

Atomerőművek leszerelésének kérdései

Korszerű nukleáris energiatermelés

Radnóti Gergely

SOM System Kft.

Tartalom

- 1. A leszerelés fogalma, háttere
- 2. A leszerelés stratégiai kérdései, szempontjai
- 3. A leszerelés folyamata
- 4. A leszerelési terv
- 5. Irodalomjegyzék

1. A leszerelés fogalma, háttere

Definíciók

- A **leszerelés** definíciója (NBSZ 105. def.): *„A nukleáris létesítmény részleges vagy teljes hatósági felügyeletének megszüntetése érdekében végrehajtott adminisztratív és műszaki intézkedések.”*
- A **leszerelési terv** (LT) definíciója (NBSZ 106. def.): *„Előzetes vagy végleges dokumentum, amely a nukleáris létesítmény aktuális életciklus-szakaszától függő részletességgel tartalmaz információt a nukleáris létesítmény leszerelésével kapcsolatos koncepcióról és a tevékenységek ütemezéséről.”*
- **Nukleáris létesítmények** definíciója (Atv. 7. def.): *„a dúsítóüzem, nukleáris üzemanyagot gyártó üzem, atomerőmű, újrafeldolgozó üzem, nukleáris üzemanyagot vizsgáló laboratórium, kutatóreaktor, oktatóreaktor, nukleáris kritikus és más neutronsokszorozás célját szolgáló rendszer, friss nukleáris üzemanyag tárolására és kiégett üzemanyag átmeneti tárolására szolgáló létesítmény”*
- **Radioaktív hulladék-tárolók** (Atv. 16. def.): *„a radioaktív hulladék végleges és átmeneti elhelyezésére szolgáló létesítmény”*
- **Radioaktív hulladék** (Atv. 15. def.): *„további felhasználásra már nem kerülő olyan radioaktív anyag, amely sugárvédelmi jellemzők alapján nem kezelhető közönséges hulladékként”*

1. A leszerelés fogalma, háttere

Létesítmények

- Nukleáris létesítmények:
 - Paksi Atomerőmű (PAE) [1]
 - Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolója (KKÁT, Paks) [2]
 - Budapesti Kutatóreaktor (BKR)
 - Oktatóreaktor
- Radioaktív hulladék-tárolók [19]:
 - Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tároló (RHFT, Püspökszilágy)
 - Nemzeti Radioaktív hulladék-tároló (NRHT, Bábaapáti)
 - Nyugat-mecseki kutatás (?, Boda térsége) [20]
 - Nagyon kis aktivitású tároló (?, Paks környéke)

1. A leszerelés fogalma, háttere

Követelmények, ajánlások

- Társadalmi igény: radioaktív hulladékokkal való elszámolás, és a finanszírozás biztosítása minden nukleáris létesítmény esetén
- Jogszabályi háttér fő elemei:
 - 1996. évi CXVI. Törvény (Atv.)
 - 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet (NBSZ, 2018-as nagyobb módosítások)
 - 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet (sugárvédelem, radioaktív hulladékok)
 - 21/2015. (V. 4.) OGY határozat (a kiégett üzemanyag és a radioaktív hulladék kezelésének nemzeti politikájáról)
 - 1459/2016. (VIII. 24.) Korm. határozat (a kiégett üzemanyag és a radioaktív hulladék kezeléséről szóló nemzeti programról)
- Hatósági elvárások: 1.34. sz. OAH útmutató (1. verzió, 2015)
- Az RHK Kft. elvárásai: RHK Kft. KHTT (2018, éves frissítés)
- Nemzetközi tapasztalatok és gyakorlat (Greifswald)

1. A leszerelés fogalma, háttere

A tervezés, és a finanszírozási modell

- Finanszírozási modell lényege, hogy a leszerelés költségei alapvetően ne a jövő generációját (az aktuális költségvetést) terhelje (KNPA).
- A leszerelési terv célja a végrehajtás előkészítésén túlmenően (ld. definíció) a finanszírozás megalapozása is.
- Mivel nagyon hosszú időtávokról beszélünk, ezért a modell egyáltalán nem általános gyakorlat a gazdasági életben, bár hosszú távú pénzügyi alapok vannak.
- A klímaváltozás elleni küzdelem (illetve a klímaváltozáshoz való alkalmazkodás) módszerei közé a hosszú távú gondolkodást célszerű (lenne) alkalmazni mind tervezés, mind finanszírozás oldalról.
- A klímaváltozás elleni küzdelem két fő eleme a CO₂ kibocsátás csökkentése és a légkörből való kivonása, de ugyanezek részei az alkalmazkodásnak is.
- A klímaváltozás elleni küzdelemben alkalmazhatóak (lennének) az LT tapasztalatai:
 - A tervezéshez nem elegendő, ha kitűzzük a célt (bár a célkitűzés annak része)!
 - A finanszírozás biztosításához nem elegendő, hogy kiszámoljuk a költséget (bár a számítás annak része)!

1. A leszerelés fogalma, háttere

Klímaváltozás elleni küzdelem, klímaváltozáshoz való alkalmazkodás - 1

- A nukleáris világjelentés [3] és interpretációi [4, 5] szerint az atomenergetika különböző problémákkal küzd:
 - Lassú létesítés (pl.: P2, [18])
 - Elszaladó árak, fűtőelemek és radioaktív hulladékok problémája
 - Változó energiaellátási hálózati elvek és struktúra
- Az üvegházhatású gázok kibocsátása és a klímaváltozás mechanizmusa: pozitív visszacsatolások [7, 8, 9]:
 - Pozitív visszacsatolások és szabályozási kérdések: atomreaktor, mint minta
 - A folyamatok összetettebbek, a tranziensek kezelése nem egzakt (műszaki, gazdasági, társadalmi tényezők): leszerelés tervezése (stratégiája), mint minta
- Az atomenergetika – a leszerelés tervezését és finanszírozását is figyelembe véve – modellt adhat, valamint része lehet a küzdelemnek és/vagy az alkalmazkodásnak.
- Az időtényezők szerepe mindenképpen kritikus lehet.

1. A leszerelés fogalma, háttere

Klímaváltozás elleni küzdelem, klímaváltozáshoz való alkalmazkodás - 2

- A globális felmelegedési potenciált (GWP, azaz Global warming potential, [10]) gázok üvegházhatásának számszerűsítésére használják. Azonos tömegű szén-dioxidhoz képest határozzák meg az értékét, meghatározott időintervallumra (ez általában 100 év). A szén-dioxid GWP-je definíció szerint 1.
- GWP érték és élettartam az IPCC számításai alapján:

Gáz	Élettartam (évek)	GWP Idő horizont		
		20 év	100 év	500 év
Metán	12	62	23	7
dinitrogén-oxid	114	275	296	156
HFC-134a (fluorozott szénhidrogének)	13,8	3300	1300	400
HFC-23 (fluorozott szénhidrogének)	260	9400	12000	10000
kén-hexafluorid	3200	15100	22200	32400

1. A leszerelés fogalma, háttere

Klíímaváltozás elleni küzdelem, klímaváltozáshoz való alkalmazkodás - 3

- A nagy olaj- és gázvállalatoknak 2040-ig 35 százalékkal kellene csökkenteniük kitermelésüket (a CO₂ kibocsátás 40%-os csökkentéséért, de 2017-ben és 2018-ban ez nőtt) [11].
- Uniós pénzügyminiszterek közös állásfoglalása: Az EU-nak le kellene állnia minden olaj-, földgáz- és szén-felhasználást elősegítő projekt támogatásával [11]. Mo. mentességet fog valószínűleg kérni (földgáz).
- A növekvő CO₂ kibocsátás mellett a légkörből való kivonással kapcsolatos technológia fejlesztése is sürgető [14].
- Marx György, 2001 [12]: *„A világot a szén és olaj égetéséből származó tömegtelen széndioxid miatt megszaladó üvegházhatás, klímakatasztrófa fenyegeti.”* Oláh Györgyről, aki 1999-ben ennek kapcsán az atomerőművek mellett érvelt.
- A metán kibocsátása is hozzátesz a folyamathoz (permafroszt, állattenyésztés).
- Az élelmiszer-termelés és -támogatások válsága: a rejtett költségek (vagy externáliák) globálisan évente 12 milliárd dolláros (3600 milliárd forintos) veszteséget okoznak, mely 2050-re 16 milliárd dollárra fog emelkedni [13].

1. A leszerelés fogalma, háttere

Dóziskorlátok, kibocsátási korlátok és értékek

- Hatósági dóziskorlátok (487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet)
 - A foglalkozási sugárterhelésre vonatkozó effektív dózis-korlát évi 20 mSv (max. 50 mSv 1 évben, további veszélyhelyzeti értékek).
 - A lakossági sugárterhelésre vonatkozó effektív dózis-korlát évi 1 mSv.
- Dózismegszorítások (PAE, PAE MSSZ és hatósági jóváhagyás)
 - A foglalkozási sugárterhelésre vonatkozó effektív dózis-megszorítás évi 15 mSv.
 - A lakossági sugárterhelésre vonatkozó effektív dózis-megszorítás évi 90 μ Sv.
 - (KKÁT dózismegszorítás = „elhanyagolható” dózis = 10 μ Sv/év /=légk. robb. kih. [6]/)
- Kibocsátási határértékek és tényleges kibocsátások (PAE)
 - Kibocsátási határérték: KH [Bq/év] izotóponként
 - Folyékony kibocsátások: trícium 10^{10} Bq/év, de össz. β : 10^8 Bq/év nagyságrend
 - Légnemű kibocsátások:
 - Nemesgázok: 10^{13} Bq/nap nagyságrend
 - Radiojód (^{131}I egyenértékben): 10^8 Bq/nap nagyságrend
 - Aeroszolok: 10^8 Bq/nap nagyságrend

1. A leszerelés fogalma, háttere

Radioaktív hulladékok típusai - 1

- Radioaktív hulladékok típusai (487/2015. (XII. 30.) Korm. Rendelet, VLLW: csak 2018.03-tól)
- HLW: hőtermelése nagyobb, mint 2 kW/m^3 , vagy a radioaktív hulladék csomag összaktivitása szerint
- VLLW alapja: **MEAK**, REAK, **FEAK** (IAEA és EURATOM, jelenlegi PAE LT) [6]:
 - „csekély” (= moderate) mennyiség: mentességi szintek [MEAK] használata REAK: referencia aktivitás-koncentráció céljából = **specifikus mentességi szint**
 - „jelentős” (= bulk) mennyiség (>1 t): felszabadítási szintek [FEAK] = **általános mentességi szint** használata REAK-ként
 - A PAE LT [1] jelenleg FEAK = 50 MEAK határértéket alkalmaz, de a jogszabály ettől jelenleg kissé eltérő, mert a felezési időket is figyelembe veszi
- VLLW (egyfajta izotópra): 30 évnél nem hosszabb felezési idejű izotópra a benne lévő aktivitás-koncentráció nem nagyobb a specifikus mentességi aktivitás-koncentráció (SMEAK) ötvenszeresénél, valamint 30 évnél hosszabb felezési idejű izotópra nem nagyobb az általános mentességi aktivitás-koncentráció (AMEAK) értékénél.

1. A leszerelés fogalma, háttere

Radioaktív hulladékok típusai - 2

- VLLW (folyt.): amennyiben a radioaktív hulladék többfajta radioizotópot is tartalmaz, akkor az osztályozást a következő szerint kell elvégezni 30 évnél nem hosszabb felezési idejű izotópokra:

$$\sum_i \left(\frac{AK_i}{SMEAK_i} \right) \leq 50$$

- és 30 évnél hosszabb felezési idejű izotópokra: $\sum_i \left(\frac{AK_i}{\dot{A}MEAK_i} \right) \leq 1$

- LLW és MLW: Kis vagy közepes aktivitású radioaktív hulladéknak minősül az a radioaktív hulladék, amely nem tekinthető nagy aktivitású vagy nagyon kis aktivitású radioaktív hulladéknak. Egyfajta izotópra:

	A	B	
1.	Radioaktív hulladék osztály	Aktivitás-koncentráció viszonyítás	
2.	Kis aktivitású	$\leq 10^3$ SMEAK	
3.	Közepes aktivitású	$> 10^3$ SMEAK	

2. A leszerelés stratégiai kérdései, szempontjai

Leszerelési politika, program, stratégia

- Leszerelési politika (policy): kormányzati szintű döntések, előírások, követelmények összessége, melyek kötelező érvényű keretet adnak a leszerelés tervezésére és végrehajtására (21/2015. (V. 4.) OGY határozat)
- Leszerelési program (stratégia): bemutatja, hogy a leszerelés tárgyát képező nukleáris létesítmény engedélyese hogyan szerez érvényt a radioaktív hulladék kezelésére vonatkozó leszerelési politikának (1459/2016. (VIII. 24.) Korm. határozat)
- NAÜ leszerelési stratégiák [1]:
 - Azonnali leszerelés: relatív gyors végrehajtás
 - Védett megőrzés, vagy késleltetett leszerelés: csökkenő aktivitás
 - Szarkofágba zárás: hosszú monitorozás, hulladéktárolóvá válás
 - További lehetőségek, variációk: többféle időzítés (10-100 év időtartamok)

2. A leszerelés stratégiai kérdései, szempontjai

Azonnali leszerelés [1]

- Azonnali leszerelés jellemzői:
 - A nukleáris létesítmény leállítását követő nagyon rövid idő alatt (5 év, vagy még korábban) elkezdődik.
 - Mindazokat a felaktiválódott és elszennyeződött anyagokat eltávolítják az első szakaszban, melyek a mentességi aktivitás érték felett vannak, és eltávolíthatók.
 - A végpontot az jellemzi, hogy a telephely, vagy a létesítmény felszabadítható, azaz minden hatósági megkötés nélkül használható (ez igazából VM-re is így van).
- Azonnali leszereléssel összefüggő szempontok, előnyök, hátrányok:
 - A foglalkoztatott személyzet ismeretei és tapasztalatai felhasználhatóak.
 - A kiégett üzemanyag- és hulladékkezelési létesítményeknek készen kell állniuk az átmeneti vagy végleges tárolásra.
 - Nincs idő a radioaktív anyagok aktivitásának jelentős mértékű lebomlására.
 - A pénzeszközöknek szinte azonnal rendelkezésre kell állni (a költségek eldiszkontálására /a diszkontálás a kamatszámítás ellentéte [17]/ nem nyílik mód).

2. A leszerelés stratégiai kérdései, szempontjai

Védett megőrzés [1]

- A védett megőrzés jellemzői:
 - A nukleáris létesítmény leállítását követően csak jelentős késleltetés után valósul meg („safe enclosure”).
 - A létesítmény bizonyos részei hatósági ellenőrzés alatt maradnak több évtizedig, akár 50 évig.
 - Ez után kerül sor a létesítmény dekontaminálására és végleges leszerelésére (a létesítmény hatósági felügyeletének megszüntetése általános végpont).
- A védett megőrzéssel összefüggő szempontok, előnyök, hátrányok:
 - Jelentősen csökkenhet a leszerelésre kerülő létesítmény felaktiválódott és kontaminálódott részeinek aktivitása.
 - A létesítmény inaktív részei egyéb célokra felhasználhatókká válnak.
 - A stratégia gazdasági előnyökkel is járhat (diszkontálás vagy fedezet előteremtése).
 - Humán erőforrás problémák adódhatnak (tudás fenntartása bizonytalan).
 - Hosszú idejű üzemeltetési, karbantartási költségek.

2. A leszerelés stratégiai kérdései, szempontjai

A leszerelési stratégia kiválasztásának általános szempontjai [1]

- A kiválasztással kapcsolatban megfogalmazható kérdések:
 - Milyen végállapotot tűzünk ki célul?
 - Mit kell tenni a végcél elérése érdekében?
 - Mikor lehet a legkedvezőbb körülmények között a fenti tevékenységeket végrehajtani?
- Praktikus kérdések:
 - Végrehajthatók a tervezett tevékenységek?
 - Van rá elég kiképzett ember?
 - Biztosítva van az emberek biztonsága és a környezet védelme?
 - Mibe kerül a leszerelés, ill. biztosított a végrehajtás finanszírozása?
 - Milyen hatást gyakorol a leszerelés a társadalomra, és a környező településekre, ill. hogyan biztosítjuk az érintettek támogatását?

2. A leszerelés stratégiai kérdései, szempontjai

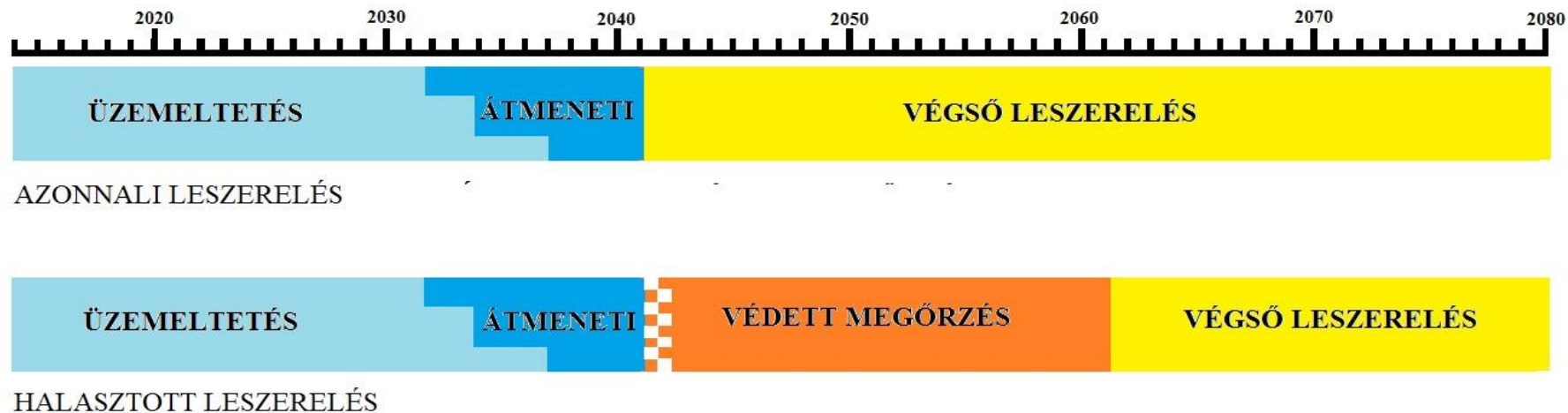
A leszerelési stratégia kiválasztásának általános szempontjai [1]

- Példák a válaszokat befolyásoló tényezőkre (keresztkapcsolatok):
 - hol, mikor és milyen körülmények között tudjuk elhelyezni a leszerelési hulladékokat,
 - a pénzügyi alap és a képzett munkaerő rendelkezésre állása befolyásolhatja a leszerelési projekt időzítését,
 - a végállapotot befolyásolhatják környezetvédelmi, hatósági és hulladékkezelési aspektusok, biztonsági szempontok, valamint a nemzeti nukleáris energiatermelési és hulladékkezelési programok előirányzatai,
 - a helyi közösségek érdeklődése a végállapot meghatározása során lesz hangsúlyos,
 - a költségeket a fenti tényezők mindegyike befolyásolja.

2. A leszerelés stratégiai kérdései, szempontjai

A kiválasztott leszerelési stratégia [1]

- Preferált változat: *A kiégett üzemanyag és a nagy aktivitású és/vagy hosszú élettartamú radioaktív hulladékok hazai közvetlen elhelyezése a primerkör 20 éves védett megőrzését figyelembe véve*
 - A PAE Leszerelési Tervét az azonnali leszerelés esetére is ki kell dolgozni!
 - A KKÁT leszerelését a PAE leszerelésével párhuzamosan kell végrehajtani!



3. A leszerelés folyamata

A leszerelés folyamatát meghatározó stratégiai tényezők [1]

- A leszerelés folyamatát meghatározó legfontosabb stratégiai tényezők:
 - 1. radioaktív hulladékkezeléssel kapcsolatos nemzeti program sajátosságai (hulladékáramok, tárolók, időzítések),
 - 2. nemzeti leszerelési politika érvényre juttatásának lehetősége,
 - 3. a leszerelésre kerülő létesítmény sajátosságai,
 - 4. biztonsági és egészségügyi előírások,
 - 5. környezetvédelmi előírások,
 - 6. a telephely további felhasználására vonatkozó követelmények,
 - 7. politikai, gazdasági, szociális hatások és a lakossági elfogadás követelményének figyelembe vétele (komplexitás!),
 - 8. a technológia rendelkezésre állásának követelménye, a leszerelés megvalósíthatósága,
 - 9. a leszerelési tevékenységek költségei, a rendelkezésre álló erőforrások figyelembe vétele,
 - 10. a leszerelési folyamat kockázatainak figyelembevétele.

3. A leszerelés folyamata

A PAE LT készítésének módszere [1]

- A leszerelés tervezése folyamatos tevékenység, a tervezés mélységében időarányos megközelítéssel :
 - koncepció terv,
 - műszaki tervszint egyre részletesebb tartalommal,
 - kiviteli tervszint elérése a végrehajtás előtt.
- A tervváltozatok az 5 éves, hatósághoz történő benyújtási kötelezettség figyelembe vételével készülnek.
- A tartalom mélyülő részletezését a rendelkezésre álló adatok bővülése, pontosítása, nemzetközi tapasztalatok, stb. segíti.
- A leszerelési terv rendszeres aktualizálását a jogszabályi változások, a stratégia változásai, a tudomány és a technika fejlődése is indokolja.
- A tervezés alapvető kiindulási feltételeit mindig az aktuális tervmélységre vonatkozóan kell meghatározni.

3. A leszerelés folyamata

A leszerelés tervezésének alapvető kiindulási feltételei [1] / 1.

- A leszerelés tervezésének alapvető, legfontosabb kiindulási feltételei (RHK Kft. KHTT, stratégiai megfontolások, RHK Kft. és MVM PA Zrt. tervezési szempontok):
 - 1. A PAE LT a két, fentiekben rögzített leszerelési opciót vizsgálja.
 - 2. A PAE mind a négy blokkja leszerelésre kerül, a leállítások évei: 2032, 2034, 2036, 2037.
 - 3. A 4. blokk leállítása után az üzemanyag kiszállítására és a leszerelés előkészítésére: 4 év.
 - 4. A leszerelés tervezése szempontjából a kiinduló állapot a következő:
 - kiégett üzemanyag, nukleáris anyagok a létesítményből kiszállítva,
 - az üzemviteli tevékenységek során keletkezett radioaktív hulladékok néhány kivétellel kiszállítva,
 - a leszerelés előkészítéseként a technológia és helyiség dekontaminálási műveletek elvégezve,
 - az üzemvitel alatt keletkezett éghető és egyéb hulladékok kiszállítva,
 - a leszerelést kiszolgáló rendszerek kivételével a rendszerek leszerelésre előkészítve.
 - 5. Az atomerőmű leszerelését, bontását 2080. december 31-ig végre kell hajtani.
 - 6. Főbb ütemezés: átmeneti időszak 2042-2041, védett megőrzés 2042-2061.
 - 7. A leszerelésre és bontásra kijelölt épületek köre rögzített.

3. A leszerelés folyamata

A leszerelés tervezésének alapvető kiindulási feltételei [1] / 2.

- A leszerelés tervezésének alapvető, legfontosabb kiindulási feltételei, folytatás:
 - 8. A közművek és a talajszint alatti építészeti szerkezetek bontása: csak a költségek szintjén.
 - 9. Az LT-hez adatgyűjtési eredményeket és mérnöki megfontolásokat kell felhasználni.
 - 10. Az össz. szennyezettségben egységes izotóp-összetételt és i.-megoszlást kell feltételezni.
 - 11. Belső szennyezettség meghatározása során: a rendszer által szállított közeg jellemzői, külső szennyezettség: a helyiségre felvett felületi szennyezettség figyelembe vétele.
 - 12. A leszerelés két lehetséges végpontja: bontás -1m-ig vagy teljes körű bontás.
 - 13. A szabad zónában lévő rendszerek leszerelését és épületek bontását olyan módon kell ütemezni, hogy a védett megőrzés végére a munkálatok elvégzésre kerüljenek.
 - 14. A radioaktív hulladékok kezelésére, csomagolására és a hulladék csomagok kiszállítást megelőző átmeneti tárolására ideiglenes hulladékkezelő munkahelyet kell kialakítani.
 - 15. A reaktor tartályok és reaktor belső berendezések ideiglenes tárolására átmeneti létesítményt kell kialakítani.
 - 16. Reaktortartály és belső berendezések kiszállítása, darabolása: greifswald-i eljárás szerint.
 - 17. A leszerelést a helyiségeken belül az aktív rendszerelemekkel kell kezdeni (dózisterhelés).
 - 18. A hagyományos (inaktív) bontási eljárások megkezd. feltétele: inaktív állapot igazolása.

3. A leszerelés folyamata

A leszerelés tervezésének alapvető kiindulási feltételei [1] / 3.

- A leszerelés tervezésének alapvető, legfontosabb kiindulási feltételei, folytatás:
 - 19. A radiológiai ellenőrzést a hagyományos bontás időszakára is fenn kell tartani.
 - 20. A védett megőrzéshez nincs szükség az ellenőrzött zóna kiterjedésének módosítására.
 - 21. A leszerelési, bontási munkálatok elvégzéséhez szolgáltatási, technikai feltételek: EÜ épület biztosítása, környezetell. labor, meglévő infrastruktúra, raktárak, komm. hálózatok).
 - 22. Az átmeneti időszak feladatainak ellátása RHK Kft. KHTT alapján történik.
 - 23. A Leszerelési Tervben a létesítés előtt álló P2 nem vehető figyelembe (változhat!).
 - 24. A leszerelés hatását a létesítés előtt álló P2-re vizsgálni nem szükséges (változhat!).
 - 25. A KKÁT leszerelése: önálló terv alapján (de párhuzamos végrehajtás!).
 - 26. Az ellenőrzött zóna leszerelése során a beléptetési pontot az EÜ épületben kell kialakítani. Ebből következően a blokkok leszerelésének sorrendje alapvetően: 1-2-4-3.
 - 27. A leszerelésből keletkező radioaktív hulladék végleges elhelyezése: RHK Kft. alapfeladata.
 - 28. A tartalék alkatrész készlet és a mobil berendezések értékesítésre kerülnek (1. lépésben).
 - 29. A lesz. hulladékok, és a lesz. során felhasznált berendezések, munkagépek is (2. lépés).
 - 30-33. A lesz. költségét: a NAÜ, az OECD/NEA és az EK által kiadott ISDC költségkód rendszer szerint kell meghatározni; mindkét változat mindkét végpontjára; RHK Kft. KHTT-ben.

4. A leszerelési terv

A leszerelés tervezésének folyamata és a leszerelési terv

- A „komplex” leszerelési terv témaköreinek meghatározására a leszereléssel összefüggő tevékenységek összességének és a NAÜ tartalmi ajánlásoknak a figyelembe vételével került sor.
- A „hatósági” LT verzió tartalmát a mindenkori hatósági igények határozzák meg, mely információ a „komplex” LT részhalmazának bemutatásával teljesíthető.
- 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet (NBSZ) szerinti engedélyezés: *„Nukleáris létesítmények megszüntetésének engedélyezése”* – ELT, VLT
- *„Végleges leállítási engedély”*
- *„Leszerelési engedély”*
- *„Nukleáris létesítmény nukleáris biztonsági hatósági felügyeletének megszüntetése”*
- A szabályozás felülvizsgálatát a nukleáris létesítmények leszerelési terveinek kidolgozásából származó tapasztalatok is szükségessé tehetik (pl. VLLW, de az eljárási előírások is változhatnak, pl. átmeneti időszak figyelembe vételével).
- A továbbiakban a „komplex” LT kerül bemutatásra.

4. A leszerelési terv

A leszerelési terv fejezetei

A továbbiak forrása egységesen a PAE LT [1]

1. Bevezetés
2. A létesítmény leírása
3. A leszerelés stratégiája
4. A projekt irányítása
5. Leszereléssel és bontással összefüggő tevékenységek
6. Üzemeltetés és karbantartás
7. Hulladékkezelés
8. Költségszámítás és finanszírozás
9. Biztonsági értékelés
10. Környezeti értékelés
11. Sugárvédelem és ipari biztonság
12. Irányítási rendszer
13. Veszélyhelyzet kezelés
14. Fizikai védelem
15. Végleges sugárvédelmi felmérés

4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 5. fejezetének felépítése

- A leszereléssel és bontással összefüggő tevékenységekről szóló 5. fejezet a további fejezetek szerinti csoportosításban kerül tárgyalásra:
 - 5.1. A védett megőrzés időszaka
 - 5.2. Műszaki infrastruktúra
 - 5.3. Munkaerő kiszolgálás
 - 5.4. Radiológiai felmérés
 - 5.5. Rendszerek, berendezések leszerelése
 - 5.6. Építmények, épületszerkezetek bontása
 - 5.7. Dekontaminálás
 - 5.8. Telephely rehabilitáció
 - 5.9. Kutatás-fejlesztési igények
 - 5.10. Organizáció

4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 1. Bevezetés fejezete

- Kiindulási adatok, tulajdonviszonyok
- Üzemeltető szervezet
- Leszerelési tevékenységek elvégzése
 - A szervezet létrehozása (RHK Kft.), de a végrehajtáshoz:
 - A leszerelést irányító szervezeti egység
 - A leszerelés végrehajtása: saját és/vagy vállalkozói erőforrással
 - Általános információk
- A leszerelés tervezésének általános kiindulási feltételei
- A KKÁT leszereléséhez szükséges infrastruktúra
- A leszerelés tervezése a kiválasztott stratégiára épül (20 éves védett megőrzés), de minden témakörben az azonnali leszerelést is tárgyalni kell

4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 2. A létesítmény leírása fejezete

- Telephely
- Épületek, épületszerkezetek
- Technológiai rendszerek
- Radiológiai jellemzők (felmérési program alapján):
 - A helyiségek felületi szennyezettsége
 - Rendszerek és berendezések külső és belső felületi szennyezettsége
 - Épületszerkezetek vizsgálata
 - Az üzemi területen és a telephely környezetében végzendő kiegészítő mérések
- Leszerelési adatbázis (adatgyűjtések több módszerrel):
 - Helyiség adatok (szint, méretek, felületek, térfogatok)
 - Építészeti adatok (megkülönböztetett építészeti szerkezeti elemek rögzített adat-típusokkal)
 - Gépésztechnológiai adatok Ellenőrzött zónára (Primer 1 és Primer 2 teljes anyagmennyiségek)
 - Gépésztechnológiai adatok Szabad zónára (Szekunder és Egyéb épületek teljes anyagmennyiségek)
 - Villamos és irányítástechnikai adatok Ellenőrzött zónára (Berendezések, Kábelátvezetések, Kábelek)
 - Villamos és irányítástechnikai adatok Szabad zónára (Berendezések, Kábelek, Egyéb épületek vill. terjedelme)
 - Tárolt hulladékok és csőkutak szerkezeti anyaga (Csőkutak NAH, és nagyméretű radioaktív hulladékok)

4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 3. *A leszerelés stratégiája* fejezete

- Leszerelési politika, leszerelési program, leszerelési stratégia
- A lehetséges leszerelési stratégiák áttekintése
- A leszerelési stratégia kiválasztásának szempontjai, a tényezők és keresztkapcsolatainak elemzése (A leszerelés folyamata, 1. dia)
- A leszerelési stratégia kiválasztása:
 - a kiválasztásban szerepet játszó tényezők figyelembe vétele egyenként,
 - a sok tényező hatásainak kiegyensúlyozása, kapcsolatok vizsgálata,
 - a nukleáris alapú energiatermelés összetett folyamataiba való illesztés,
 - megvalósíthatóság, előírásokkal való összhang vizsgálata.
- A kiválasztott leszerelési stratégia megfelelőségének értékelése

4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 4. A projekt irányítása fejezete

- Követelmények (nukleáris, sugár-és környezetvédelem), ajánlások áttekintése
- Szervezeti irányítás:
 - a funkciók (projektvezetés, a leszerelés irányítása fő tevékenységek szerint, üzemeltetés, karbantartás, szolgáltatások, biztonsági funkciók és engedélyezés, adminisztráció, minőségirányítás, műszaki háttér) bemutatása
 - erőforrás igény (részletes számítások az irányító és végrehajtó személyzetre)
 - a szervezet kialakításának szempontjai
- Vállalkozók bevonása (a végrehajtásba)
- Oktatás, képzés (felelősségek, területek)
- Beszerzés, raktározás
- Értékesítés
- Biztonsági kultúra
- Ütemtervek készítése

4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 5.1. A védett megőrzés időszaka fejezete

- A primerkör védett megőrzésének célja a szennyezett primerköri berendezések, rendszerelemek leszerelésének egy későbbi időpontra történő elhalasztása.
- A védett megőrzés alatt a radioaktív izotópok összes aktivitása csökken, ezáltal a leszerelést végző személyzetet érő sugárterhelés, valamint a környezetbe jutó radioaktív kibocsátás is csökken.
- A leszerelés során keletkező hulladék radioaktivitása is alacsonyabb mértékű.
- A védett megőrzés során felügyelt és karbantartott rendszerek minimális köre:
 - szellőztető rendszerek,
 - sugárzás ellenőrző rendszerek,
 - környezet ellenőrző rendszerek,
 - villamos energiaellátó rendszerek.
- Tartalmi elemek:
 - a védett megőrzésre való felkészülés, állagmegóvási programok,
 - ÜFK a védett megőrzés időszakában (L-ÜFK),
 - a védett megőrzés erőforrás igénye.

4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 5.2. *Műszaki infrastruktúra* fejezete

- A leszereléshez szükséges műszaki infrastruktúra igények, azok biztosítása.
- Átmeneti, a leszereléshez kiépítendő és egyéb létesítmények:
 - Nagyberendezés átmeneti tároló
 - Radioaktív hulladékkezelő létesítmény
 - Inaktív hulladékkezelő létesítmény
 - Ideiglenes rendszerek (szellőző, technológiai hűtővíz, sűrített levegő, villamos, emelő berendezések, laborépület, stb.)
- A PAE üzemben tartott rendszereinek leszerelésére, és az ideiglenes rendszerek kiépítésére vonatkozóan részletes tervek kelljenek majd.
- A kiépített műszaki infrastruktúra bontása.
- Munkaerő-és eszköz igény.
- A leszerelési genplán megmutatja a leszerelési folyamatot kiszolgáló átmeneti létesítmények tervezett elhelyezkedését.

4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 5.3. *Munkaerő kiszolgálás* fejezete

- Munkaerő kiszolgálás biztosítása (tartózkodó helyek, irodák, öltözők, stb.)
- Üzemeltetési feladatok ellátása
- A munkaerő kiszolgáláshoz szükséges infrastruktúra karbantartása
- Átmeneti kiszolgáló létesítmények felszámolása
- A munkaerő kiszolgálás munkaerő- és eszközigénye

4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 5.4. Radiológiai felmérés fejezete

- A radiológiai felmérések a sugárvédelem tervezéséhez, a dekontamináláshoz és a hulladékgazdálkodáshoz szükséges input adatokat szolgáltatják.
- Mivel a leszerelés folyamán a radiológiai helyzet folyamatosan változik/változhat, ezért a radiológiai felmérést és minősítést több alkalommal kell végezni.
- A felmérésekhez és a minősítésekhez szükséges tevékenységek, háttér-információk:
 - aktuális dózisteljesítmény és felületi szennyezettség térkép felvétele,
 - mintavétel módszere, a mérések és mintavételek eszköz-, anyag- és időigénye,
 - a kiértékelés módja és a kapott eredmények értékelésének eljárása.
- Az alapvető radiológiai felmérések és minősítések a következők:
 - Az ellenőrzött zóna helyiségeinek felmérése a leszerelést megelőzően
 - Az ellenőrzött zóna leszerelést előkészítő radiológiai felmérése: technológiai rendszerek belső szennyezettség- és betonminta mérések
 - Épületek radiológiai felmérése és minősítése a technológiai leszerelést követően
 - Kontroll mérések az épületszerkezetek dekontaminálását követően
 - Épületek radiológiai felmérése az épületek dekontaminálása után

4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 5.4. *Radiológiai felmérés* fejezete – szennyezettség értékek

- A nem fixált felületi szennyezettség értéke a felmérési adatok alapján nem haladja meg a helyiség kategóriára megengedett értékeket.
- A nem fixált felületi szennyezettség megengedett értékei:

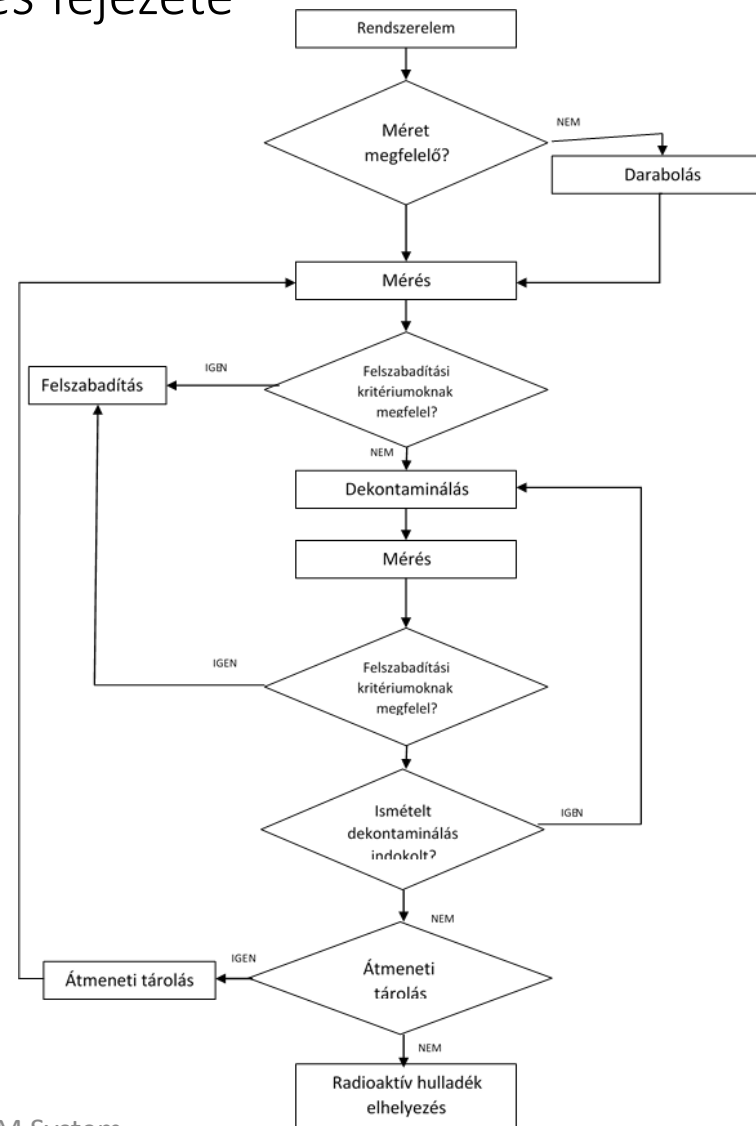
A szennyezés tárgya	Alfa-sugárzó nuklidok [Bq/cm ²]	Béta-sugárzó nuklidok [Bq/cm ²]
Kezelhető sugárvédelmi kategóriájú helyiségek (KH) felületei és a bennük található berendezések külső felületei.	0,5	5
Korlátozottan kezelhető sugárvédelmi kategóriájú helyiségek (KK) felületei és a bennük található berendezések külső felületei.	5	50

- Helyiségkategóriákra felvett felületi szennyezettség értékek:

Kategória	Felületi szennyezettség, Bq/m²
Kezelhető helyiség (KH)	1,00E+04
Korlátozottan kezelhető helyiség (KK)	1,00E+05
Nem kezelhető helyiség (NK)	1,00E+06

4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 5.4. *Radiológiai felmérés* fejezete
Anyagáram



4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 5.5. *Rendszerek, berendezések leszerelése* fejezete
A technológiai leszerelés általános szempontjai

- A technológiai leszerelés előkészítése, végrehajtásának szempontjai
- Kapcsolódó tevékenységek, organizációs szempontok
- A vágás és darabolás módszerei:
 - Gázos eljárások
 - Elektromos íven alapuló eljárások
 - Plazmaíves eljárások
 - Lézersugaras vágás
 - Hidraulikus vágási módszerek
 - Mechanikus vágási módszerek
 - Robbantásos darabolás és bontás
 - Bontókalapácsok

4. A leszerelési terv

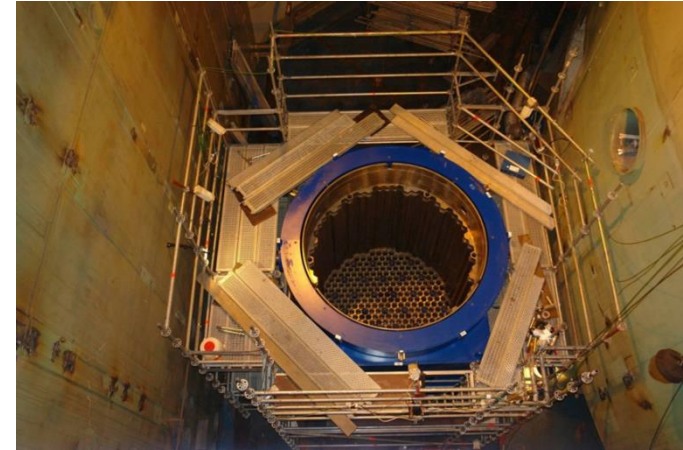
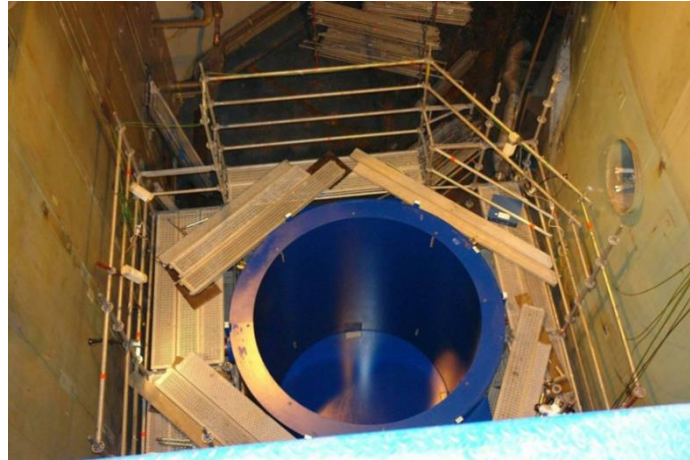
A leszerelési terv 5.5. *Rendszerek, berendezések leszerelése* fejezete
A reaktortartály és belső szerkezeti elemek leszerelése

- A rendelkezésre álló tapasztalatok
- A tartály és belső szerkezeti elemek kiszállítási koncepciója
- A belső szerkezeti elemek kiszállítása (speciális eszközigenyek, a kiszállítás folyamata)
- A reaktortartály kiszállítása (speciális eszközigenyek, a kiszállítás folyamata)
- A reaktor tartály és belső berendezéseinek pihentetés utáni darabolása
- A leszereléshez és daraboláshoz szükséges erőforrás és berendezés szükséglet

4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 5.5. *Rendszerek, berendezések leszerelése* fejezete
Greifswald - eszközök - 1

Szállító és
Árnyékoló
Konténer (SZÁK):



SZÁK
mozgatásai:



4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 5.5. Rendszerek, berendezések leszerelése fejezete
Greifswald - eszközök - 2

Tartály kiemelő
traverz és kábeles
hidraulikus emelő:



Gerendás
hidraulikus
mozgó emelő
és átmeneti
tároló
épület:



4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 5.5. *Rendszerek, berendezések leszerelése* fejezete
Egyéb technológiai rendszerek leszerelése

- Leszereléssel kapcsolatos tevékenységek
- A leszereléshez használt eszközök
- A leszerelést végző személyzettel szemben támasztott követelmények
- Humánerőforrás-igény és eszközök meghatározása:
 - Szabad zóna
 - Csőkutak
 - Ellenőrzött zóna
 - Kontaminált fémburkolatok, lépcsők, ajtók, pódiumok leszerelése
- Külső és belső eredetű események
- Leszerelési opciók közötti különbségek

4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 5.6. *Építmények, épületszerkezetek bontása* fejezete
Bontási technológiák

- Azbesztmentesítés
- Tömegbeton és önhordó vasbeton elemek bontása gyémántbetétes vágóköteles vagy vágótárcsás technológiával
- Kontaminálódott vasbeton, felaktiválódott vasbeton vágóköteles bontása
- Vegyes vasbeton szerkezetek bontása
- Falpanelek és előregyártott födémek bontása
- Monolit betonok törmelékes bontása
- Falazatok bontása, szerkezeti acélok bontása
- Minden nem hermetikus ajtó bontása, nem szennyezett
- Egyéb épületszerkezetek bontása
- Fémburkolatok bontása, nem szennyezett
- Pódiumok, lépcsők bontása
- Homlokzati állványozás, alátámasztó nehézállványok
- Udvartéri közművek bontása

4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 5.7. Dekontaminálás fejezete

- A dekontaminálás céljai:
 - munkavállalók számára a lehető legkedvezőbb sugárvédelmi körülmények biztosítása, kollektív dózis optimális szinten tartása,
 - radioaktív hulladék mennyiségének/térfogatának, ill. aktivitáskoncentráció-szintjének csökkentése (hulladékkezelés témakörhöz kapcsolódik).
- Az ALARA elven alapuló optimumot több tényező befolyásolja, például a fixált (kötött) és nem fixált izotópok mennyisége (PAE LT 5.4. fejezet).
- A dekontaminálás befejezett, ha az adott sugárvédelmi felmérés eredménye nem haladja meg a rendszer-, illetve helyiség felületre előírt szennyezettség szintjét, illetve elértük az optimális sugárvédelmi jellemzőt (ismétlés szükségességét esetileg értékelni kell).
- A sugárvédelmi célú dekontaminálás fő lépései:
 - A fővízkör sugárvédelmi célú vegyszeres dekontaminálása
 - Zárt technológiai rendszerek sugárvédelmi célú, autonóm körös dekontaminálása
 - Berendezések leszerelés előtti, sugárvédelmi célú dekontaminálása
 - Épületszerkezetek sugárvédelmi célú dekontaminálása

4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 5.8. *Telephely rehabilitáció* fejezete

- Telephely megfelelőségének igazolása:
 - Telephely megfelelőség igazolás a leszerelési folyamatban
 - A telephely végállapota
 - A megfelelőség igazolás végrehajtása
 - A végrehajtáshoz kapcsolódó igények
 - A megfelelőség igazolási tevékenységek kapcsolata a KKÁT leszerelésével
- Tereprendezés, földmunkák
- A telephely rehabilitáció munkaerő-és eszközigénye

4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 5.9. *Kutatás-fejlesztési igények* fejezete

- K+F tevékenységek a PAE leszereléshez kapcsolódóan
- Műszaki és eljárásrendi követelmények
- A K+F folyamat leírása a tervezés és a végrehajtás fázisában
- A jelen tervezési fázisban leírható K+F igények:
 - Inaktív betontörmelék minősítő berendezés
 - Hulladékcsomag aktivitását mérő berendezések
 - Radioaktív hulladékok minősítésének követelményeit deklaráló szabályozás:
 - Eseti és általános felszabadítási eljárások (nagy tömegek miatti leszerelési specifikumok)
 - VLLW bevezetésre került, de a kategória határa csak szűkítetten 50-szeres MEAK érték
 - Berendezés a reaktor tartály kötéseinek bontására és mozgatásra való előkészítésére

4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 5.10. *Organizáció* fejezete

- Az organizációt meghatározó paraméterek, időpontok:
 - üzemeltetési időszak vége, átmeneti időszak,
 - hulladéktároló létesítmények lezárási folyamatai,
 - felaktiválódott elemek hulladékkezelése (Greifswald-i tapasztalatok).
- A leszerelési szakaszok általános ismertetése
- A halasztott és az azonnali leszerelési változatok is az alábbi szakaszokra tagolódnak:
 - Átmeneti időszak (reaktorok leállítása és VM-re való felkészülés)
 - I. fázis (VM és szabad zóna leszerelése, bontása, átalakítása)
 - II. fázis (Radioaktív terjedelem leszerelése, bontása)
 - III. fázis (Inaktív terjedelem bontása)
- A leszereléshez szükséges további tevékenységeket a tervfejezetek tárgyalják, de az ütemezés miatt az összefüggésekre figyelni kell

4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 6. *Üzemeltetés és karbantartás* fejezete

- Rendszerek és berendezések üzemeltetése
 - Védett megőrzés időszaka
 - Leszerelés és bontás időszaka
- Üzemeltetési feltételek és korlátok (L-ÜFK)
- Rendszerek és berendezések karbantartása
 - Védett megőrzés időszaka
 - Leszerelés és bontás időszaka
- Az üzemeltetés és karbantartás erőforrás igénye
- Telephely fenntartás
 - Átmeneti közüzemi létesítmények kiépítése, üzemeltetése és felszámolása
 - Infrastruktúra fenntartása, telephely gondozása, anyag-, eszköz- és erőforrás igények

4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 7. *Hulladékkezelés* fejezete

Általános elvek

- A hulladékkezelés összefoglalóan magába foglalja az PAE leszerelése során keletkező hulladékok szortírozásával, darabolásával, dekontaminálásával, feldolgozásával, minősítésével, csomagolásával, szállításával, ideiglenes tárolásával és végleges tárolásra történő elszállításával összefüggő összes tevékenységet.
- A hulladékkezelési technológia kiválasztását megelőző elemzés ki kell, hogy terjedjen az egyes azonosított, kezelendő hulladéktípusok mennyiségére, aktivitásszintjeire, kémiai, illetve fizikai formáira, arra, hogy melyek a ténylegesen elérhető hulladékkezelési technológiák, mekkora a tárolási kapacitás és elérhető-e megfelelő végleges elhelyező létesítmény.
- A hulladékkezeléssel összefüggő főbb jellemzők:
 - a létesítmény leszerelési és bontási munkálatai során viszonylag nagymennyiségű radioaktív hulladék képződésével kell számolni,
 - önálló hulladékkezelő létesítmény szükséges az atomerőmű leszereléséhez,
 - a hulladékcsomagok minősítése során a HÁK kritériumrendszerét kell alapul venni.

4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 7. Hulladékkezelés fejezete

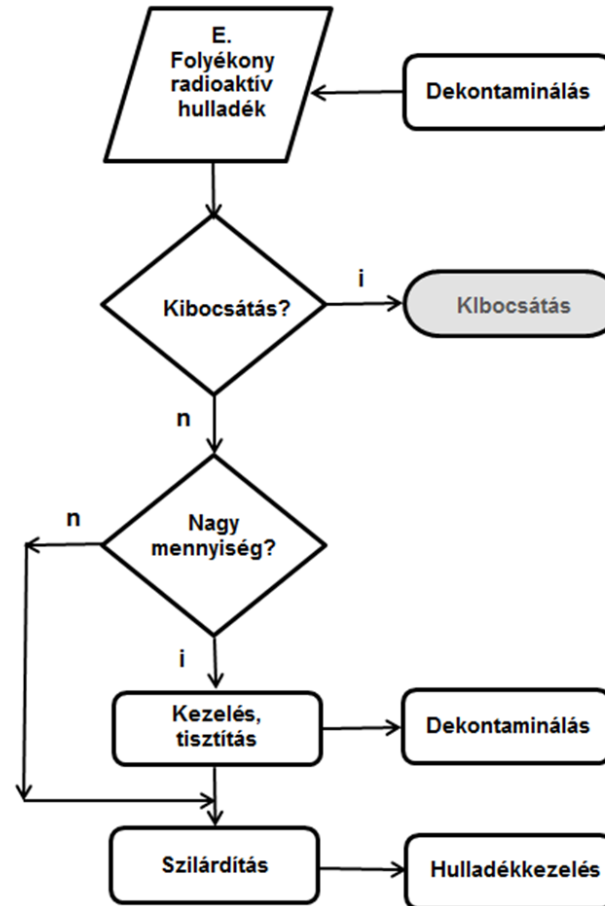
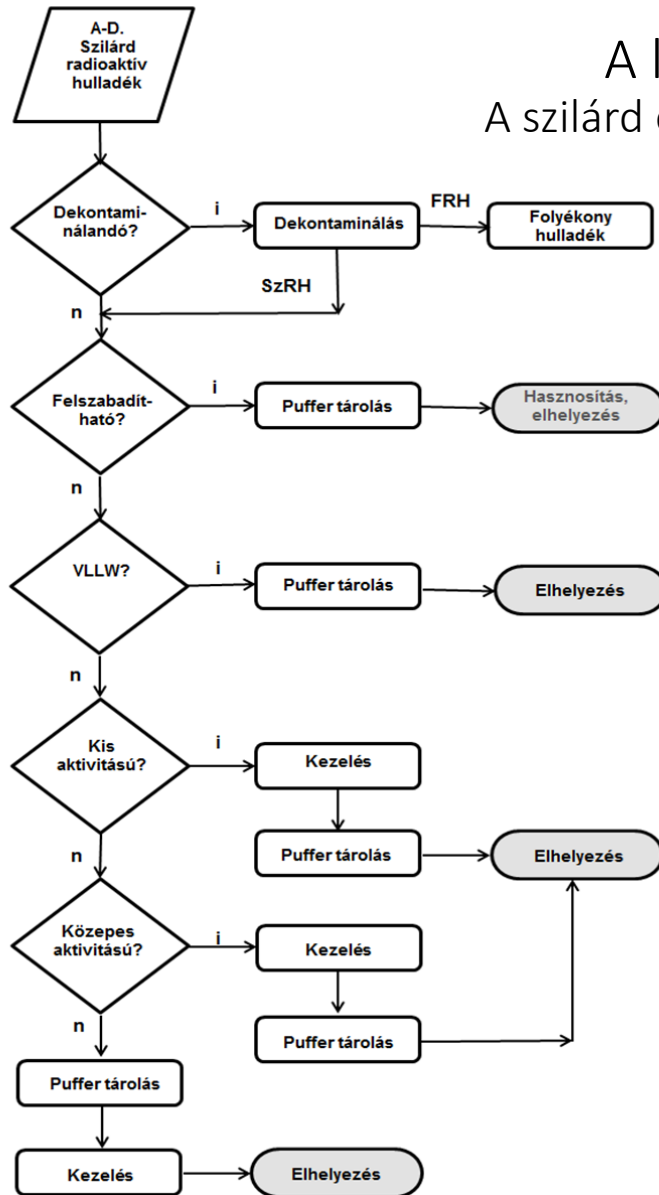
A nagyon kis, valamint a kis-és közepes aktivitású hulladékok radiológiai besorolási követelményei (PAE LT)

Alsó határ	Felső határ	Megjegyzés
Egyedi radionuklidokra		
$FEAK_i^*$	50 MEAK	*a [7.4] kiadványban javasolt értékek, Bq/g
Radionuklidok keveréke		
$\sum_i AK_i > 1 / \left(\sum_i \frac{f_i}{FEAK_i} \right)$	$\sum_i \frac{AK_i}{MEAK_i} < 50$	AK_i az i radionuklid aktivitáskonzentrációja, f_i az i radionuklid aktivitáskonzentrációjának hányada a keverékben

Osztály	Kritérium (aktivitáskonzentráció, Bq/g)
Egy radionuklid esetén	
Kis aktivitású	50 MEAK - 10^3 MEAK
Közepes aktivitású	$>10^3$ MEAK
Radionuklidok keveréke esetén	
Kis aktivitású	$50 \leq \sum_i \frac{AK_i}{MEAK_i} \leq 10^3$
Közepes aktivitású	$\sum_i \frac{AK_i}{MEAK_i} > 10^3$

4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 7. Hulladékkezelés fejezete
A szilárd és folyékony (dekontaminálási) hulladékkezelés rendszere



4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 7. *Hulladékkezelés* fejezete

A PAE LT-ben alkalmazott hulladékkezelési technológiák

- Az LT-ben a következő radioaktív hulladékkezelési technológiák lettek figyelembe véve:
 - a fővízkör vegyszeres (autonómkörös), majd a zárt technológiai rendszerek autonóm körös dekontaminálása dóziscsökkentés céljából,
 - tartályok és medencék leszerelés előtti dekontaminálása dóziscsökkentés céljából,
 - acélok, színesfémek, nem fémes szilárd anyagok szortírozása és darabolása,
 - a feldarabolt anyagok vagy a másodlagos hulladékok radiológiai osztályozása,
 - acélok nagynyomású vízsugaras, vegyszeres, elektrokémiai dekontaminálása felszabadítás céljából,
 - a kontaminálódott kábelek bontása, lecsupaszítása, szükség szerinti dekontaminálása,
 - kisnyomású préseles (tömörítés),
 - épületszerkezet burkolatainak mechanikai (vákuumos) (falak és födémek) és nedves (padlók) tisztítása,
 - épületszerkezetek radiológiai minősítése (LT 5.4 fejezet),
 - folyékony radioaktív hulladékok feldolgozása,
 - nagyaktivitású, kis és közepes aktivitású hulladékcsomagok kondicionálása,
 - nagyon kis aktivitású hulladékcsomagok összeállítása,
 - a konténerek és csomagok kiszállítás előtti radiológiai ellenőrzése,
 - inaktív bontott betonok, kábelhulladékok, elektronikus hulladékok feldolgozása, újrahasznosítása,
 - egyéb inaktív ipari hulladékok feldolgozása, újrahasznosítása.

4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 7. *Hulladékkezelés* fejezete

A hulladék anyagáramok - 1

- Felaktiválódott fémek
 - Reaktor kosár, akna és sokszögpalást
 - Reaktortartályok és a többi belső szerkezeti elem
 - A felaktiválódott nagyberendezések hulladékainak kezelése
 - A csőutakban található hulladékok
- Felaktiválódott beton és egyéb szerkezeti anyagok
- Kontaminálódott fémek (szennyezett technológiai és rendszerelemek)
 - A technológiai leszerelés hulladékainak előzetes besorolása
 - A szennyezett épületszerkezetek hulladékainak előzetes besorolása
 - A technológiai leszerelés hulladékainak dekontaminálás utáni, várható besorolása
 - Szennyezett épületszerkezetek hulladékainak dekontaminálás utáni, várható besorolása
- Kontaminálódott építőanyagok

4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 7. *Hulladékkezelés* fejezete

A hulladék anyagáramok - 2

- Másodlagos hulladékok
 - Kontaminálódott tömöríthető anyagok
 - Kontaminálódott egyéb, nem tömöríthető anyagok
 - Dekontamináló folyadékok
 - A másodlagos hulladékok elhelyezéséhez szükséges konténerek száma
- Veszélyes szilárd hulladékok
- Veszélyes folyadékok
- Ioncserélő gyanták
- Szennyezett talaj
- Inaktív és felszabadítható hulladékok
 - Inaktív leszerelési hulladékok
 - A felszabadítható leszerelési hulladékok kezelése
 - Inaktív bontási hulladékok
 - A felszabadítható bontási hulladékok kezelése

4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 7. *Hulladékkezelés* fejezete
Hulladékkezelés - berendezések

Vegyszeres dekontamináló berendezés (Japán):

Berendezés hordós
hulladék cementezésére:



Nagy teljesítményű
betontörő
(Rubble Master 60):



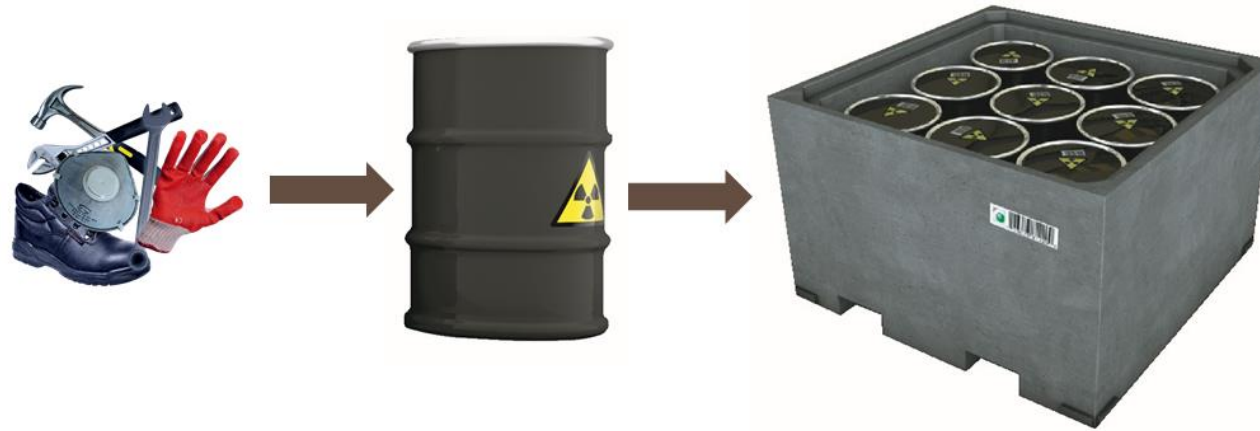
4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 7. *Hulladékkezelés* fejezete
A hulladékkezelési és tárolási tevékenységek

- A hulladékkezelési és tárolási tevékenységek helyszínei
 - A főépületek ellenőrzött zónájának helyiségei
 - Reaktor Tároló Létesítmény
 - Radioaktív Hulladékkezelő Létesítmény
 - Udvertér
 - Beton feldolgozó terület (bontótelep)
- A radioaktív hulladékok csomagolása
 - 200 literes hordó
 - Végleges elhelyezést biztosító fémkonténer
 - Dupla hosszmeretű fémkonténer
- A hulladékok szállítása
- A radioaktív hulladékok végleges elhelyezése
- Beszerzendő eszközök és anyagok
- A hulladékkezelés infrastrukturális szükségletei

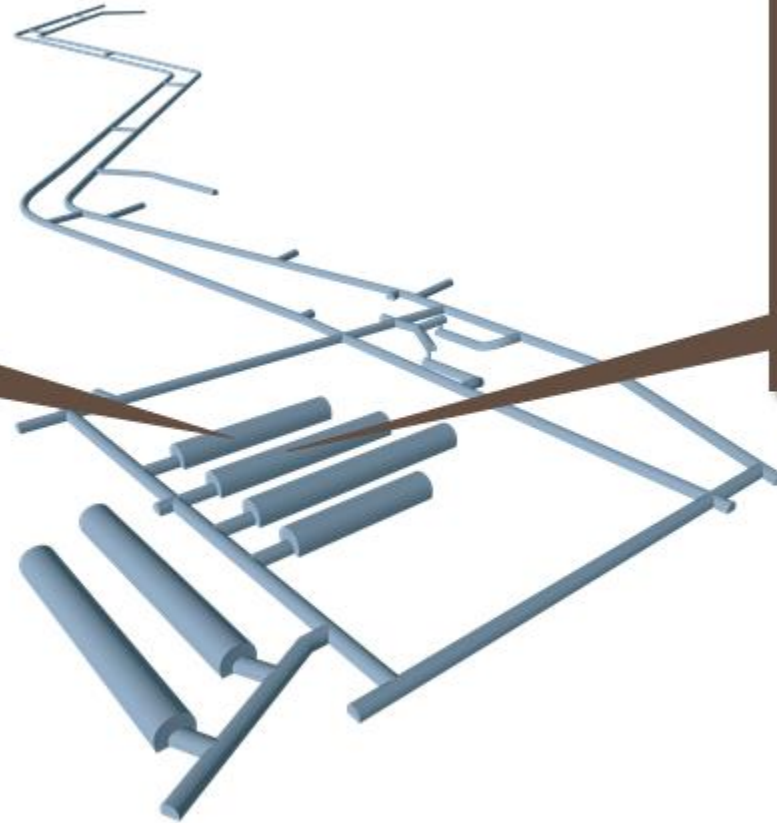
4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 7. *Hulladékkezelés* fejezete
NRHT [19] - csomagok és tárolás - 1



4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 7. *Hulladékkezelés* fejezete
NRHT [19] - csomagok és tárolás - 2



4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 8. *Költségszámítás és finanszírozás* fejezete

A számítás és a finanszírozás mechanizmusa

- A nemzetközi költségkód rendszer
 - A rendszer elemei
 - Költségkód relevancia vizsgálat
 - Leszerelési tevékenységek és költségkódok
- A költségszámítás
 - A számító táblák
 - Számítási eredmények
- A finanszírozás mechanizmusa
 - A költségeket a KNPA-nak kell fedeznie
 - Teljes mértékben finanszírozni kell a radioaktív hulladékok feldolgozásának költségeit, valamint a leszerelések költségeit

4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 9. Biztonsági értékelés fejezete

- Biztonsági kritériumok (követelmények és leszerelési osztályba sorolás)
- Üzemviteli feltételek és korlátok
- Leszerelési tevékenységek kockázatának értékelése
 - Ionizáló sugárzás elleni védelem (fűtőelem már nincs a létesítményben)
 - Környezetvédelem, ipari biztonság, tűzvédelem, fizikai védelem és anyagellenőrzés
- A veszélyhelyzeti események kockázatának elemzése, jelenleg 3 mértékadó esemény
 - Folyékony radioaktív közeg szivárgása
 - Aeroszol képződés a primerkör leszerelése során
 - Nagy tömegű radioaktív berendezés leejtése
- Az események következményeinek értékelése
 - Radiológiai következmények (konzervatívan feltételezett szennyezettség: ^{60}Co : 95%, ^{137}Cs : 5%)
 - Az események kezelése (minden feltételezhető belső és külső eseményre)
- Megelőző és következményeket enyhítő intézkedések
- A kockázatok értékelése
- Biztonsági kritériumok teljesítése

4. A leszerelési terv

A leszerelési terv *10. Környezeti értékelés* fejezete

- A leszerelés környezeti hatása szempontjából mértékadó jogszabályok és nemzetközi ajánlások
- A Leszerelési terv környezeti hatások szempontjából releváns alapvető feltételezései és kiindulási adatai
- A környezeti elemekre/rendszerekre hatást gyakorló tevékenységek
- Az érintett környezeti elemek/rendszerek áttekintése, az alapállapot meghatározása
- A leszerelés környezeti hatásainak becslése és értékelése környezeti elemek/rendszerek szerint
- Hatásterület meghatározása
- A káros környezeti hatások elkerülésére, csökkentésére, megszüntetésére vonatkozó intézkedések
- Környezet- és kibocsátás ellenőrzés
- Az országhatáron átterjedő lehetséges hatások előzetes értékelése

4. A leszerelési terv

A leszerelési terv *11. Sugárvédelem és ipari biztonság* fejezetei

- Sugárvédelem
 - A leszerelésre érvényes sugárvédelmi szabályzat tartalma
 - Munkahelyi sugárvédelmi tevékenységek a leszerelés radioaktív terjedelmében
 - A foglalkozási dózisos becslési értékei az egyes leszerelési szakaszokban
 - Veszélyhelyzetek
 - Környezeti sugárvédelem
- Ipari biztonság
 - Az ipari biztonság a leszerelés során
 - Munka- és tűzvédelmi folyamatok tervezése, tűzvédelem alkalmazása
 - A szabályzatok tartalmi és strukturális felépítése
 - Munka és tűzvédelmi folyamatok ellenőrzése, felügyelete

4. A leszerelési terv

A leszerelési terv *12. Irányítási rendszer* fejezete

- Szabályozás
- A leszerelési tevékenységek tervezése és végrehajtása
- Dokumentumok kezelése, képzés és minősítés
- A követelmények differenciálása
- A vezetőség felelőssége, tapasztalatok hasznosítása, erőforrások kezelése
- A folyamatok megfelelőségének rendszeres értékelése
- Nem-megfelelőségek kezelése
- Rendszeres felülvizsgálatok
- Fejlesztések, vállalkozók bevonása
- Mérő- és vizsgálóeszközök alkalmazása

4. A leszerelési terv

A leszerelési terv *13. Veszélyhelyzet kezelés* fejezete

- Veszélyhelyzeti szituációk
- Intézkedési tervek
 - A veszélyhelyzet kezelési csoport
 - Riasztási rend, elsősegélynyújtás megszervezése
 - Gyülekezési helyek, menekülési utak kijelölése
 - A védekezéshez szükséges eszközök
 - Személyi dozimetriai ellenőrzés
 - Oktatás
 - Módosítások rendje, események kivizsgálása
 - Együttműködés az elhárításban
- A mértékadó események és azok kezelése
- Intézkedési tervek felülvizsgálata
- Feljegyzések, adatrögzítés

4. A leszerelési terv

A leszerelési terv *14. Fizikai védelem* fejezete

- Az létesítmény fizikai védelme (műszaki rendszerek, szabályozás, szervezet és felelősségek)
- Fizikai védelmi programok és intézkedések a leszerelés során
 - A lépcsőzetes átadás és átvétel
 - A telephely zónafelosztásainak módosítása (zónák)
 - Személyzeti kérdések (ütemezések)
 - A fizikai védelmi rendszerek átalakítása
 - Gyakorlatok, oktatás, ellenőrzések
 - Fizikai védelmi eljárásrendek, szabályzatok módosítása
 - A radioaktív anyagok szállításának ellenőrzése
 - A fizikai védelem munkaerő- és eszközigénye

4. A leszerelési terv

A leszerelési terv 15. *Végleges sugárvédelmi felmérés* fejezete

- A végleges radiológiai felmérések metodikájára és elvégzésre az USA több, nukleáris létesítmények engedélyezésében kompetens hatósága ajánlásait foglalja össze az „Ügynökségközi Irányadás Radiológiai Felmérésre és Telephely Vizsgálatra” (Multi-Agency Radiation Survey and Site Investigation Manual) azaz a MARSSIM.
- A MARSSIM részletes ajánlásokat fogalmaz meg a környezeti és telephelyi radiológiai felmérések tervezésére, elvégzésére annak érdekében, hogy a dózis- vagy kockázat alapú hatósági kritériumoknak való megfelelés ellenőrizhető legyen.
- A végleges radiológiai felmérés során az adott terület felszabadíthatóságát a vizsgálati helyszínről származó mérési eredmények felszabadítási kritériumnak történő megfelelése demonstrálja. A legtöbb helyszín esetében a felszabadítási döntésben az eredmények statisztikai elemzése szükséges.

5. irodalomjegyzék

1

- Leszerelési tervek:

[1]: PAE LT

[2]: KKÁT LT

- Nukleáris világjelentés:

[3]: <https://www.worldnuclearreport.org/The-World-Nuclear-Industry-Status-Report-2019-HTML.html>

[4]: https://www.napi.hu/nemzetkozi_gazdasag/mit-tudnak-onok-valojaban-a-paksi-blokkokrol.692095.html

[5]: <https://g7.hu/kozelet/20190927/energiatermelesi-szemponthol-semmi-ertelme-nincs-atomeromuvt-epiteni/>

- Radioaktív hulladékok, egyetemi anyag:

[6]:

http://oldweb.reak.bme.hu/fileadmin/user_upload/felhasznalok/zagyvai/rad_hull_gazd_BSc_2017_1_dolgozat_anyaga.pdf

5. irodalomjegyzék

2

- Pozitív visszacsatolások, üvegházhatás, GWP:

[7]: <https://ng.hu/tudomany/2019/05/29/a-venus-velaha-olyan-lehetett-mint-a-mai-fold/>

[8]: https://hu.wikipedia.org/wiki/Glob%C3%A1lis_felmeleged%C3%A9s

[9]: https://hu.wikipedia.org/wiki/%C3%9Cvegh%C3%A1zhat%C3%A1s%C3%BA_g%C3%A1zok

[10]: https://hu.wikipedia.org/wiki/Glob%C3%A1lis_felmeleged%C3%A9si_potenci%C3%A1l

- Szén-dioxid kibocsátások, olaj, mezőgazdaság, stb.:

[11]: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/>

<https://www.portfolio.hu/uzlet/20191111/radikalis-fordulatnak-kell-jonnie-az-olajiparban-ha-komolyan-gondoljuk-a-vilag-megmenteset-406595>

<https://www.portfolio.hu/uzlet/20191117/korszakalkoto-klimaugyi-kezdemenyezés-szuletett-magyarorszag-mentesseget-ker-407237>

[12]: <http://fizikaiszemle.hu/old/archivum/fsz0104/mgy.html>

[13]: <https://index.hu/techtud/2019/11/13/elelmiszer-termeles-elelmiszeripar-kornyezetszennyezés-kornyezetterheles-klimaváltozás-betegségek/>

[14]: <https://g7.hu/adat/20191113/tavaly-meg-tobb-szen-dioxidot-ontottunk-a-levegobe-es-messze-meg-a-tetozes/>

5. irodalomjegyzék

3

- Marshall szigetek, szennyeződés:

[15]: <https://www.iflscience.com/environment/climate-change-is-threatening-to-crack-open-a-cold-war-nuclear-tomb/>

[16]: <https://www.pnas.org/content/116/31/15425>

- Diszkontálás:

[17]:

https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_543_08_A_vallalati_penzugyek_alapjai/ch09.html

- Erőműépítés:

[18]: https://index.hu/gazdasag/2019/11/14/csehország_atomeromu_uj_reaktorblokk_nuklearis_energia/

- Hulladéktárolók:

[19]: <https://rhk.hu/timeline/nemzeti-radioaktivhulladek-tarolo>

[20]: <https://rhk.hu/timeline/nyugat-mecseki-kutatas>

<https://g7.hu/podcast/20191116/ha-nincs-vegleges-megoldas-az-atomhulladek-tarolasara-akkor-miert-pecs-hataraban-raknak-le/>