

Szakvélemény

A létesítmény egészségi kockázatainak és az egészségre gyakorolt hatásainak megítélése

**A JAVYS, a.s. által üzemeltetett
Radioaktív hulladék-feldolgozási és -kezelési
technológia**

**a Jaslovské Bohunicei létesítményben
a Nagyszombati (Trnava) kerületben**

Készítette:

MUDr. Jindra Holíková
Homolova 12
841 02 Bratislava

Pozsony, 2013. július

Aláírás:

Tartalomjegyzék:

1. Általános információ
2. Az értékelés célja
3. Hivatkozott dokumentumok
4. Az értékelés tárgya
5. Érintett lakosság
6. Ellenőrzött tényezők
7. Ionizáló sugárzás
 - 7.1. Az ionizáló sugárzások fajtái
 - 7.2. Élettani hatások és egészségre gyakorolt hatások
 - 7.3. Ionizáló sugárzások forrásai a radioaktív hulladék-feldolgozó és -kezelő technológiákban (RAWPTT) és az A1 atomerőmű üzemén kívül helyezésének létesítményeiben
 - 7.4. A RAWPTT és az A1 atomerőmű üzemén kívül helyezése létesítményeinek ionizáló sugárhatásai a lakosságra
 - 7.5. Egészségi kockázatok értékelése
8. Kémiai tényezők
 - 8.1. A levegőminőségre gyakorolt hatások
 - 8.2. A vízszennyezés hatásai
 - 8.3. A talajszennyezés hatásai
9. Fizikai tényezők
 - 9.1. Zajhatások
 - 9.2. Az elektromágneses sugárzás hatásai
10. Pszichológiai hatások
11. Szociológiai hatások
12. Tárgyalás
13. Konklúziók

Mellékletek:

1. Hivatkozások és jogszabályok
2. A Szlovák Köztársaság Közegészségügyi Hivatala által 2007.05.24-én, OLP/4572/2007 számon, „A környezetben előforduló egészségi kockázatok felismerése, azok egészségre gyakorolt lehetséges hatásainak értékelése céljából” tárgyában kiadott, szakmai alkalmasságot igazoló bizonyítvány másolata
3. A 2010.02.10-én, 483/2010/OHPV számon, egészségvédelem területén végzett környezeti hatásvizsgálat tárgyában kiadott, szakmai alkalmasságot igazoló bizonyítvány másolata
4. A 2010.11.18-án, OOD/7839/2010 számon kiadott, közegészségügyi hatásvizsgálat tárgyában szakmai alkalmasságot igazoló bizonyítvány másolata

1. Általános információ

Ügyfél:

EKOS PLUS s.r.o., Župnénám. 7, 811 03 Bratislava
Cégjegyzékszám: 31 392 547

Üzemeltető:

Jadrová a vyrad'ovaciaspoločnosť (JAVYS), a.s., Tomášikova 22, 821 02 Bratislava
Cégjegyzékszám: 35 946 024

2. Az értékelés célja

Az egészségi kockázatok és az egészségre gyakorolt hatások értékelése a Szlovák Köztársaság Nemzeti Tanácsának (NC SR) 2006. évi 24. sz., a környezeti hatásvizsgálatról szóló törvény, és az illetékes hatóság – a Szlovák Köztársaság Környezetvédelmi Minisztériuma – határozata alapján készült Értékelési jelentés részét fogja képezni.

A tevékenység már folyik a helyszínen, és a törvény kötelezően előírja az értékelését. A működés alapvető elemei 1987-ben és 1993-ban jóváhagyási folyamaton mentek keresztül, a munkaterület fokozatosan fejlődött és átalakult, és új műszaki eljárások kerültek bevezetésre. A módosítások 2012-ben fejeződtek be, és érték el jelenlegi formájukat. Ezért az illetékes hatóság nem kérte alternatív megoldás kidolgozását.

3. Hivatkozott dokumentumok

- Az EKOS PLUS s.r.o. által Pozsonyban, 2012 augusztusában készített „JAVYS a.s. radioaktív hulladék-feldolgozási és -kezelési technológiája a Jaslovské Bohunicei létesítményben” című projektterv
- A Szlovák Köztársaság Közegészségügyi Hivatalának OOPŽ/7119/2011 sz., 2011.10.21-én kelt határozata a besugárzást okozó tevékenységek engedélyezéséről (felmentés a Jaslovské Bohunicei A1 atomerőmű épületei szellőzőkéményein át kibocsátott radioaktív anyagok [RAS] közigazgatási kontrollja alól; felmentés a Dudvák és Váh folyókba kibocsátott RAS közigazgatási kontrollja alól; az A1 nukleáris létesítményből/atomerőműből, a RAWPTT-ből és a közbenső kiégett fűtőelemek tárolólétesítményéből [ISSF] származó, radioaktivitással szennyezett anyagok kibocsátása);
- Jogszabályi és szakértői irodalom (lásd 1. sz. melléklet)

4. Az értékelés tárgya

A radioaktív hulladék feldolgozására és kezelésére szolgáló technológia (RAWPTT) létesítménye és az A1 atomerőmű üzemén kívül helyezésére szolgáló létesítmény a nagyszombati (Trnava) kerületben, Bohunice kataszteri területén, a Jaslovské Bohunicei nukleáris létesítményi telephely dél-keleti részén helyezkedik el.

Ez egy épületegyüttes, mely a telep nyugati részén áll, az 1977-es baleset után leállított, majd üzemén kívül helyezett A1 atomerőmű területén belül. Ez a terület a területrendezési tervben beépített, telephelyi területként szerepel.

A tevékenység célja az A1 és a V1 atomerőművek üzemén kívül helyezése során keletkező alacsony és közepes aktivitású radioaktív hulladék (RAW) feldolgozása és kezelése. A létesítmény egyéb nukleáris létesítmények működéséből származó radioaktív hulladékot, valamint kutatási tevékenységből, gyógyászati diagnosztikai és terápiás tevékenységekből stb. származó intézményi radioaktív hulladékot is feldolgoz.

A létesítmény három részből áll:

- A. A nukleáris RAWPTT létesítmény részét képező technológiák, melyek a következőkből állnak: a Bohunicei Feldolgozóközpont (mely a hulladékot osztályozza, sűríti, cementálja, égeti és préseli), bitumenizáló gépsorok, szennyvíztisztító állomás, radioaktív fémhulladékok feldolgozása, légkondicionáló berendezések szűrőinek feldolgozása és nagykapacitású dekontamináló gépsor.
- B. Az A1 atomerőmű üzemén kívül helyezésére szolgáló, az erőmű korábbi épületeiben elhelyezkedő technológiák (iszapstabilizálás, a szennyezett beton kezelése, a szennyezett talaj osztályozása, gáztartályok dekontaminálása, betontömbök őrlése és osztályozása).
- C. Az A1 atomerőmű üzemén kívül helyezéséhez kapcsolódó, különleges feladatokat betöltő technológiák az A1 fő termelőblokkban (vitifikáció, kiégett nukleárisfűtőanyag-kazetták kezelése, nagyméretű radioaktív fémhulladékok darabolása, dekontamináló egységek).

A kezelt hulladékot a mohi (Mochovce) Nemzeti Radioaktív hulladék-tározóba (NRAWR) szállítják, és a hulladéknak csak az erősebb aktivitású részét – amely nem felel meg a NRAWR területén való letárolás feltételeinek – helyezik el a nukleáris létesítményi telephelyen a radioaktív hulladék tárolására kialakított helyszínen, amíg el nem készül egy mélytározó vagy egy integrált radioaktív hulladék-tároló létesítmény.

Üzemi szállítás biztosítja a csomagok, nyersanyagok és feldolgozandó anyagok beérkezését, valamint az inaktív hulladéknak alvállalkozókhoz történő, a kezelt radioaktív hulladéknak pedig a mohi NRAWR területére történő elszállítását. Az országúti szállítás a III/504012 sz. úton zajlik két irányban: Jaslovské Bohunicén át Nagyszombat irányában, és Zsúkon (Žilovceto) keresztül az I/61 sz. úton Pozsony (Bratislava) és Trenčsén (Trenčín) irányában. A szállítószerződés forgalma az út összes forgalmának 0,5 %-át, a teherforgalomnak pedig a 3,7 %-át teszi ki.

A vasúti szállítás egy 8,1 km hosszú mellékvágányon biztosított, mely a nagykosztolányi (Veľké Kostolany) vasútállomásig vezet.

A létesítmény a belső elosztóhálózathoz csatlakozik. Az ivóvizet a Trnavská vodárenská spoločnosť, a.s. (Nagyszombati Vízmű Társaság) szolgáltatja, a hideg víz pedig a Sĺňava víztározóból érkezik, az SE, a.s., EBO V2 erőmű közvetítésével. Forró víz a főüzemi és tartalék kazánteremből érkezik, gőzt pedig a V2 atomerőmű szolgáltat. A különböző fajtájú szennyezett vizeket a telephely szennyvízgyűjtőin keresztül a szennyvízkezelő telepekre juttatják, majd a kezelt vizet a Dudvák és Váh folyókba engedik.

5. Érintett lakosság

Az értékelt tevékenység a Jaslovské Bohunicei nukleáris létesítményi telephelyén belül valósul meg. Az értékelt tevékenység központjától számított 5 km sugarú körbe 9 település esik, kb. 9184 lakossal (2011). A legközelebbi lakóövezet Jaslovské Bohunicén található, kb. 2200 méter távolságra az értékelt tevékenység helyszínétől. A települések összesen 3 járáshoz

tartoznak (a nagyszombati, a pöstyéni [Piešťany] és a galgóci [Hlohovec] járásokhoz). A lakosok számát és az értékelt tevékenység helyszínétől való távolságot lásd az 1. sz. táblázatban.

A lakosság ionizáló sugárzásnak való kitettségének mértéke nem csak a távolságtól, hanem a radioizotóp-tartalmú kéménycsóva irányától és diszperziójától, valamint az érintettek szennyezett vizeknek való kitettségének hatásaitól is közvetlenül függ.

1. sz. táblázat:

A nukleáris létesítményi telephely szomszédságában elhelyezkedő települések lélekszáma (2011), és hozzávetőleges távolságuk a RAWPTT létesítménytől (m)

Település	Járás	Lakosság	Távolság
Jaslovské Bohunice	TT	2015	2200
Alsórados (Radošovce)	TT	426	2200
Maniga (Malženice)	TT	1379	3800
Alsódombó (Dolné Dubové)	TT	649	4200
Nagykosztolány (Veľké Kostolany)	PY	2708	3800
Besenyőpetőfalva (Pečeňady)	PY	511	3200
Nézsnafalva (Nižná)	PY	529	4200
Ratkóc (Ratkovce)	HC	329	4100
Zsúk (Žilkovce)	HC	638	4500
Összesen		9184	

Dolgozók és a munkakörülmények

A létesítmény épületében és a nukleáris létesítményi telephely egészén dolgozók munkahelyi környezetét befolyásolja leginkább a létesítmény.

Kb. 270 teljes munkaidejű dolgozó végez munkát az értékelt létesítményen belül.

A munkahelyi környezet és a lehetséges egészségi kockázatok értékelése nem képezi a szakvélemény tárgyát. Ezeket a szempontokat az NC SR 2007. évi 355. sz. törvény 45. cikke alapján kiadott, besugárzást okozó tevékenységet engedélyező határozattal együtt értékelte a Szlovák Köztársaság illetékes Közegészségügyi Hatósága (PHA SR). Ezzel egy időben kerültek meghatározásra az üzemeltetési utasításokban a működési feltételek a dolgozók és a lakosság egészségvédelme érdekében.

A meghatározott működési előírásoknak, betegségmegelőző orvosi vizsgálatoknak és az ellenőrzött zónán belül dolgozók megengedett kumulatív effektív dózisének betartását az illetékes állami egészségügyi felügyeleti testület ellenőrzi – a Szlovák Köztársaság illetékes Közegészségügyi Hatósága (PHA SR) és a pozsonyi MEDICHEM s.r.o. munkaegészségügyi szolgálat.

6. Ellenőrzött tényezők

A RAWPTT és az A1 atomerőmű üzemén kívül helyezésének létesítményei a lakosság életkörülményei és a környezet alább sorolt tényezőit befolyásolhatják:

- Ionizáló sugárzás
- Kémiai tényezők – A levegőszennyezés hatásai
A vízszennyezés hatásai
A talajszennyezés hatásai
- Fizikai tényezők – Zajhatások
Elektromágneses sugárzás
- Pszichológiai hatások
- Szociológiai hatások

7. Ionizáló sugárzás

7.1. Az ionizáló sugárzások fajtái

Átalakulásukkor a radionuklidok anyaguk vagy energiájuk egy részét háromféleképpen bocsáthatják ki a környezetükbe:

- alfa-sugárzás – két protonnal és két neutronnal rendelkező részecskék kibocsátása;
- béta-sugárzás – elektronok és neutrínók kibocsátása;
- gamma-sugárzás – elektromágneses sugárzás.

A különbség az ionizációs képességükben és a környező anyagokba való behatolási képességükben van. Az alfa- és béta-sugárzások ionizációt okoznak, de nagyon csekély a penetrációs képességük; a gamma-sugárzásnak pedig nagyon erős a behatolási képessége, de csekély ionizációt okoz.

A források és hatásaik értékelése a következő paraméterek alapján történik:

- A sugárforrás aktivitását becquerelben (Bq) fejezzük ki, $1 \text{ Bq} = 1 \text{ atommag bomlása másodpercenként az adott mennyiségű anyagban}$.
- A dózis határozza meg a fizikai hatást a kitett anyagban, és az elnyelt energia mennyiségéeként fejezzük ki grayben (Gy), $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$.
- Az ekvivalens dózis jellemzi a kitett élő szöveten kifejtett hatást, és sievertben (Sv) fejezzük ki. $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J/kg}$. Általában három nagyságrenddel kisebb egységet használunk – millisievertet (mSv) vagy mikrosievertet (μSv).

7.2. Az élettani, és az egészségre gyakorolt hatások

Élő anyagba hatolva a sugárzás ionizálja a sejtek élettanilag fontos anyagainak molekuláit. Az élettani hatások két csoportot alkotnak:

1. Determinisztikus (okozati) hatások – szöveti reakciók
2. Sztochasztikus (véletlenszerű) hatások –
 - 2.1. Karcinogén hatások
 - 2.2. Reprodukcióban bekövetkező károsodások

Ad 1:

A szövetek sugárzásra adott reakciójának van egy küszöbdózisa, azaz egészségi hatással nem járó dózisa, ami a szövetek regenerálódási képességének köszönhető.

Az egyes célszervek eltérő érzékenységet mutatnak a besugárzásra. A legérzékenyebb szövetekben a gray néhány tizednyi dózisa is károsodást tud okozni. Nagyon érzékeny a herék, a szemlencse, a csontvelő és a petefészkek szöve.

A szöveti reakció általában magasabb kitettségi dózisok eredménye, ami lehet korai (azaz a kitettséget követően napok vagy hetek múlva következik be) vagy késleltetett (azaz a kitettséget követően hónapok vagy évek múlva következik be).

A hatások megnyilvánulási formája a gyulladásos reakciótól a sejtek egy részének elhalása okozta szöveti károsodásig, és a szervek ebből következő funkcionális zavaráig terjedhet.

A károsodás mértéke nő a kitettség dózisával.

Ad 2:

A sztochasztikus hatásokat bizonyos számú emberenként valószínűsíthetően előforduló halálesetek vagy megbetegedések számaként jellemezzük. A súlyosság értékelésének alapjául az ilyen jelenségek előfordulásának vetítési alapja szolgál, és a szakirodalom a *megengedett (tolerálható) kockázat* kifejezést használja, ami alatt az értékelt terheléssel kapcsolatban elhanyagolhatónak tekintett esetek számát értjük. Az USA EPA egymillió kitett személy közül egy esetet (1×10^{-6}) tart megengedhető halálozási kockázatnak, az Európában szokásos megengedett érték 1–5 eset százezer kitett személyből ($1-5 \times 10^{-5}$).

A *karcinogén hatások* a sérült sejtmag következményei – itt található a dezoxiribonukleinsav (DNS), a genetikai információ hordozója. Ez esetben a dózis és a hatás kapcsolatának nincs küszöbértéke, azaz nincs olyan biztonságos dózis, ami ne jelentené valamely betegség kifejlődésének kockázatát.

Ezt késleltetett hatások okozzák, amik a sugárzásnak való kitettségtől számított bizonyos idő elteltével jelentkeznek. Az egyéni dózisok az egész élet során összeadódnak.

Az elnyelt dózist a daganat előfordulási valószínűségének növekedéséhez kapcsolják, és nem a sérülés súlyosságához.

A *reprodukciónban bekövetkező károsodások* a következő generációban okoznak ártalmat a szaporítószervek, az ivarsejtek, a magzat vagy a fejlődő szervezet károsításával. Ez szaporodási rendellenességeket okozhat, vetélést, halvaszületett csecsemőket és életben maradt sérült egyedeket (születési rendellenességeket). Ebben az esetben sincs küszöbérték a dózis és a hatás közötti kapcsolatban.

Bár meg kell jegyezni, hogy a sugárzás által károsodott legtöbb sejt elveszti szaporodóképességét és elhal. E sejtek helyét új, egészséges sejtek veszik át. A sejtmagokban található DNS-duplaspirálok is rendelkeznek a sérülések kijavításának képességével. A genetikai anyag, a sejtek és a szövetek e javítóképességeinek köszönhetően a sugárzás a várhatónál lényegesen kisebb mértékben okoz egészségkárosodást az emberekben.

A rosszindulatú tumor által okozott elhalálozás kockázatának együtthatója a szakirodalom szerint $5 \times 10^{-2}/\text{Sv}$, ami azt jelenti, hogy 1 Sv értéknek kitett 100 ember közül a vetítési alaphoz képest öttel többen halnak meg az ilyen kitettség rákos hatásai miatt.

Az ICRP (Nemzetközi Sugárvédelmi Bizottság [ang.: International Commission on Radiological Protection]) az egészségkárosodásra (azaz a gyógyítható és nem gyógyítható rákra és örökletes hatásaira) vonatkozó együtthatót $5,7 \times 10^{-2}/\text{Sv}$ -ben állapította meg, azaz 100 ember 1 Sv értéknek való kitettsége 5-6 személyben vagy következő generációikban (születési rendellenességek formájában) okoz egészségi hatásokat.

A 2006. évi 345. sz., a dolgozók és a lakosság ionizáló sugárzás elleni egészségvédelme érdekében hozott, alapvető biztonsági előírásokat tartalmazó kormányrendelet 1 mSv ($= 10^{-3} \text{ Sv}$) értékben határozza meg az egy naptári év alatt a lakosságra jutó megengedett effektív dózist. Ez a dózis a radioaktív sugárforrások szomszédságában élőkre vonatkozik, és magában

foglalja a kitettség összes közvetítési módját (levegő, víz, élelmiszer stb.). Ez a dózis a besugárzás következtében 5×10^{-5} szintű hozzáadott, rák által okozott halálozási kockázatot jelent, azaz 5 személyt a 100.000 kitett személy közül. Szlovákiában a **rák által okozott halandóság vetítési alapja** jelenleg kb. 2×10^{-3} , ami 1000 elhunytból 2 főt jelent.

A Föld népessége állandóan ki van téve különböző forrásokból származó *természetes ionizáló sugárzásnak*. A becsült átlagos évi effektív dózis 3,7 mSv/év, ami a népesség nagy része esetében az összes elnyelt dózissal akár a 80 %-át is kiteheti.

2. sz. táblázat:

A természetes forrásokból származó átlagos éves dózisok a népesség körében

Forrás	mSv/év
Kozmikus sugárzás	0,3
A geológia általajból (a radon kivételével)	0,8
A radon bomlástermékeinek belégzésével	2,6
Természetes források összesen	3,7

A természetes forrásokból származó terhelés jelentősen megnövekszik a nagyobb magasságokban (pl. fennsíkokon) vagy mélységekben (barlangokban) való hosszú távú tartózkodás esetén.

Ez a terhelés tovább nő a *gyógyászati vizsgálati és kezelési módszerek*, a munkakörnyezetben (laboratóriumok, defektoszkópia stb.) használt sugárforrások, a nukleáris fegyverkísérletek során keletkező sugárzás, és a nukleáris erőművek üzemeltetése által is.

3. sz. táblázat:

A gyógyászati célú ionizáló sugárzás mesterséges forrásaiból származó dózisok a népesség körében

Forrás	Dózis
Az egészségügyben használt ionizáló sugárzásból származó átlagos dózis	1,5 mSv/év
Mammográfia	3 mSv
A fej tomográfiája	50 mSv
Sugárkezelés	1000 mSv

7.3. Ionizáló sugárzások forrásai a radioaktív hulladék-feldolgozó és -kezelő technológiákban (RAWPTT) és az A1 atomerőmű üzemén kívül helyezésének létesítményeiben

A létesítmény a stroncium (^{90}Sr) radioaktív izotópjai, béta- és gamma-sugárzást kibocsátó radionuklidok (Mn, Co, Zn, Nb, Ag, Sb, Cs, Ce izotópjai) és alfa-sugárzást kibocsátó radionuklidok (Pu, Am) által szennyezi a levegőt.

A létesítmény radioaktív anyagok levegőbe történő gázkibocsátásának, és radioaktív anyagoknak a Dudvák és Váh folyókba történő folyadékkibocsátásának forrása. Ezek a kibocsátások tovább szennyezhetik a halakat, az üledékeket és a szennyezett vízzel öntözött élelmiszereket.

A PHA SR határozata engedélyezte a levegőbe és a vízbe, valamint a hulladékelhelyezés során kibocsátott radioaktív anyagok közigazgatási kontroll alóli felmentését, lefektetve e tevékenység feltételeit, beleértve a kibocsátott anyagok aktivitásának állandó kiértékelését.

A határozat e kibocsátásoknak és a radionuklidok megfelelő csoportjainak éves emissziós határértékeit is meghatározza. 2011-ben a három kibocsátó (46A, 46 és 808 épületek) által a légkörbe juttatott radioaktív anyagok mennyisége a stroncium éves határértékének 0,27–1,36 %-át, a beta- és gamma-emitterek határértékének 0,21–0,43 %-át, és az alfa-emitterek határértékének 0,10–0,18 %-át érte el.

A radioaktívanyag-tartalmú, előkezelt szennyvizek a Jaslovské Bohunicei telephely összes működési egysége által közösen használt csatornarendszeren keresztül távoznak. 2011-ben a RAWPTT létesítményeiből származó, a SOCOMAN csatornarendszeren keresztül elvezetett szennyvíz teljes mennyisége elérte az 5932 m³-t (*helyesen: m³-t – OFFI Zrt.*) a nukleáris létesítményi telephelyről származó szennyvizek 961.117 m³-es (*helyesen: m³-es – OFFI Zrt.*) összmennyiségéből.

A kijuttatott dekontaminált hulladék megfelel a maradványsugárzás határértékeinek, és nincs hatása az értékelt tevékenység környezetére.

7.4. A RAWPTT és az A1 atomerőmű üzemén kívül helyezésének létesítményeiből származó ionizáló sugárzás hatásai

Az értékelés céljából, számítások alapján (kéménycsóva diszperziója, szélirány stb.) kiválasztásra került az ionizáló sugárzás feltételezett legnagyobb hatásának kitett helyszín – a teleptől északra eső lakatlan szektorban, és az értékelt létesítménytől délkeleti irányban kb. 4 km távolságban, Ratkóc és Zsúk települések lakóövezeteiben.

A tényleges meteorológiai méréseken és az Indítványozó összes, a telephelyen belül elhelyezkedő létesítményéből (beleértve a kiégett fűtőelemek közbelső tárolólétesítményét és az üzemén kívül helyezett V1 atomerőművet) származó kibocsátások együttes mérési eredményein alapuló számítások meghatározták a **teljes évi effektív dózisokat** a 2–12 éves és a 2–7 éves gyerekek kritikus korcsoportjára 2011-ben és 2012-ben. Ezek a dózisok figyelembe vették a kitettség összes közvetítési módját – a levegőből, szennyezett vízzel vagy talajjal (üledékek) történő érintkezés által, és a táplálékláncból (szennyezett hal és szennyezett vízzel öntözött zöldségek és gyümölcsök fogyasztása). A 4. sz. táblázat közli a számított dózisok áttekintését.

4. sz. táblázat: Maximális számított teljes effektív dózisok 2011-ben és 2012-ben (Sv)

Elhelyezkedés	2011-es év	2012-es év	Átlag
1-es lakatlan szektor	7,01x10 ⁻⁸	6,63x10 ⁻⁸	6,82x10⁻⁸
Ratkóc–Zsúk	4,14x10 ⁻⁸	3,98x10 ⁻⁸	4,06x10⁻⁸

A **RAWPTT határértéki kibocsátásai** éves effektív dózisainak elméleti maximuma is kiszámításra került, tehát abból az esetből származó értékekkel, amikor a környezetbe (a légkörbe és a hidroszférába) történő összes kibocsátás feltételezetten elérte a meghatározott határértéket. Ezek az értékek a Váh folyóba történő kibocsátásra vonatkozóan **4,31x10⁻⁶**

Sv/év, a Dudváh folyóba történő kibocsátásra vonatkozóan pedig **$6,47 \times 10^{-6}$ Sv/év**. A kritikus pontok 5–20 km távolságra helyezkednek el a telephelytől.

Ezután egy feltételezett **baleset** következtében létrejövő maximális effektív dózis került értékelésre (földrengés, áradás, robbanás, repülőgép katasztrófa, üzemi- v. szolgáltatási anyagvesztés és tűz). A vészhelyzeti szituációk legkedvezőtlenebb kombinációja esetén az effektív dózis elérte a **$0,298 \text{ mSv/év}$** ($= 298 \mu\text{Sv/év}$) értéket 1 év alatti gyermekek esetén, az értékelt tevékenységtől számított legkritikusabb, 3 km-es távolságban.

A PHA SR határozata **$12 \mu\text{Sv/évben}$** határozta meg a RAWPTT és az A1 atomerőmű üzemén kívül helyezéseinek létesítményei (az ISSF-et is beleértve) működése által a lakosságra jutható maximális effektív dózist. Ez a dózis arányos, és figyelembe veszi az egyes személyek kitettségét a nukleáris létesítményi telephelyen működő egyéb forrásoknak is, a 2006. évi 345. sz. kormányrendeletnek megfelelően. Ez a szabályozás **$250 \mu\text{Sv/év}$** értékben határozza meg a nukleáris létesítmények szomszédságában élő lakosság kritikus csoportjára jutó egyéni effektív dózis határértékét.

Az alábbi táblázat a dózishatárértékek és a számított dózisok áttekintését tartalmazza.

5. sz. táblázat:

A lakosságra jutó ionizáló sugárzás megengedett és számított maximális effektív dózisa

Dózis típusa	Dózis (Sv/év)
Lakossági határérték a 2006. évi 345. sz. kormányrendelet szerint	1×10^{-3}
A PHA SR határértéke a RAWPTT, az A1 atomerőmű és az ISSF számára	12×10^{-6}
A lakosság kritikus csoportjára eső, nukleáris létesítményekből származó sugárzás határértéke a 2006. évi 345. sz. kormányrendelet szerint	250×10^{-6}
Az Indítványozó összes létesítményére számított max. együttes effektív dózis lakatlan övezetben	$6,82 \times 10^{-8}$
Az Indítványozó összes létesítményére számított max. együttes effektív dózis a lakóövezetben	$4,06 \times 10^{-8}$
A RAWPTT határértéki kibocsátásából számított max. dózis	$6,47 \times 10^{-6}$
A RAWPTT balesetéből számított max. dózis	$2,98 \times 10^{-4}$

7.5. Kockázatértékelés

A **lakóövezetre** 2011. és 2012. évekre számított, az Indítványozó összes létesítményének működéséből származó kitettség **$4,06 \times 10^{-8}$ Sv/év** maximális dózisát összehasonlítva a PHA SR határozata által a RAWPTT, az A1 atomerőmű és az ISSF számára engedélyezett dózissal (12×10^{-6}) azt látjuk, hogy a legkitettebb zónában az egy gyermekre jutó tényleges dózis kb. **300-szor kisebb** a megengedettnél. A **lakatlan övezetre** jutó dózis pedig **$6,82 \times 10^{-8}$** , ami kb. 175-ször kisebb.

A kockázatszámításkor a **kumulatív dózis** meghatározásához a folyamatosan a legmagasabb sugárzásnak kitett övezetben élő személyre eső kitettségére vonatkozóan *70 éves élettartam* lett figyelembe véve. A vizsgált évek éves dózis átlagértéke **$4,06 \times 10^{-8}$ Sv**, ami **284×10^{-8} Sv** összértéknek felel meg a 70 éves teljes élettartam alatti kitettség esetében. Megszorozva a kitettség által okozott rosszindulatú daganatból származó halál kockázatának együtthatójával ($5 \times 10^{-2}/\text{Sv}$), a kockázat **$1,4 \times 10^{-7}$** , ami 10 millió lakosonként 1–2 halálessettel jelent többet a vetítési alaphoz viszonyítva. Ugyanígy számolva, a lakatlan övezetben való hosszú távú tartózkodás kockázata **$2,4 \times 10^{-7}$** , ami 10 millió lakosonként 2–3 halálessettel jelent többet a vetítési alaphoz viszonyítva.

A RAWPTT létesítmény **határértéki kibocsátásából** számított elméleti maximum dózis **$6,47 \times 10^{-6}$ Sv** (a Dudváh folyóba), azaz $6,47 \mu\text{Sv}$, ami a PHA SR határozata által megengedett dózis **54 %-a**. 70 éves élettartam alatt a kitettség egy személyre jutó teljes dózisa 453×10^{-6} Sv-t érne el. A számított kockázat ekkor **$2,3 \times 10^{-5}$** volna, ami kb. 2 halálessettel jelent többet a vetítési alaphoz viszonyítva, 100.000 érintett lakosonként. Tekintetbe véve a kibocsátási határértékek alacsony arányú kihasználtságát, valószínűtlen a lakosság ebből származó terhelése.

6. sz. táblázat

Az éves dózisok, a teljes élettartamra számított dózisok és a viszonylagos kockázat áttekintése

Elhelyezkedés	Éves dózis	Teljes élettartamra számított dózis	Kockázat (számítás)	Kockázat
Lakott övezet	$4,06 \times 10^{-8}$	284×10^{-8}	1420×10^{-10}	$1,4 \times 10^{-7}$
Lakatlan övezet	$6,82 \times 10^{-8}$	477×10^{-8}	2385×10^{-10}	$2,4 \times 10^{-7}$
Határértéki zóna	$6,47 \times 10^{-6}$	453×10^{-6}	2265×10^{-8}	$2,3 \times 10^{-5}$

A Szlovákiában rosszindulatú daganatok miatt bekövetkező halálesetek vetítési alapját tekintve – **2×10^{-3}** (azaz 2 fő 1000 halálessetenként), és a dohányzók daganat okozta halálának kockázatával – **1×10^{-2}** (azaz egy fő minden száz dohányos közül) összehasonlítva, ez a kockázat elhanyagolható.

A maximális baleseti dózist, aminek a kritikus zóna egy lakosa elméletileg ki lehet téve a RAWPTT létesítmény több vészhelyzeti eseményének együttes előfordulásakor – **$2,98 \times 10^{-4}$ Sv** –, csak a Szlovák Köztársaság Egészségügyi Minisztériumának rendelete által a lakosságra vonatkozóan meghatározott 1×10^{-3} Sv határértékhez lehet hasonlítani. Az eredményül kapott arány a megengedett éves dózishoz viszonyítva **0,3 %**. Ebből a szempontból a létesítmény szomszédságában élő lakosság kitettsége baleset esetén nem jelent egészségi kockázatot. Ugyanakkor a pajzsmirigy, a csontvelő és a bőr vonatkozásában ajánlott maximális egyenértékdózisok túllépésre kerülhetnek. Vészhelyzetben minden egészségvédelmi intézkedést (pl. jódpromóxi) javasolt megtenni, és ki kell zárni minden további szükségtelen ionizáló sugárzásnak való kitettséget az adott évben.

Konklúzió:

Nem várható, hogy a Jaslovské Bohunicei nukleáris létesítmények telephelyén elhelyezkedő RAWPTT és az A1 atomerőmű üzemén kívül helyezése létesítményeinek forrásaiból

származó radioaktív sugárzás fenyegetné a lakosság egészségét, még a feltételezett balesetek együttes előfordulásakor sem.

8. Kémiai tényezők

8. 1. A levegőszennyezés hatásai

A RAWPTT és az A1 atomerőmű üzemén kívül helyezésének létesítményei nem alkotnak önálló levegőszennyezési forrást. A használt levegőt a működési területről légkondicionáló rendszeren keresztül három kéményhez vezetik el. A RAS-tartalmú használt levegőt aeroszolszűrőkkel kezelik, 99,9 %-os hatékonysággal. A használt levegőben jelen vannak egyéb szennyezőanyagok is, úgymint a korlátozott mértékű kibocsátást jelentő illékony szerves vegyületek (VOC-k) a felforrósított bitumenből, vagy a porszemcsék (szilárd szennyezőanyagok – SP) a cementálásból, aprításból vagy őrlésből. A porszemcséket tartalmazó használt levegő SP-szűrőkön halad át.

Egy másik levegőszennyezési forrás az **üzemi szállítás** – a gyűjtőcsomagok, nyersanyagok és feldolgozandó anyagok beérkezése, az inaktív hulladék elszállítása, valamint a kezelt radioaktív hulladéknak a mohi NRAWR területére történő elszállítása. Az országúti szállítás a III/504012 sz. úton zajlik két irányban: Jaslovské Bohunicén át Nagyszombat irányában, és Zsúkon (Žilkovce) keresztül az I/61 sz. úton Pozsony (Bratislava) és Trenčsén (Trenčín) irányában. Az üzemi szállítás forgalma az út összes forgalmának 0,5 %-át, az összes teherforgalomnak pedig a 3,7 %-át teszi ki (2–3 tehergépjármű naponta, a technológiák maximális kihasználtsága esetén). Ezek az értékek arra utalnak, hogy az üzemi szállítás nem képezi jelentős részét a teljes forgalomnak, és az út menti levegőminőségre gyakorolt hatása elenyésző, ezért nem kerül figyelembevételre kockázatszámitásban.

Az értékelt létesítmények szomszédságában a levegőminőségre gyakorolt lehetséges hatások tekintetében a **radioaktív hulladék-égetőmű** a legfontosabb egység. A földgázalapú aknás égetőmű a szilárd és folyékony radioaktív hulladékok égetésére szolgál, max. 1050 °C hőmérsékleten a felület felső részén; a füstgáz áthalad a posztincinerációs kamrán (850 – 1100 °C), és hirtelen történő 340° C-ra hűtés után, ami a dioxinok keletkezését hivatott megelőzni, belemosódik két nedvesmosóba, majd önregeneráló betétes szűrők és HEPA-szűrők szűrik meg 99,9 %-os hatékonysággal. Égetési kapacitás: 240 t/év. Az égetőmű a levegőszennyezés forrása, és a füstgázok a légkondicionáló rendszerből érkező kezelt használtlevegővel együtt a földtől számított 40 m magasságú kéményhez jutnak. Számítások alapján 19 m magasság elegendő volna a kibocsátás mértéke és minősége alapján, ami azt jelenti, hogy a diszperziós feltételek szempontjából a szabványos követelményeket túlteljesítik.

A következő szennyezőanyagok kerülnek a légkörbe az égetőműből:

7. sz. táblázat:

A radioaktív hulladék-égető által kibocsátott szennyezőanyagok áttekintése

Elnevezés	Vegyjel
Porszemcsék <10 µm	SP/PM ₁₀
Nitrogénoxidok	NO _x

Kén-dioxid	SO ₂
Szén-monoxid	CO
Összes szerves szén	TOC
Hidrogén-klorid	HCl
Hidrogén-fluorid	HF
Higany, tallium, kadmium	Hg, Tl, Cd
Arzén, nikkel, króm, kobalt	As, Ni, Cr, Co
Ólom, réz, mangán	Pb, Cu, Mn
Dioxinok, furánok	CDD/CDF

Kockázatazonosítás – A szennyezőanyagok toxikológiai leírása

Porszemcsék

Porszemcsék égési folyamatok során távoznak, és a gépjárművek kipufogógázai is tartalmazzák. Az ülepedett részecskék szélmozgással jutnak a levegőbe – másodlagos por. Káros jellegük a szemcsék méretétől és összetételétől függ. A 10 µm-nél nagyobb szemcsék a felső légutakat és a szem kötőhártyáját irritálják, a kisebb szemcsék eljutnak az alsó légutakba és a légzőrendszer gyulladásos és allergiás megbetegedéseit okozzák. A 2,5 µm-nél kisebb részecskék átjutnak a vérkeringésbe a tüdő lég hólyagjain keresztül, és ennek a mérgező anyagok összetétele szempontjából is jelentősége van. Az immissziós határérték ezért a **PM₁₀** finomságú por töredékeként került meghatározásra.

Porszemcsék (PM₁₀)

A 10 µm alatti méretű, finom porszemcsék a légutak védőgátjain átjutva az alsó légutakba kerülnek. A PM₁₀ szemcsék részét képező PM_{2,5} szemcsék átjutnak a vérkeringésbe is a tüdő lég hólyagjain keresztül.

A port főként a felső légutakat és a szem kötőhártyáját irritáló szennyezőanyagnak tartják. Megnövekedett halandóságot észleltek a lakosság finom porszemcséknek való hosszú távú kitettsége esetén. Ezért mérik ezek koncentrációját, és intézkedéseket tesznek a por mennyiségének csökkentésére.

A népesség érzékeny csoportjai az allergiás és asztmás személyek, a légzőszervi megbetegedésben szenvedők, a nagyon fiatal gyermekek és az idős személyek.

Nitrogénoxidok (NO_x)

NO_x keletkezik az égési folyamatok során; a legfontosabb összetevők a nitrogén-dioxid (NO₂) és a nitrogén-oxid (NO), ami viszont instabil, könnyen nitrogén-dioxiddá alakul.

A NO₂ egy izgató hatású gáz, ami a légzőszervek irritációját és összehúzódását okozza. Ezért főképp az asztmások és a légzőszervi betegségben szenvedők érzékenyek a nagyobb koncentrációira. A nagyon fiatal gyermekek és idős emberek szintén érzékenyebbek rá.

Kén-dioxid (SO₂)

A SO₂ égési folyamatok terméke, és kéntartalmú szilárd tüzelőanyag és hulladék égése során keletkezik. Olajfinomítás és vegyipari gyártás során is keletkezik.

A kén-dioxid egy olyan gáz, ami a vízzel reakcióba lép, és savat eredményez. Izgatja a légzőszerveket és a szem kötőhártyáját, és belélegzéskor a hörgők összehúzódását okozza. A

hosszú távú kén-dioxid-kitettségről megállapították, hogy a légzőszervek gyakoribb és elhúzódóbb megbetegedéseit okozza, különösen gyermekek esetén.

A gyermekek mellett az allergiások, légzőszervi betegségekben szenvedők és idősek alkotják a lakosság érzékeny csoportját.

Szén-monoxid (CO):

A CO egy mérgező gáz, ami tökéletlen égés során keletkezik. Gépjárművek kipufogógázában is megtalálható, és belégzéskor felszívódik. A dohányzás szintén egy lényeges szén-monoxid forrás.

Bejut a vérbe, ahol a vörös vérfestékekkel kötődve karboxi-hemoglobint képez, ami ezáltal elveszti az oxigénszállító képességét, a szövetek csökkent oxigénellátását okozva. A szervezet ugyanakkor viszonylag magas koncentrációban képes elviselni, egészségkárosodásra utaló jelek nélkül (lásd a dohányosok vérében lévő magas CO koncentráció).

A szén-monoxidra a várandós nők és magzataik (elégtelen oxigénellátás, alacsonyabb születési súly), a kisgyermekek és a szív- és érrendszeri betegségekben szenvedők érzékenyek leginkább.

Szerves gázok és gőzök, mint összes szerves szén (TOC)

A természetben (állatok anyagcseréje és lebomlása) és emberi eredetű tevékenység (égetés, szennyvíztelepek és hulladéklerakók, ipari gyártás stb.) eredményeként keletkező különböző szerves anyagok keveréke. A keverék jogi szabályozás szerint nem veszélyes anyag, de tartalmaz szagjellemzőkkel rendelkező anyagokat.

Hidrogén-klorid, hidrogén-fluorid

Gőzei magasabb koncentrációban irritáló és maró tulajdonságúak. Magasabb koncentrációjának hosszú távon való kitettség (általában munkakörnyezetben) károsodást okoz a légzőszervek nyálkahártyáiban, kötőhártya-gyulladást, a fogzománc károsodását, és krónikus bőrpírt okoz, különösen az arcon. Hirtelen magas kitettség (baleset esetén) tüdővizenyőt és halált okozhat.

Nehézfémek

Ez a fémek egy viszonylag alacsony koncentrációjú keveréke, mely a szervetlen szennyezőanyagok alcsoportjába tartozik. Magasabb koncentrációban mindegyikük mérgező az emberre, bár mérgezőségük mértéke és a célszerveik eltérnek (mint például az idegrendszer, vesék, vérképzés, máj). Továbbá, a kadmium, az arzén, a nikkel és a hat-vegyértékű króm bizonyítottan rákkeltőek az ember számára.

Ezen anyagok legmagasabb dózisa a táplálékláncból érkeznek; a légzőszervek által a levegőből történő bejutásuk részben akadályozott. Ugyanakkor, e fémek legtöbbje azon esszenciális elemek csoportjához tartozik, amire a szervezetnek (bár kis mennyiségekben) szüksége van a biokatalizátorok-enzimek létrehozásához.

Dioxinok és furánok

Ez kb. 210 mérgező anyag keveréke (rokonvegyületek), melyek halogénezett aromás vegyületekként kerültek osztályozásra. Szeméttégetés, fémolvasztás, növényvédőszer-gyártás és vegyipari tevékenység során keletkeznek. Keletkezésük részben megelőzhető a megfelelő égési hőmérséklet és a kéményhőmérséklet betartásával. Tüzek és vulkánaktivitás során jelentkezhet, és a cigarettafüstben is kimutatták. Az akut mérgezés a szem, a légzőszervek és a bőr irritációját okozhatja, magas koncentrációban pedig klóraknét eredményezhet. A káros hatások közül a legsúlyosabb a rákkeltő hatás, ami csak a 2,3,7,8-TCDD rokonvegyület esetében bizonyított.

A kitettség értékelése

Kitett személyek:

Az értékelés a szennyezés forrásától (a kéménytől) számított 400 m távolságban, a diszperzió kritikus pontján végzett tanulmányon alapul. A számítások ezen a ponton mutatták ki a szennyezőanyagok legnagyobb mértékű koncentrációját. Az ennél közelebb és távolabb eső térségekben kisebbek voltak az értékek. Bár nem valószínű a lakosság e maximális értékeknek való kitettsége, az óvatos megközelítés alapján a kockázati számítások ezeken az értékeken alapulnak.

A kitettség közvetítési módjai:

Ami a levegőszennyezést illeti, ez a légzés miatti szándékolatlan kitettség, ami gyakorlatilag nem befolyásolható az egyén által. A kitettség időtartamaként 70 évnyi, hosszú távú tartózkodás szolgált alapul, érzékeny népességcsoportokat (kisgyermeket, várandósokat, krónikus megbetegedésben szenvedőket és időseket) beleértve. Ezen óvatos megközelítésnek megfelelően a WHO határértékeket javasol a környezeti levegőben található szennyezőanyagok koncentrációjára vonatkozóan, amelyek alapján megállapítják a különböző országokban érvényes határértékeket.

A kibocsátott szennyezőanyagoknak a bőrön és emésztőrendszeren keresztüli kitettsége ez esetben elhanyagolható.

Kockázatértékelés (dózis/hatás)

Értékelési módszer:

A kockázat meghatározásához a jellemző szennyezőanyagoknak a diszperziós tanulmányban kiszámított koncentrációi szolgáltak alapul. A szennyezőanyagok rövid idejű maximális koncentrációja lett figyelembe véve a szennyezés forrásától 400 m kockázati távolságban, valamint az értékelt tevékenység helyszínétől 2000 m távolságban (a legközelebbi lakott terület kb. 2200 m távolságra van), a lakóövezet határához közel elért értékek lettek figyelembe véve.

A porrészecskék tekintetében a diszperziós tanulmány számította ki a szilárd anyagokból származó összes por és a PM₁₀ finomrészecskék arányát, ami nem számottevő az egészség szempontjából.

A PM₁₀, CO, SO₂ és NO₂ rövid távú határértékeihez a Mezőgazdasági, Környezetvédelmi és Regionális Fejlesztési Minisztérium 2010. évi 360. sz., a levegő minőségéről szóló határozatában foglaltak szolgáltak összehasonlításként.

Egyéb szennyezőanyagok esetében (melyekre vonatkozóan nem szolgált határértékkel jogszabályunk) a határérték a kéménymagasság meghatározására szolgáló „S” érték (a Szlovák Köztársaság Környezetvédelmi Minisztériumának [MoE SR] 1996. évi 5. sz. közlönye) alapján került származtatásra, a fémek alcsoportjaira valamint a HCl és a HF értékeire vonatkozóan. A dioxinok és furánok esetében WHO által javasolt határértékek kerültek felhasználásra.

A szilárd szennyezőanyagok tartalma, mint a szerves szennyezés mutatója a levegőre vonatkozóan nem rendelkezik határértékkel, ugyanakkor a vízszennyezés mutatójaként használják. Tisztázatlan toxikológiai tulajdonságai miatt nem volt része a veszélyességi mutató meghatározásának.

Az egyes anyagok veszélyességi mutatója (HI) a számított maximális rövid távú koncentráció (C) és a határérték vagy javasolt koncentráció (L) arányából került kiszámításra:

$$HI = C/L$$

Az összesített veszélyességi mutató az egyes szennyezőanyagok veszélyességi mutatóinak összegeként került kiszámításra. Az indexek három tizedesjegy pontosságra kerekített értékek.

Az összesített veszélyességi mutató a feltételezett kockázat mértékét mutatja – ha ez az érték kisebb, mint 1, akkor nem feltételezett az egészségi kockázat, ha nagyobb mint 1, akkor további elemzés szükséges, az egészségvédelmi intézkedések mellett.

A 8. és 9. sz. táblázatok különböző szennyezőanyagok veszélyességi mutatóját és az összesített mutatót közlik a jelentésben értékelt két helyszínrre vonatkozóan.

8. sz. táblázat:

Az égetőműből származó szennyezőanyagok rövid idejű maximális koncentrációi 400 méternyire a forrástól ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), valamint a vonatkozó határértékek és a számított veszélyességi mutatók

Hiv. sz.	Szennyezőanyag	Koncentráció	Határérték ^x	Veszélyességi mutató
1	PM ₁₀	0,762	50	0,015
2	NO ₃	2581	200	0,013
3	SO ₂	9,348	125	0,075
4	CO	2,493	10000	0,000
5	HCl	0,951	100,0	0,010
6	HF	0,043	40,0	0,001
7	Hg, Tl, Cd	$3,744 \times 10^{-3}$	5,0	0,001
8	As, Ni, Cr, Co	$18,726 \times 10^{-3}$	1,0	0,018
9	Pb, Cu, Mn	$93,636 \times 10^{-3}$	5,0	0,019
10	CDD/CDF	$1,874 \times 10^{-6}$	100×10^{-6}	0,019
	Σ HI			0,171

Megj.: ^x 1 – 4 sz. határértékek a Szlovák Köztársaság Mezőgazdasági, Környezetvédelmi és Regionális Fejlesztési Minisztériuma (MoAERD SR) 2010. évi 360. sz. határozata szerint

Az 5 – 9 sz. határértékek az „S” együtthatóból származtatottak, a MoE SR 1996. évi 5. sz. közleménye szerint

A 10 sz. határérték a WHO ajánlása szerint

9. sz. táblázat:

Az égetőműből származó szennyezőanyagok rövid idejű maximális koncentrációi 2000 méternyire a forrástól, Jaslovské Bohunice lakott övezetének határán ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ -ben), valamint a vonatkozó határértékek és a számított veszélyességi mutatók

Hiv. sz.	Szennyezőanyag	Koncentráció	Határérték ^x	Veszélyességi mutató
1	PM ₁₀	0,141	50	0,003

2	NO ₃	1,092	200	0,005
3	SO ₂	1,729	125	0,014
4	CO	0,461	10000	0,000
5	HCl	0,176	100,0	0,000
6	HF	0,008	40,0	0,000
7	Hg, Tl, Cd	0,692x10 ⁻³	5,0	0,000
8	As, Ni, Cr, Co	3,464x10 ⁻³	1,0	0,003
9	Pb, Cu, Mn	17,319x10 ⁻³	5,0	0,003
10	CDD/CDF	0,347x10 ⁻⁶	100x10 ⁻⁶	0,000
	Σ HI			0,028

Megj.: * 1 – 4 sz. határértékek a Szlovák Köztársaság Mezőgazdasági, Környezetvédelmi és Regionális Fejlesztési Minisztériuma (MoAERD SR) 2010. évi 360. sz. határozata szerint

Az 5 – 9 sz. határértékek az „S” együtthatóból származtatottak, a MoE SR 1996. évi 5. sz. közleménye szerint

A 10 sz. határérték a WHO ajánlása szerint

A kockázat leírása

A nukleáris létesítményi telephelyen belül, a levegőszennyezés forrásától (a radioaktív hulladék-égetőmű kéményétől) 400 m távolságra, a legnagyobb terhelésnek kitett terület végső összesített veszélyességi mutatója **0,17**. Ez az érték bizonyítja, hogy az adott helyen az égetőműből származó szennyezőanyagok belégzésének nincs egészségi kockázata. Továbbá, a számítás a lakosságra vonatkozó módszertannal készült (napi 24 óra, 365 nap/év, 70 éves élettartam), ami azt jelenti, hogy napi 8 óra, évi 250 nap, 35 éven át tartó kitettség a veszélyességi mutató jelentős csökkenését okozná.

A lakott terület szélső területére (kb. 2200 m távolságra, bár a számítás 2000 m távolságon alapult, ami magasabb értékeket eredményezett!) vonatkozó összesített veszélyességi mutató kb. **0,03**. Ez azt jelenti, hogy az értékelte levegőszennyezési forrás környezetében élő emberek nincsenek egészségi kockázatnak kitéve a kibocsátott szennyezőanyagok által.

Konklúzió:

A RAWPTT és az A1 atomerőmű üzemén kívül helyezéseinek létesítményei várhatóan nem lesznek kedvezőtlen hatással az emberi egészségre és a nukleáris létesítményi telephely szomszédságában élő emberek életkörülményeire a levegőszennyezés által.

8.2. A vízszennyezés hatásai

A vízminőség hatással van az emberi életre, amikor ivásra, főzésre, személyi higiénára és kikapcsolódásra használják.

A létesítmény üzemeltetése aktív és inaktív szennyvizet eredményez.

A csapadékvíz a Dudváh folyóba van csatornázva egy elkülönülő csapadékvíz-csatornán keresztül, sugárázmérő ellenőrzésen áthaladva mielőtt a tárolókból a nyílt Manivier csatornába ömlene.

A JAVYS épületeinek vizesblokkjaiból származó szennyvizet a csatornarendszerek a V1 atomerőmű területén elhelyezkedő Bioclar mechanikai és biológiai szennyvíztisztító telepre vezetik, majd a kezelt vizet a SOCOMAN gyűjtővezetéken keresztül a Drahovský csatornába és a Váh folyóba engedik.

Az aktív szennyvizet csöveken át gyűjtőedényekbe vezetik és a radioaktívvíz-kezelő állomáson kezelik. A **szennyvízkezelő állomás** az elpárologtató technológia elvén működik és a végső kezelés az ioncserélős szűrőállomáson történik. A térfogati aktivitás ellenőrzése után a kezelt vizek a SOCOMAN gyűjtővezetékbe folynak, majd a Váh folyóba.

Az értékelt tevékenységből származóan kibocsátott technológiai szennyvizek teljes mennyisége kb. 6000 m³/év. A kiengedett vizek előírt minőségét a Nagyszombati Kerületi Környezetvédelmi Hivatal által kiadott engedély tartalmazza, és ellenőrzés alatt tartják.

A talajvizek szennyezettsége folyamatosan ellenőrzött, és a tríciumszennyezésnek az A1 atomerőművi telephelyen kívülre történő elterjedését megelőzendő a talajvíz visszanyerő szivattyúzását biztosítják, aztán a vizek a SOCOMAN gyűjtővezetékbe folynak kb. 200.000 m³/év mennyiségben. A lakosság szennyezett felszíni vizek által bekövetkező, becsült sugárterhelését, beleértve a táplálékláncra gyakorolt hatásait, lásd a 7. fejezetben.

A telephely szomszédságában nincsen a lakosságot ivóvízzel ellátó, védett vízgyűjtőterület, vagy bármiféle üdülőterület, ahol a felszíni vizekben fürödnének az emberek.

Konklúzió:

Nem várható, hogy a RAWPTT és az A1 atomerőmű üzemén kívül helyezésének létesítményei szomszédságában élő lakosság egészségére hatással lenne az ivóvíz és talajvizek szennyezettsége. A felszíni vizek szennyezettsége eleget tesz a meghatározott egészségvédelmi határértékeknek.

8.3. A talajszennyezés hatásai

A talajszennyezés közvetlenül befolyásolja az emberek egészségét – a szennyezett felszíni talajrétegek levegőbe, majd onnan a légutakba vagy emésztőrendszerbe jutásával – szennyezett kezek vagy élelem által. Az értékelt létesítménynek a lakóövezettől mért távolsága olyan nagy, hogy semmiféle közvetlen hatás nem valószínű.

A szennyezett talajból a táplálékláncba juthatnak a szennyezőanyagok, beleértve a szennyezett vízzel történő öntözést és az elfogyasztásra kerülő növényekbe történő felszívódást. Ez a probléma számításba került a sugárzási kitettség becslésekor (lásd 7. fejezet).

Mindenféle hulladék (szennyezett RAS, valamint „N”-típusú [veszélyes] és „O”-típusú [egyéb] közönséges hulladék) az előírt módon van tárolva; a közönséges hulladék elszállításra kerül újrahasznosítás vagy a nukleáris létesítményi telephelyen kívüli ártalmatlanítás céljából. A feldolgozott radioaktív hulladékot a mohi NRAWR létesítménybe szállítják.

Az „O”-típusú (egyéb) és „N”-típusú (veszélyes) inaktív hulladékot is elszállítják ártalmatlanítás céljából az erre felhatalmazott szervezetek, szerződés alapján.

A környék mezőgazdasági talaja semmiféle hulladékkal nem szennyeződik.

Konklúzió:

A tervezett tevékenység szomszédságában élő emberek egészségkárosodása nem valószínű sem talajszennyezés, sem a műszaki berendezések által kibocsátott szennyezőanyagok táplálékláncba jutása által. A sugárterhelés eleget tesz a meghatározott egészségvédelmi határértékeknek.

9. Fizikai tényezők

9.1. Zajhatások

A zaj olyan hang, aminek zavaró hatása van. A nagyobb hangerő (85 dB felett) a hallószervek károsodását, majd ennek következtében hallásromlást vagy akár süketiséget okozhat (általában munkakörnyezetben, de rosszul beállított fülhallgatóval történő zenehallgatás esetén is). Halkabb zajnak való hosszú távú kitettség alvási problémákkal, szorongással, és akár pszichoszomatikus megbetegedéssel (gyomorfekéllyel, magas vérnyomással, szívritmuszavarokkal, megnövekedett vércukorszinttel) járó neurózist okozhat. Az emberek között nagyok az egyéni különbségek a zajjal szembeni érzékenység tekintetében. Állandó növekedése által a zaj a legjelentősebb környezeti ártalommal fog válni. A jelenlegi törvényi szabályozás megvédi a népesség kb. 80 %-át, viszont az érzékenyebb személyek védelme nem valószínű, ezért ahhoz egyéni védelemre van szükség.

Az értékelt tevékenység zajforrást képez a műszaki berendezés működésekor. A berendezés nagy része épületen belül helyezkedik el, és hatása minimális a nukleáris létesítményi telephely egészének zajszintjére. A technológiai berendezések teljesen zárt helyszínen működnek. A külső környezetre csak a légkondicionáló berendezés kémény felé vezető kimenete van hatással. A legközelebbi védett lakóövezet távolságát tekintve (2200 m) nem valószínű annak feltételezése, hogy a lakóházak homlokzatán a zaj szintje meghaladja a megengedett értéket.

A mozgó zajforrások közé tartozik napközben az üzemi szállítás, napi maximum 1–3 tehergépjármű gyakorisággal. Az üzemi szállítás forgalma a III/504012-es út összes forgalmának 0,5 %-át teszi ki a JAVYS és SE, a.s. telephely, és az EBO telephely szomszédságában. Ennek a forgalomgyakoriságnak az MoH SR 2007. évi 549. sz. határozata szerinti zajjegyértéke alapján a lakosság zajkitettsége gyakorlatilag nem mérhető.

Konklúzió:

A RAWPTT és az A1 atomerőmű üzemén kívül helyezése létesítményeinek értékelt tevékenysége szomszédságában élő emberek túlzott zaj okozta egészségkárosodása nem valószínű.

9.2. Az elektromágneses sugárzás hatásai

Az elektromágneses sugárzás nem ionizáló sugárzás. Különböző (pm és km közötti) hullámhosszúságú és különböző (10^3 – 10^{20}) frekvenciájú, megnövekedett intenzitású elektromágneses mezőt létrehozó sugárzások széles skáláját értjük alatta. A természetes források magukban foglalják a naptevékenységet, a Föld mágneses mezejét és a viharokat. Az emberi eredetű források között találjuk a televízió- és rádióadókat, mobiltelefon-szolgáltatók adótornyait, radarokat, vasúti és trolibuszos szállítás (a trolis elektromos kapcsolata), elektromos vezetékek éppúgy, mint televíziókészülékek és számítógépek, mikrohullámú sütők és mobiltelefonok beltéri használata.

Bár a WHO nem adott ki végső szakvéleményt az elektromágneses mező hosszú távú hatásainak emberekre gyakorolt károsító mivoltáról (melyek a következő generációkban jelentkezhetnek), intézkedéseket kell hozni e források és vevők által okozott hatások folyamatos csökkentésére, és a népesség érzékeny csoportjai, köztük különösen a gyerekek

megvédésére. Feltételezett, hogy az egyéni érzékenységben vannak eltérések. Határozatban vannak lefektetve az elektromágneses mező intenzitására vonatkozó határértékek.

A nukleáris létesítményi telephelyen és ennek szomszédságában található nagyfeszültségű vezetékek jelentik az elektromágneses sugárzás fő forrását.

A RAWPTT és az A1 atomerőmű létesítményei nem tekinthetők jelentős elektromágneses mező forrásának.

Konklúzió:

A RAWPTT és az A1 atomerőmű üzemén kívül helyezése létesítményeinek szomszédságában élő emberek elektromágneses mező okozta egészségkárosodása nem valószínű.

10. Pszichológiai hatások

A létesítmény a nukleáris létesítményi telephelyen belül helyezkedik el, és működési feltételei révén annak elválaszthatatlan részét képezi. Mivel a létesítmény radioaktív anyagokat kezel, egyesekben ez az egészségükkel kapcsolatos félelmet válthat ki. Ezt elősegíthetik a nukleáris energiának energiatermelési célú felhasználását ellenzők akciói, akik információikat nem minden esetben közlik kellő megfontoltsággal.

Ezért szükséges a környező lakossággal és a közeli önkormányzatokkal felvenni a kapcsolatot, elmagyarázni nekik a műszaki folyamatokat, és ellátni őket információval a környezetbe kijutható esetleges szennyezőanyagok tényleges mennyiségéről.

A nukleáris létesítmények szomszédságában elhelyezkedő települések megalapították a 180 tagú „A Jaslovské Bohunicei nukleáris erőművek környékének városai és települései” egyesületet. Egy polgári információs bizottság létesült az egyesületen belül, amely intenzíven együttműködik a JAVYS, a.s. vállalattal, és megválaszolja a lakosságnak és a cégeknek a telephely létesítményeiről és az egészségükkel kapcsolatban feltett kérdéseit.

Úgy tűnik, a nukleáris létesítmények adott helyen folyó működésének hosszú ideje alatt a lakosság megbékélt ezek létezésével.

Konklúzió:

Az értékelt tevékenység szomszédságában élő embereknek a RAWPTT és az A1 atomerőmű üzemén kívül helyezése létesítményeinek működéséből fakadó túlzott stressz okozta egészségkárosodása nem valószínű.

11. Szociológiai hatások

A létesítmények kb. 270 dolgozót foglalkoztatnak teljes munkaidőben, ami kedvező tényező egy viszonylag magas munkanélküliségi aránnyal rendelkező térségben. A JAVYS létesítmény működtetője pénzügyi és materiális eszközökkel segíti elő a közeli települések fejlődését. Ebből a szempontból a tevékenység kedvezőként értékelhető.

Konklúzió:

Nem kerültek azonosításra a lakosságot érintő hátrányos szociológiai hatások a RAWPTT és az A1 atomerőmű üzemén kívül helyezésének létesítményei környezetében.

12. Tárgyalás

Az értékeléssel kapcsolatos bizonytalanságok, és egyéb értékelési szempontok

- Az egészségi kockázatok és az egészségre gyakorolt hatások értékelése legfőképp azon a számításon alapult, hogy a RAWPTT és az A1 atomerőmű üzemén kívül helyezésének létesítményei működéséből származó ionizáló sugárzás által okozott környezeti terhelés milyen arányt képvisel a Jaslovské Bohunicei nukleáris létesítményi telephely egészének működésében. A hivatalosan meghatározott terhelési határértékek is ezen a megközelítésen alapultak.
- A lakosság sugárterhelésére vonatkozó maximális értékek kiszámításához az adott helyen eltöltött 70 évnyi élettartam került figyelembevételre. Ez a számítás egy rendkívül óvatos megközelítésen alapult, és nem vette figyelembe az emberek hosszabb-rövidebb távú távolléteit. Ebben a vonatkozásban nem került azonosításra lakosságot érintő és a megengedett szintet meghaladó egészségi kockázat.
- Feltételezett egyidejű balesetek esetén, az ezek által okozott maximális baleseti dózis sem lépné túl az aktuális törvényi szabályozás által megengedett éves dózist. Baleset esetén ajánlatos a megelőző tevékenység, és kerülni kell minden felesleges (indikáció nélküli) sugárterhelést (mint pl. megelőző egészségügyi vizsgálatok, egészségügyi vizsgálatok értelmetlen ismétlése stb.);
- A levegőszennyezés hatásai tekintetében a veszélyességi mutató kiszámítása a lehetséges immisszió maximális értéke alapján történt, és nem az éves átlag alapján, ami meghatározóbb az előfordulható egészségi hatások szempontjából. A szennyezőanyagok egészségi hatásait a nukleáris létesítményi telephelyen álló égetőmű légaknája közelében nyert maximum értékeken alapuló számítások nem valószínűsítik.
- Az értékelt tevékenységnek a legközelebbi lakott területtől való távolságát tekintve (kb. 2200 m), a tevékenység és a légkondicionáló rendszer okozta zajhatások valószínűsége gyakorlatilag kizárt. A kapcsolódó üzemi szállítás viszonylag kis forgalommal jár, és a forgalomból eredő zajhozjárulás az utak mentén valószínűleg nem éri el az emberi füllel érzékelhető mértéket.
- A létesítményeknek a környék víz- és talajminőségére gyakorolt hatása a megengedett határértékeken belül marad, az emberek egészségére gyakorolt kedvezőtlen hatások nem valószínűsíthetők.
- A létesítmények hatásai főként a személyi állományt érintik, és ezt folyamatosan ellenőrzi az állami egészségügyi hatóság és a szerződéses munkaegészségügyi szolgálat.

13. Konklúzió

A „Radioaktív hulladék feldolgozására és kezelésére szolgáló technológia és az A1 atomerőmű üzemén kívül helyezésére szolgáló létesítmény a Jaslovské Bohunicei nukleáris létesítményi telephelyen” hatásvizsgálatának eredményei nem mutatnak semmiféle kedvezőtlen hatást az emberi egészségre a közeli lakóövezetben.

Irodalom

1. Air quality guidelines for Europe. WHO Geneva 2000
2. Assessing Human Health Risk of Chemicals: Derivation of Guidance Values for Health-based Exposure Limits. Environmental Health Criteria 170, WHO Geneva 1994
3. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37 (2-4), 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection
4. Radiation Protection. Health Effects. US EPA 2010
5. Koppová, K. a kol.: Hodnotenie, riadenie a komunikácia zdravotných rizík. SZU Bratislava, 2007

Jogszabályok

6. A Szlovák Köztársaság 2006. évi 345. sz., a dolgozók és a lakosság ionizáló sugárzás elleni egészségvédelmére szolgáló alapvető biztonsági előírásokról szóló kormányrendelet
7. A Szlovák Köztársaság Gazdasági Minisztériuma 2001. évi 511. sz., a létező vegyi anyagok és az új vegyi anyagok emberek életére és egészségére, illetve a környezetre gyakorolt kockázatai értékelésének részleteiről szóló határozat
8. A Szlovák Köztársaság Egészségügyi Minisztériuma 2007. évi 549. sz., a zaj, infrahang és rezgések megengedett értékeinek, valamint a környezetben előforduló zaj, infrahang és rezgés tárgyi megjelenési formáira vonatkozó előírások részleteit lefektető határozat
9. A Szlovák Köztársaság Egészségügyi Minisztériuma 2007. évi 534. sz., az elektromágneses sugárzás forrásaira vonatkozó részleteket és követelményeket, és az emberek környezet általi elektromágneses sugárzásnak való kitettségének határértékeit lefektető határozat
10. A Mezőgazdasági, Környezetvédelmi és Regionális Fejlesztési Minisztérium 2010. évi 360. sz., a levegő minőségéről szóló határozata
11. A Szlovák Köztársaság Nemzeti Tanácsának 2007. évi 355. sz., a közegészség védelméről, elősegítéséről és fejlesztéséről szóló törvény
12. A Szlovák Köztársaság Nemzeti Tanácsának 2006. évi 24. sz., a környezeti hatások vizsgálatáról szóló törvénye
13. A Szlovák Köztársaság Nemzeti Tanácsának 2010. évi 137. sz., a levegőről szóló törvénye