	0,01 Bq/m ³ – 10 ⁴ Bq/m ³
IM 201-L	NaI(Tl)	LPDU/SAS	3,7 Bq/m ³ - 3,7 MBq/m ³
NGM 204-L	PIPS	LPDU/PIPS	37 kBq/m ³ – 3700 MBq/m ³

A készülékek mérési tartományával szemben elvárások:

Az alsó méréshatár lehetőleg alacsonyabb legyen, mint alaphelyzetben az adott sugárzási paraméter értéke. Ha az alsó méréshatár magasabb, mint alaphelyzetben az adott sugárzási paraméter értéke, mert az adott paraméter értéke rendkívül alacsony, vagy akár nulla (pl.: a jódmérő esetén), akkor a készülékkel szemben elvárás, hogy már nagyon kis emelkedést észleljen és a növekményt az adatbázisban megjelenítse.

A készülékeknek nagy biztonsággal kell mérni a figyelmeztető- és vépszint tartományba eső értékeket.

A felső méréshatárnak olyan nagyoknak kell lennie, hogy üzemzavar esetén is képes legyen az adott sugárzási paraméter mérésére. Amennyiben súlyos üzemzavar, vagy baleset esetén az adott sugárzási paraméter nagyobb a készülék felső méréshatáránál, akkor a készüléknek ezt jeleznie kell.

3. táblázat Az egyes készülékek telepítési adatai

Alfanumerika	Mért paraméter	Készülék	Mintavétel	Detektor helye
20XQ20R001	Gamma-dózisteljesítmény	GIM204-5	Pódium	Pódium
20YQ20R002	Gamma-dózisteljesítmény	GIM204-7	Platform	Platform
95TG32R001	Víz összes-gamma aktivitás-koncentráció	NGM 206	Aut. hűtőkör	Aut. hűtőkör
20TG04R001	Aeroszol alfa aktivitás-koncentráció	ABPM 201	Platform	Pódium mellett
20TG04R004	Aeroszol béta aktivitás-koncentráció		Platform	Pódium mellett
20TG04R002	Jód aktivitás-koncentráció	IM 201	Platform	Pódium mellett
20TG04R003	Nemesgáz aktivitás-koncentráció	NGM 204	Platform	Pódium mellett
20TN13R001	Aeroszol alfa aktivitás-koncentráció	ABPM 201	TL04	A516/2
20TN13R004	Aeroszol béta aktivitás-koncentráció		TL04	A516/2
20TN13R002	Jód aktivitás-koncentráció	IM 201	TL04	A516/2
20TN13R003	Nemesgáz aktivitás-koncentráció	NGM 204	TL04	A516/2

A figyelmeztető- és vészszintek megalapozása

A munkaplatformon és a reaktorpódiumon a gamma-dózisteljesítmény figyelmeztető szintjének meghatározása azon alapult, hogy a személyzet a munkaterületen a munkák végrehajtása során 360 órát tölt. A személyzet által a munkaterületen eltöltött időt figyelembe véve azért, hogy a személyzet külső sugárterhelése ne haladja meg a 15 mSv értéket, elengedhetetlen, hogy a személyzet átlagos dózisa egy műszakra vetítve nem haladhatja meg a 160 μ Sv értéket műszakonként. Kiindulva abból, hogy a személyzet négy órát tölt egy műszak alatt a munkaterületen, a külső sugárterhelés dózisteljesítményének ellenőrzési szintje nem haladhatja meg a 40 μ Sv/h értéket. A vészszint értéke 400 μ Sv/h, mivel az operatív dozimetriai ellenőrzés miatt az egyéni dózismérő figyelmeztet a napi dóziskorlát megközelítésére.

A munkaplatformon az alfa- és a béta-aeroszol koncentráció figyelmeztető és riasztási értékeinek meghatározásánál feltételeztük, hogy a belső sugárterhelés fele az alfa-aeroszoloaktól, fele a béta-aeroszoloaktól származik.

Az alfa-aeroszol aktivitás koncentráció figyelmeztető és riasztási értékének meghatározása a munkaplatformon:

A dóziskonverziós tényező konzervatívan megválasztva az Assessment of Occupational Exposure Due to Intakes of Radionuclides, IAEA SSS (No. RS-G-1.2) alapján: $K_{i,\alpha} = 5 \cdot 10^{-5}$ Sv/Bq (Pu-239-re). A légzésvédő hatása konzervatív feltételezéssel tízszeres csökkentéssel lett figyelembe véve. Ebből az 5 mSv/360h órához tartozó alfa-aeroszol aktivitás-koncentráció figyelmeztetési szintje 1 Bq/m³ értékre adódik:

$$\text{Figyelmeztető szint} = 5 \text{ [mSv]} / 2 / 5 \times 10^{-2} \text{ [mSv/Bq]} / 360 \text{ [h]} * 1,2 \text{ [m}^3\text{/h]} \sim 1 \text{ Bq/m}^3$$

A vészszint származtatására azt a szintén igen konzervatív megközelítést alkalmaztuk, hogy a dolgozó a dozimetriai engedélyen egy napra engedélyezett dózist nem kaphatja meg akkor sem, ha végig a platformon dolgozik. Ha 1 mSv-es engedélyezett dózisu dozimetriai engedéllyel végzik a munkát és a külső/belső sugárterhelés 15:5 arányában oszlik meg, ez 0,25 mSv napi belső sugárterhelésnek felel meg. Ebből - a figyelmeztető szinthez hasonlóan számítva - az alfa-aeroszol aktivitás-koncentráció vészszintje az 5 Bq/m³ érték adódik.

Hasonló megfontolások alapján a béta-aeroszol aktivitás-koncentráció mérés figyelmeztető- és vészszintjére – a $K_{i,\beta} = 2 \cdot 10^{-8}$ Sv/Bq figyelembe vételével (Sr-90-re) - a következő értékek adódtak:

- figyelmeztető szint: 2500 Bq/m³,
- vészszint: 12500 Bq/m³.

$$\text{Figyelmeztető szint} = 5 \text{ [mSv]} / 2 / 2 \times 10^{-5} \text{ [mSv/Bq]} / 360 \text{ [h]} * 1,2 \text{ [m}^3/\text{h]} \sim 2500 \text{ Bq/m}^3.$$

Bár jód-izotópok megjelenésére nem számítunk a helyreállítás alatt, a jód aktivitás-koncentráció mérőkre is határozunk meg figyelmeztető- és vészszinteket. A munkaplatform levegőjének ellenőrzését végző jódmérőre az 5 mSv belső sugárterhelés ellenőrzési szint mellett a Munkahelyi Sugárvédelmi Szabályzatban rögzített LAK érték alapján a 200 Bq/m³ aktivitás-koncentrációt fogadtuk el vészszintként, figyelmeztetési szintként ennek a szintnek a harmadát, a könnyebb kezelhetőség érdekében 70 Bq/m³-re kerekítve.

A víz aktivitás-koncentrációra nem kellett figyelmeztető- és vészszinteket külön meghatározni, ugyanis tervezési alapadatként rögzítésre került a 10³ MBq/m³ aktivitás-koncentráció, mint az általában elérendő szint és a 10⁴ MBq/m³, amit bizonyos műveleteknél el lehet érni. Ezek alapján a figyelmeztető- és vészszint beállítási értéke a 10³ MBq/m³, illetve a 10⁴ MBq/m³ aktivitás-koncentráció.

A platform alól elszívott és tisztított levegő figyelmeztető- és vészszintjeinek meghatározásánál először a kibocsátási korlátokból számoltunk vissza, azonban ezek egyrészt igen magas aktivitás-koncentrációkat eredményeztek, másrészt a tervezés megkezdésénél deklaráltuk, hogy a kibocsátások minimalizálása az egyik alapvető célunk, ezért a kibocsátási korlátokból történő származtatást elvetettük.

A kibocsátási korlátokból történő származtatást egy példán keresztül mutatom be:

A nemesgáz aktivitás-koncentráció mérő figyelmeztető- és vészszintjeinek meghatározásánál a Kr-85 izotópot kell figyelembe venni, ugyanis ez az egyetlen nemesgáz izotóp, ami a rendszerben még jelen van. A Kr-85 izotópra vonatkozó kibocsátási korlát 1,2*10¹⁹ Bq/év. Ha a végrehajtásra tervezett három hónap alatt egyenletesen bocsátjuk ki a Kr-85 izotópot a platform alóli szellőzőrendszeren keresztül, akkor a következő számítást lehet elvégezni:

- Tervezett munkaidő 90*24 óra, azaz 2160 óra.
- Kibocsátott levegő térfogat, a szellőzőrendszer 4500 m³/h térfogatáramát figyelembe véve: 2160 óra * 4500 m³/h = 9,72*10⁶ m³.
- A Kr-85 kibocsátási korlát eléréséhez szükséges aktivitás-koncentráció: 1,2*10¹⁹ Bq/9,72*10⁶ m³ = 1,23*10¹² Bq/m³.

A 1,23*10¹² Bq/m³ igen magas aktivitás-koncentráció, ennél nagyságrendekkel alacsonyabb szinteket kívánunk betartani.

Mindezek alapján a platform alól elszívott és tisztított levegő figyelmeztető- és vészszintjeinek meghatározásánál azt az elvet követtük, hogy ezek a mérések legfeljebb a platform méréseinek normáit érhetik el, tehát a figyelmeztető- és vészszintek ne legyenek rosszabbak, mint a munkaplatformon.

Az alábbi táblázatban láthatók KISER mérőcsatornáinak figyelmeztető- és vészszintjei.

4. táblázat A KISER mérőcsatornáinak figyelmeztető- és vészszintjei

Alfanumerika	Mérési tartomány	Figyelmeztetés	Riasztás
20XQ20R001	5 μSv/h - 1 Sv/h	40μSv/h	400μSv/h
20YQ20R002	5 μSv/h - 1 Sv/h	40μSv/h	400μSv/h
20TG04R001	0.01 Bq/m ³ – 10 kBq/m ³ (α)	1,00 Bq/m ³	5,00 Bq/m ³
20TG04R004	1 Bq/m ³ – 1 MBq/m ³ (β)	2500 Bq/m ³	12500 Bq/m ³
20TG04R002	3,7 Bq/m ³ – 3,7 MBq/m ³	70 Bq/m ³	200 Bq/m ³
20TG04R003	3,7 kBq/m ³ – 3700 MBq/m ³	10 ⁶ Bq/m ³	10 ⁷ Bq/m ³
95TG32R001	1 MBq/m ³ – 1 TBq/m ³	10 ³ MBq/m ³	10 ⁴ MBq/m ³
20TN13R001	0.01 Bq/m ³ – 10 kBq/m ³ (α)	1,00 Bq/m ³	5,00 Bq/m ³
20TN13R004	1 Bq/m ³ – 1 MBq/m ³ (β)	2500 Bq/m ³	12500 Bq/m ³
20TN13R002	3,7 Bq/m ³ – 3,7 MBq/m ³	70 Bq/m ³	200 Bq/m ³
20TN13R003	3,7 kBq/m ³ – 3700 MBq/m ³	10 ⁶ Bq/m ³	10 ⁷ Bq/m ³

A megvalósult telepített sugárvédelmi ellenőrző rendszer bemutatása

Az automatikus sugárvédelmi ellenőrző rendszer (KISER) feladata a munkaterületen a sugárzási helyzet folyamatos ellenőrzése, a mérési eredmények megjelenítése a KISER rendszer monitorainak képernyőjén táblázatok és grafikonok alakjában; az eredmények tárolása az adatbázisban, azok papírra történő kinyomtatási lehetőségének biztosítása mellett; a mérési eredmények összehasonlítása a figyelmeztető- és vészszintekkel, illetve jelzések adása a kijelző blokkokra, amelyek a munkaplatformon és a diszpécseri pulton vannak elhelyezve.

A telepített sugárvédelmi ellenőrzés feladata a sugárvédelmi helyzet operatív értékelése és a személyzet operatív tájékoztatása annak romlásáról.

A KISER biztosítja az alábbiak folytonos ellenőrzését:

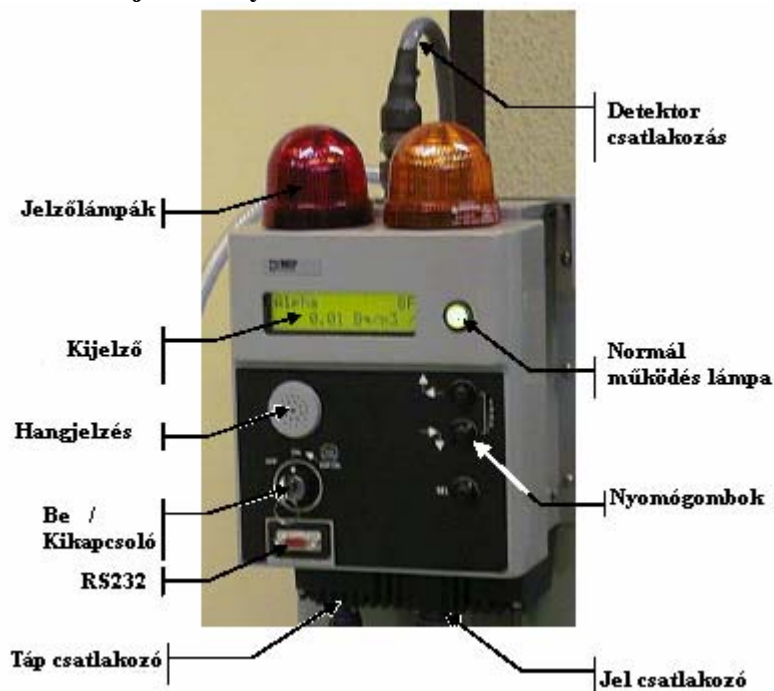
- A munkaterületen:
 - a munkaplatformon:
 - a gamma-sugárzás dózisteljesítménye (20XQ20R002ZP19);
 - az alfa-aeroszolk aktivitás-koncentrációja a levegőben (20TG04R001XQ41),
 - a béta- és gamma-aeroszolk aktivitás-koncentrációja a levegőben (20TG04R001XQ40);
 - a jód-131 aktivitás-koncentrációja (20TG04R002ZP19);
 - a radioaktív nemesgázok aktivitás-koncentrációja (20TG04R003ZP19);
 - a reaktorpódiumon:
 - a gamma-sugárzás dózisteljesítménye (20XQ02R001ZP91).
- Összes-gamma aktivitás-koncentráció az 1. sz. akna vizében (95TG32R001ZP19);
- A munkaplatform alól eltávolított levegőben:
 - az alfa-aeroszolk aktivitás-koncentrációja a levegőben (20TN13R001XQ40),
 - a béta- és gamma-aeroszolk aktivitás-koncentrációja a levegőben (20TN13R001XQ40);
 - a jód-131 aktivitás-koncentrációja (20TN13R002ZP19);
 - a radioaktív nemesgázok aktivitás-koncentrációja (20TN13R003ZP19).

Ezen kívül a SZEJVÁL rendszer biztosítja az alábbi ellenőrzést:

- a reaktorpódiumon:
 - gamma-dózisteljesítmény – BDMG-41-01 (20XQ20R103), BDMG-41-02 (20XQ20R105), BDMG-41 (20XQ20R560, 20XQ20R561);
 - a béta- és gamma-aeroszolk aktivitás-koncentrációja a levegőben – BDAB-05 (20XQ12R562);
 - a radioaktív nemesgázok aktivitás-koncentrációja – UDGB-08 (20XQ11R588)
- a reaktorcsarnokban:
 - gamma-dózisteljesítmény – detektorok BDMG-41 (20XQ20R563-R566);

Az egyes mérőegységek bemutatása

GIM 204-L gamma dózisteljesítmény mérő



1. ábra GIM 204-L gamma dózisteljesítmény mérő

A gamma-sugárzás dózisteljesítményének ellenőrzése a munkaplatformon az KISER GIM204-5 detektorával történik, amely a munkaplatform padlójától számítva ~1,5 m magasan helyezkedik el.

5. táblázat A GIM204-5 detektor műszaki jellemzői

A mérés típusa:	Gamma-dózisteljesítmény
Méréstartomány:	5 μ Sv/h-1 Sv/h
Energia tartomány:	60 keV-1.5 MeV
A sugárzás iránya:	oldalirányú (axiális)

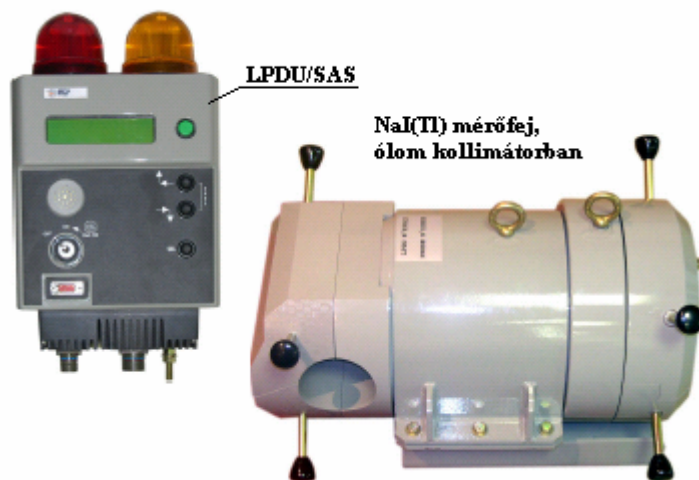
A gamma-sugárzás dózisteljesítményének ellenőrzése a reaktorpódiumon a GIM204-7 detektorral történik. A GIM204-7 detektor rendelkezik 10 m hosszú hosszabbító kábellel és alkalmazható az operatív mérések lefolytatására a pódiumon és az 1. sz. aknában.

6. táblázat A GIM204-7 detektor műszaki jellemzői

A mérés típusa:	Gamma-dózisteljesítmény
Méréstartomány:	5 μ Sv/h-1 Sv/h
Energia tartomány	60 keV-1.5 MeV
A sugárzás iránya:	oldalirányú

A GIM204-L gamma-dózisteljesítmény mérő egy „LPDU/Si”, vagy „LPDU/SiR” adatfeldolgozó egységből és egy „Si” vagy „SiR” érzékelőből épül fel. Az „LPDU/Si” és a hozzá tartozó „Si” érzékelő egybeépített egységet képez, az „LPDU/SiR” adatfeldolgozóhoz a „SiR” detektáló egység kábel segítségével csatlakoztatható.

NGM 206-L folyadékaktivitás mérő



2. ábra NGM 206-L folyadékaktivitás mérő

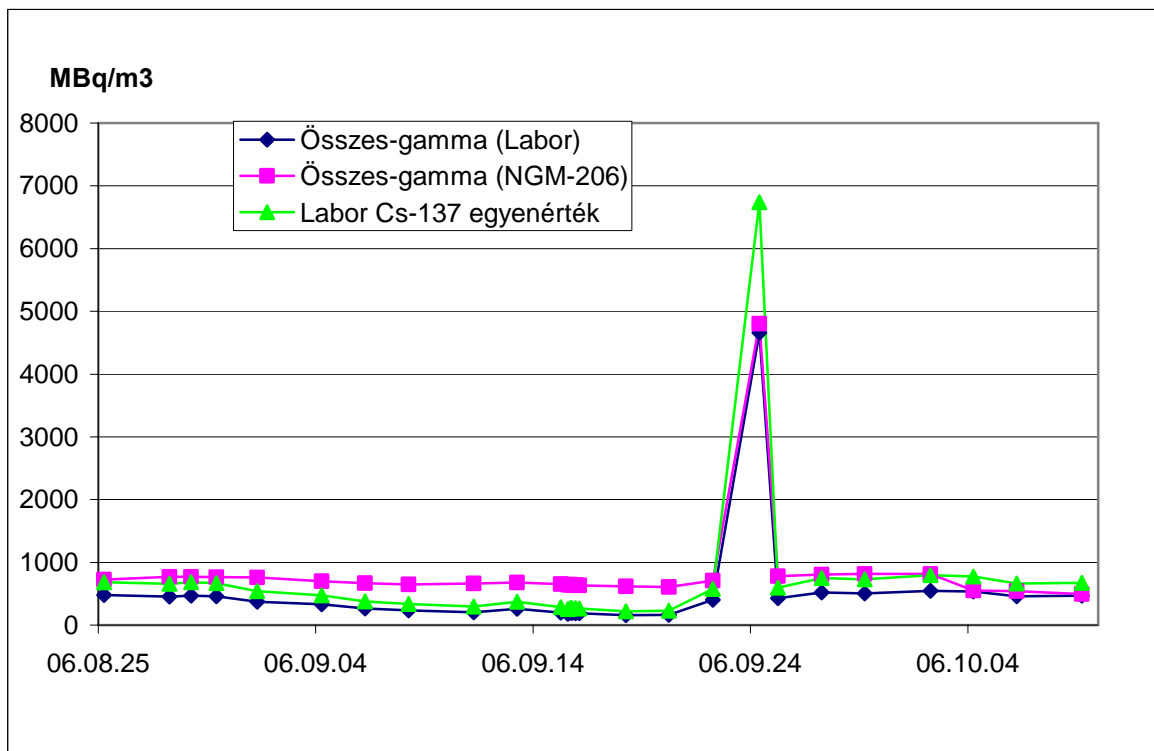
Az 1. sz. akna vizének összes-gamma aktivitás-koncentráció ellenőrzése az áramlásban történik real-time módon (on-line) megfelelően árnyékolt (NaI) gamma-spektrométer, az NGM-206 detektor segítségével. Az NGM-206 detektor biztosítja az összes-gamma aktivitás-koncentráció meghatározását a 1. sz. akna vizében. A detektor nem teszi lehetővé pontos mérések elvégzését a nuklid összetétel figyelembevételével. Az NGM-206 detektor jelzés növekedése a sugárzási körülmények romlásáról tanúskodik, ebben az esetben el kell végezni a sugárzási helyzet elemzését más detektáló blokkok kijelzéseinek figyelembevételével.

7. táblázat Az NGM-206 detektor műszaki jellemzői

A mérés típusa:	A folyadékok összes-gamma aktivitás-koncentrációja
Méréstartomány:	$10^6 - 10^{12}$ Bq/m ³
Energia tartomány:	150 keV-2,2 MeV

Az NGM 206-L folyadék-aktivitásmérő egy LPDU/SAS adatfeldolgozó egységből és hozzá kábelen csatlakozó ólom árnyékoló és kollimátor egységben elhelyezett NaI(Tl) szcintillátoros érzékelő egységből épül fel. A berendezés normál üzemállapotában az LPDU egységen az alfanumerikus kijelzőtől jobbra elhelyezkedő, normál üzemállapotot jelző zöld lámpa világít.

Elvégeztük az NGM-206 detektor jelzéseinek összehasonlítását a laboratóriumi radioanalitikai mérésekkel. Az alábbi ábrán látható, hogy az NGM-206 által mutatott összes-gamma aktivitás-koncentráció értékek nagyon jó egyezést mutatnak a laboratóriumi összes-gamma aktivitás-koncentráció értékekkel.



3. ábra NGM-206 adatainak összehasonlítása laboratóriumi mérésekkel

Az alfa-, béta- és gamma-sugárzó aeroszolok, jód-131 és a radioaktív nemesgázok (Kr-85) térfogati aktivitásának ellenőrzése a munkaterületen (a platformon) a személyzet „levegővételi zónájában” történik a PING detektorral (a mintavétel a munkaplatform padlójától számítva 1,5 m magasan és legalább 50 cm-re a faltól) történik. A munkaplatformon található az FD-02 mintavételi készülék. A detektor a reaktorcsarnokban található a reaktorpódium közelében. A mintát továbbító vezeték (az 1. sz. aknától a detektáló egységig) rozsdamentes acélcsőből készült (Ø18x1,5 mm).



4. ábra PING rendszer a reaktorcsarnokban

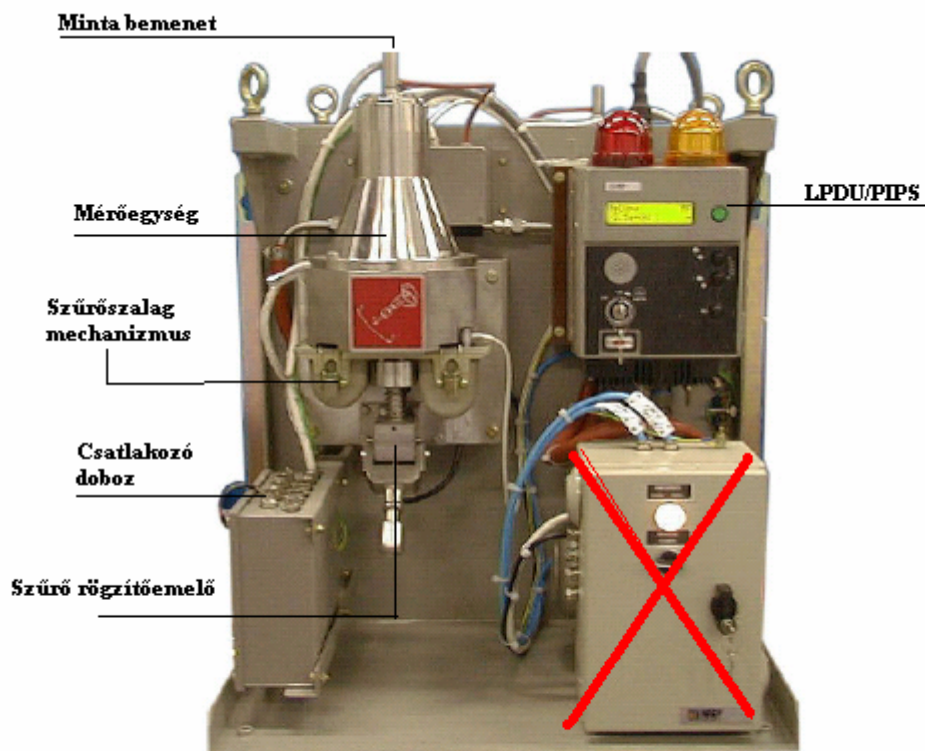
A PING készülék három elemből áll. Az első elem az ABPM-201L detektor – méri az alfa- és a béta-sugárzó aeroszolok aktivitás-koncentrációját a háttérsugárzás levonása után. A berendezés két detektorral van ellátva. A két detektor által mért értékek alapján az adatfeldolgozó egység meghatározza az aeroszolok által kibocsátott alfa- és béta aktivitás-koncentrációt. A második elem a jód-131 mérésre szolgál, típusa: IM-201L. A harmadik műszer méri a nemes gázok aktivitás-koncentrációját, típusa NGM-204L. A három elem mindegyike rendelkezik adatfeldolgozó egységgel, amely képes figyelmeztető jelzés kiadására, a határérték túllépése esetén pedig riasztó jelzést ad hang és fényjelzés formájában.

A munkaplatform alól eltávolított tisztított levegő alfa-, béta- és gamma aeroszolok aktivitás-koncentrációjának ellenőrzésére a mintát az akna szellőző rendszerének légszűrőjéből veszik, mielőtt az bekerülne a közös szellőző rendszerbe. A mérés a PING detektáló berendezéssel azonos berendezésen történik

ABPM 201-L aeroszol mérő

Az ABPM 201-L aeroszol-aktivitásmérő készülék egy ólom árnyékoló egységben elhelyezett mozgó szűrőszalagos PIPS detektoros mérőegységből, egy LPDU/PIPS adatfeldolgozó egységből és egy csatlakozó dobozból épül fel. A telepített ABPM egységek nem tartalmazzák a mintavevő szivattyút és a villamos vezérlődobozt, mivel ezek a nemesgáz mérőegységeken helyezkednek el.

A berendezés normál üzemállapotában az LPDU egységen az alfanumerikus kijelzőtől jobbra elhelyezkedő, normál üzemállapotot jelző zöld lámpa világít.



5. ábra ABPM 201-L aeroszol mérő

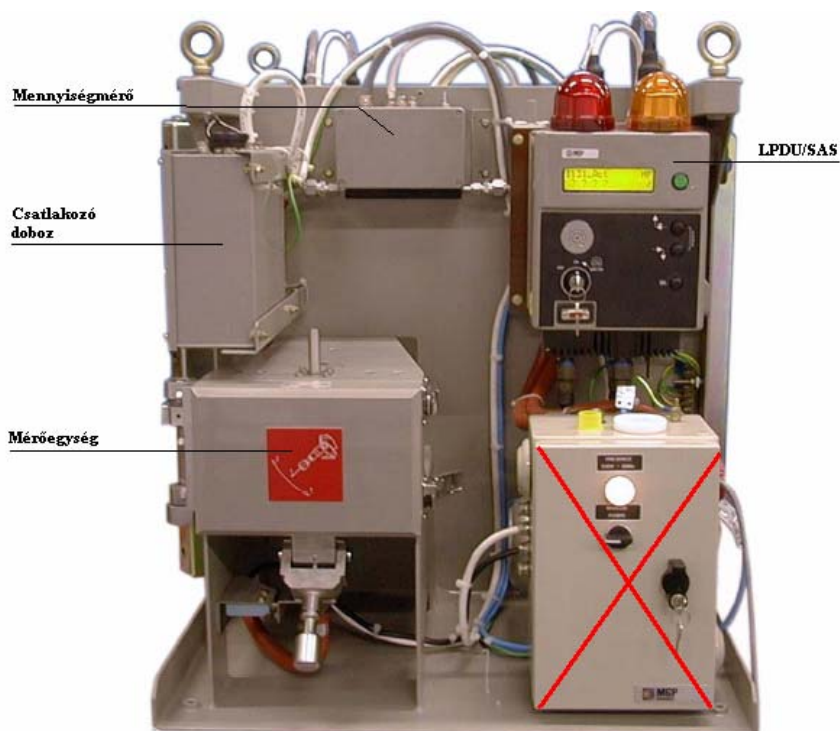
8. táblázat Az ABPM-201L detektor műszaki jellemzői

A mérés típusa:	A radioaktív aeroszolok α és β aktivitás-koncentrációja
Méréstartomány:	10^{-2} - 10^4 Bq/m ³ az α aktivitás-koncentrációra (kalibrálás ²³⁸ Pu-ra) 1 - 10^7 Bq/m ³ (¹³⁷ Cs-re átszámítva) β aktivitás-koncentrációra (kalibrálás ⁹⁰ Sr + ⁹⁰ Y).
Energia tartomány:	4,2-5,5 MeV alfa-sugárzásra 0,08-2 MeV béta-sugárzásra

Az ABPM-201L detektáló egység energia tartománya alfa-sugárzásra 4,2-5,5 MeV, azaz a műszer a Cm-242 (6,1 MeV) és a Cm-244 (5,8 MeV) sugárzással szemben nem érzékeny. Az ABPM-201L detektáló egység kijelzéseinek elemzését a laboratóriumi mérések eredményeinek figyelembevételével kell elvégezni. Az alfasugárzó aeroszolok térfogati aktivitását mérő csatorna figyelmeztető szintje 1 Bq/m³. Erre az értékre a detektáló blokk reakcióideje 59 perc.

Az béta-sugárzó aeroszolok aktivitás-koncentrációját mérő csatorna figyelmeztető szintje 2500 Bq/m³. Erre az értékre a detektáló blokk reakcióideje 4 perc.

IM 201-L jódmérő



6. ábra IM 201-L jódmérő

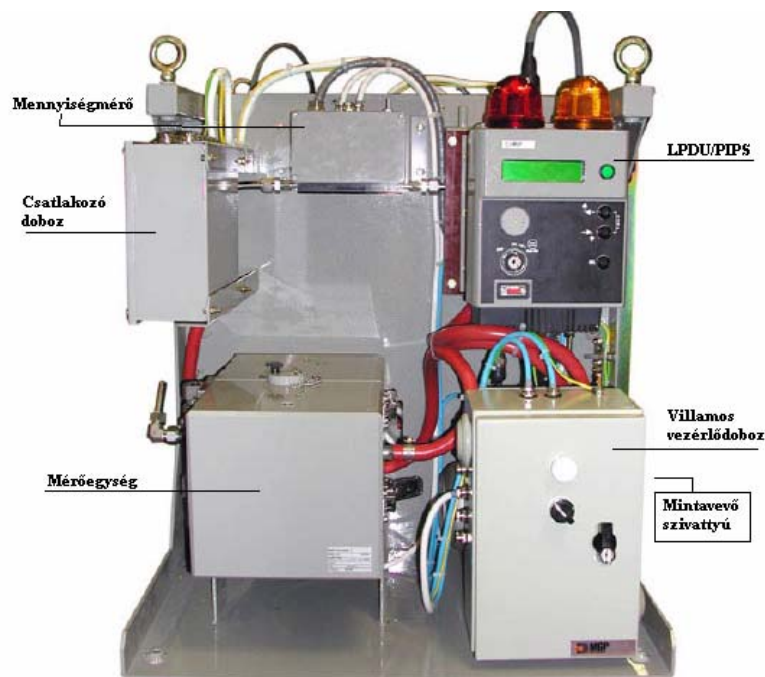
Az IM 201-L jód aktivitás-koncentráció mérő készülék egy ólom árnyékoló egységben elhelyezett aktív szén-szűrőből, egy NaI(Tl) szcintillátoros detektorból, egy LPDU/SAS adatfeldolgozó egységből és egy csatlakozó dobozból épül fel. A telepített IM 201-L egységek nem tartalmazzák a mintavevő szivattyút és a villamos vezérlődobozt, mivel ezek a

nemesgáz mérőegységeken helyezkednek el. A berendezés normál üzemállapotában az LPDU egységen az alfanumerikus kijelzőtől jobbra elhelyezkedő, normál üzemállapotot jelző zöld lámpa világít.

9. táblázat Az IM-201L detektor műszaki jellemzői

A mérés típusa:	A szerves formában és a gőz formában előforduló radioaktív jód aktivitás-koncentrációja
Méréstartomány:	10-10 ⁶ Bq/m ³
Energia tartomány:	0,3-2,2 MeV

NGM 204-L nemesgázmérő



7. ábra NGM 204-L nemesgázmérő

Az NGM 204-L nemesgáz aktivitás-koncentráció mérő készülék egy ólom árnyékoló egységben elhelyezett 300 cm³ térfogatú mérőtartályból, egy PIPS detektorból, egy LPDU/PIPS adatfeldolgozó egységből, egy csatlakozó dobozból és a mintavételt biztosító szivattyúegységből valamint az ehhez tartozó villamos vezérlődobozból épül fel. A telepített NGM 204-L egységek mintavevő szivattyúi biztosítják az ABPM és IM egységek mintavételét is.

10. táblázat Az NGM-204L detektor műszaki jellemzői

A mérés típusa:	A nemesgázok összes-béte aktivitás-koncentrációja
Méréstartomány:	3,7·10 ³ -3,7·10 ⁹ Bq/m ³ (⁸⁵ Kr-ra átszámítva)
Energia tartomány:	0,1-3 MeV

A készülékek üzemmódjai

A helyi adatfeldolgozó és kijelző (LPDU) egységek a következő üzemmódban lehetnek:

- Normál üzemmód, amikor a készülék a következő funkciókat látja el:
 - kapcsolatot tart a detektorral,
 - folyamatosan generál mérési eredményeket,
 - alarm és állapotjeleket kezel,
 - ellátja a kijelző és a billentyűzet felügyeletét,
 - vezérli a be-, és kimenetet,
 - eltárolja a memóriába az eseményeket és a mérési eredményeket,
 - folyamatos belső öntesztet hajt végre.
- Csökkentett szolgáltatás üzemmód, amikor a készülék a normál üzemmód szerinti funkciókat csak részlegesen látja el. A csökkentett üzemmódot kiváltó hiba megszűnése esetén a készülék automatikusan visszatér normál üzemmódba.
- Karbantartási üzemmód az operátor által a MASS programban kiadott paranccsal állítható be. A normál állapotba a hálózat ki-, bekapcsolásával, vagy szoftveresen kiadott átkapcsolás paranccsal kapcsolható vissza. Ebben a módban az LPDU a hálózattal és a vezérlő egységgel (PC+MASS) való kommunikációt segíti. Más funkciót, vagy feladatot nem lát el. Felfüggeszti a méréseket és az öntesztet.

Az LPDU egységek normál üzemállapot ellenőrzésére külön eljárást nem kell alkalmazni, mivel a készülék folyamatos öntesztet hajt végre. A normál üzemállapotról meggyőződhetünk a SEL feiratú nyomógomb kétszeri megnyomásával, amikor a kijelző egységen a „NORMAL + END” üzenetnek kell megjelennie. Normál üzemmódban a zöld üzemállapot jelzőlámpának világítani kell.

Hibás működés esetén a hiba által érintett berendezés LPDU alfanumerikus kijelzőjén az “FLT” rövidítés jelenik meg, a normál üzemet jelző zöld lámpa kialszik. A hiba fellépésével egy időben a “SEL” gombbal nyugtázható hangjelzés is keletkezik. Az egyes hiba okok közül az aeroszol és jód mérőkön fellépő „Szűrő hiba”, illetve az aeroszol, jód és nemesgáz mérőkön fellépő „Forgalom hiba” kezelői beavatkozást, a többi hibajelzés karbantartói beavatkozást igényel.

Karbantartásra történő kiadáskor a berendezés(ek) előkészítése nem szükséges, mivel a hiba jellege (önteszt eredménye), a történeti fájl a MASS szoftver segítségével olvasható ki, amihez az LPDU hálózati feszültség ellátása szükséges. Az esetleg szükségessé váló ki- és visszakapcsolást a karbantartó végzi el, az egyéb sugárvédelmi mérőberendezésekéhez hasonlóan.

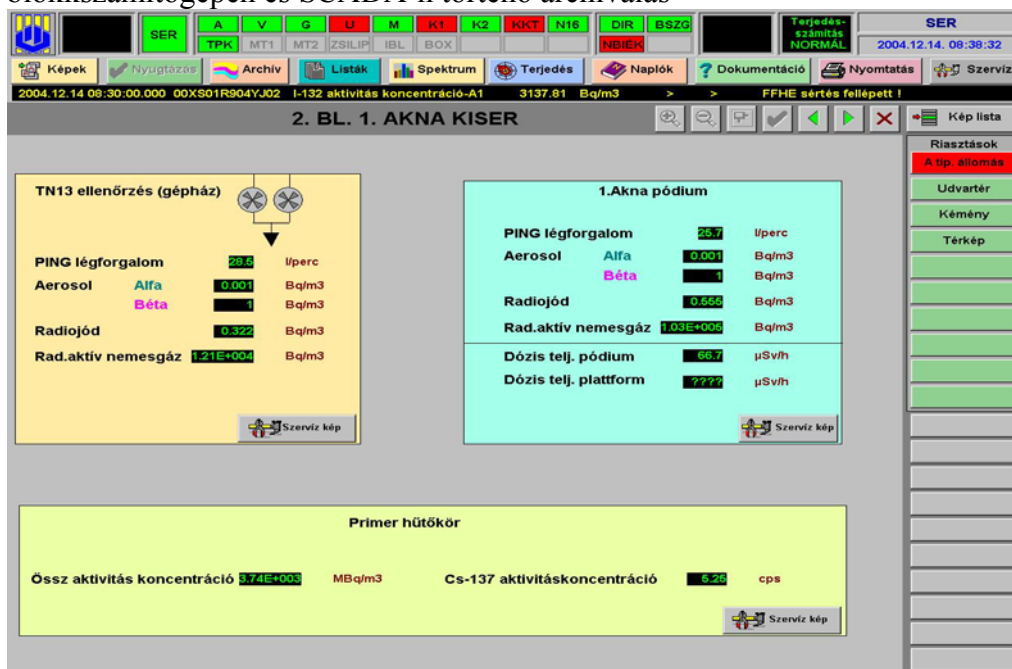
Mérési adatok megjelenítése és archiválása

A mérőrendszerek által mért értékek a helyi kijelzőkön (LPDU), a reaktorpódium melletti operátori pulton, a 2. blokki blokkszámítógépen és az 1. Dozimetria Vezénylőben a SCADA rendszeren jelennek meg és archiválódnak. A helyi kijelzők az utolsó 60 db perces, órás és napi mérési adatot tárolják. Ugyancsak az utolsó 60 db esemény megnevezését is archiválja a rendszer egy ún. történeti fájlban. Az archív adatok a MASS szoftver segítségével olvashatók ki. A blokk számítógépről az adatok a KKSER-SCADA (a telepített kibocsátás- és

környezetellenőrző rendszer dozimetriai információs rendszere) rendszerbe kerülnek átadásra az 1. Dozimetria Vezénylőbe, ahol a Dozimetriai Szolgálat felügyeli a rendszert.

Az adatok megjelenítésének több formája lehetséges:

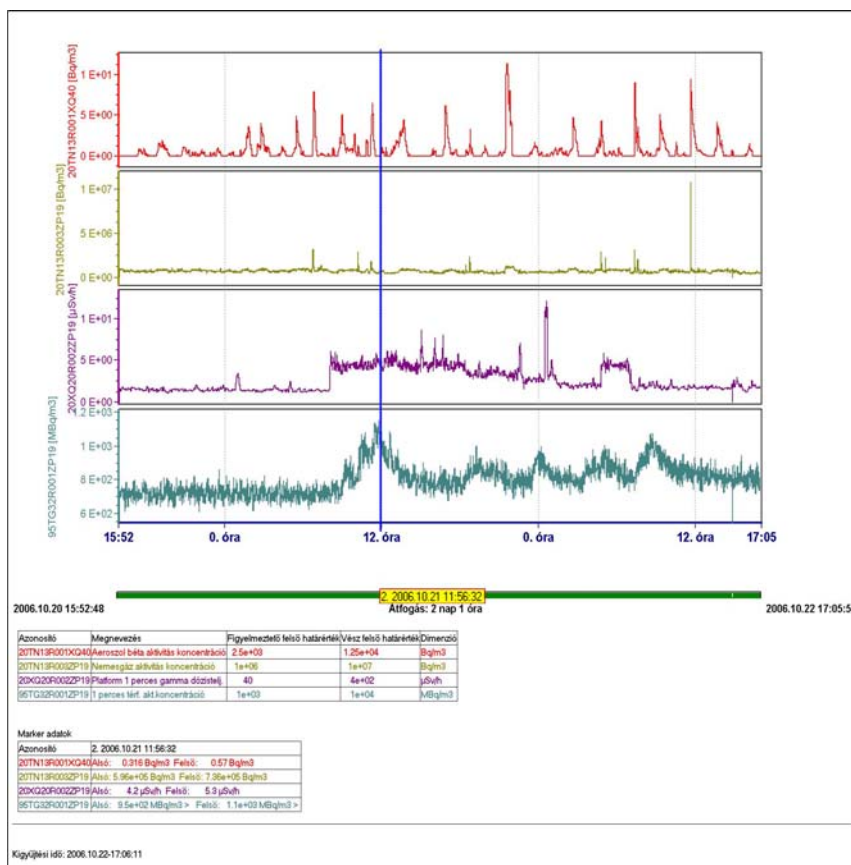
- Helyszíni megjelenítés
- PC-s kiolvasású történeti fájl, spektrumok
- blokkszámítógép monitorán történő megjelenítés
- SCADA rendszerében történő megjelenítés
- Helyszíni gyűjtött hibajelzések
- blokkszámítógépen és SCADA-n történő archiválás



8. ábra A KISER jelzéseinek megjelenítése sémaképen a SCADA rendszerben

A sémaképekről közvetlenül leolvashatók az aktuális mérési eredmények, illetve a különböző állapotjelzések. Az archivált adatokból listákat, trendeket lehet készíteni, megjelenítve így az operátor által kiválasztott adatokat különböző időintervallumok között.

A következő ábrán néhány trend látható [6].



9. ábra Adatok megjelenítése trendek formájában a KISER rendszerből

Összefoglalás

A közleményben egy új, telepített sugárvédelmi ellenőrző rendszer tervezését és létesítését mutattuk be. Az 1. számú akna és környezete állapotának részletes ismeretéhez elengedhetetlen a folyamatos sugárvédelmi ellenőrzés megvalósítása telepített monitoring rendszerekkel. A helyreállításra történő felkészülés során egy új, egyedi telepített monitoring rendszer tervezése és létesítése történt meg, amelynek segítségével az 1. számú akna és környezetének folyamatos ellenőrzése biztosítható.

A telepített sugárvédelmi ellenőrzés feladata a sugárvédelmi helyzet operatív értékelése és a személyzet tájékoztatása. A KISER rendszer létrehozásával az 1. számú akna körül egy komplex, telepített sugárvédelmi ellenőrző rendszer üzemel, amely alkalmas a munkaterület sugárási helyzetének folyamatos ellenőrzésére, a mérési eredmények megjelenítésére, az eredmények tárolására, a mérési eredmények összehasonlítására a figyelmeztető- és vészszintekkel, illetve jelzések adására a kijelző blokkokra.

A KISER folyamatos ellenőrzést valósít meg az alábbi paraméterek vonatkozásában:

- munkaplatformon:
 - a gamma-sugárzás dózisteljesítménye,
 - a levegő alfa-, béta- és gamma-aeroszolk aktivitás-koncentrációja,
 - a radioaktív jód és nemesgázok aktivitás-koncentrációja;
- reaktorcsarnok pódiumán a gamma-sugárzás dózisteljesítménye;
- az 1-es akna vizének összes-gamma aktivitás-koncentrációja;
- a munkaplatform alól eltávolított és már szűrt levegőben:

- a levegő alfa-, béta- és gamma-aeroszolok aktivitás-koncentrációja,
- a radioaktív jód és nemesgázok aktivitás-koncentrációja.

A KISER méréseit kiegészítik a SZEJVÁL rendszer gamma-dózisteljesítmény, béta- és gamma-aeroszolok, valamint radioaktív nemesgázok aktivitás-koncentráció mérései.

A helyreállítás során a KISER rendszer mindvégig megbízhatóan és magas színvonalon biztosította az akna és a környezete sugárvédelmi ellenőrzését és operatív felügyeletét, jelentősen hozzájárulva ezzel a helyreállítás eredményes végrehajtásához, a 2. blokk 2006. december 29-ei sikeres újraindításához.

Hivatkozások

1. Paksi Atomerőmű 2127360 az 1. sz. akna helyreállítása. A SF eltávolításának elvi engedélyezési dokumentációja (95TGA00ERE00283B) ETV-ERŐTERV Rt, Budapest, 2005.
2. Sugárvédelmi Szabályzat a Paksi Atomerőműben történő munkavégzésre. A Paksi Atomerőmű 2. blokk 1. sz. aknájában történt üzemanyag-sérülés következményeinek felszámolása, Paksi Atomerőmű Zrt., Paks, 2006.
3. **Bujtás T.**, Nényei Á.: Az üzemzavar helyreállításának sugárvédelmi kérdései, Fizikai Szemle, 2006/4, pp.: 119-122.
4. **Bujtás T.**, C. Szabó I., Nényei Á.: A Paksi Atomerőmű 2. blokki 1. számú akna helyreállításának sugárvédelmi kérdései, XXX. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam, Keszthely, 2005. május 3-5., pp.: 38.
5. **Tibor Bujtás**, Árpád Nényei: Radiation protection aspects of the incident recovery, Second European IRPA Congress on Radiation Protection, Book of abstract and full paper on enclosed CD, Paris, 2006., pp.: 169.
6. **Bujtás T.**, C. Szabó I., dr. Nényei Á.: A Paksi Atomerőmű 2. blokki 1. számú akna helyreállításának sugárvédelmi mérési eredményei, V. Nukleáris Technika Szimpózium, Paks, 2006.november 30-december 01., pp.: 29.