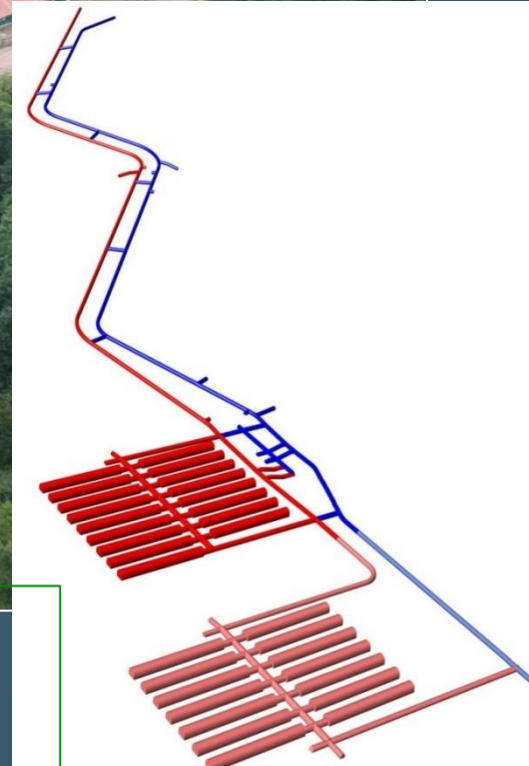
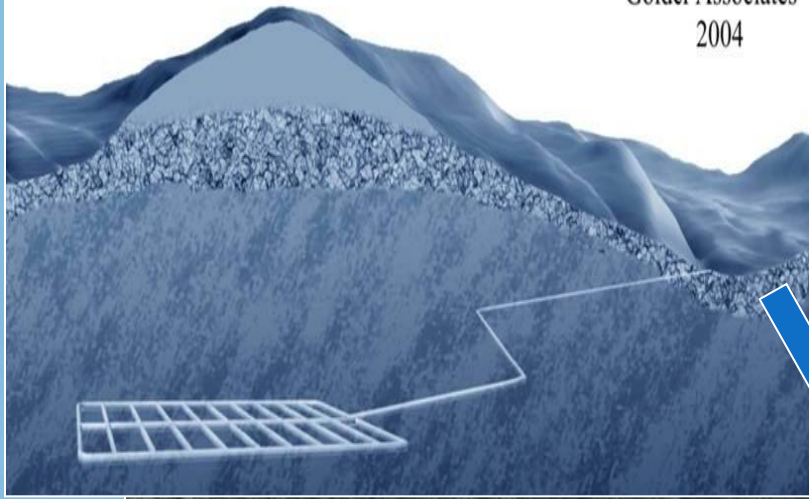


The background image is a photograph of a tunnel. The tunnel has concrete walls and a rough, uneven floor. On the left side, there are several large, parallel pipes running along the wall. On the right side, there are bundles of yellow and black cables. The tunnel recedes into the distance, with a bright light source at the far end, creating a perspective effect. The overall lighting is dim, with the primary light source being the distant opening of the tunnel.

Ormai P., Nős B.
RHK Kft.

A BÁTAAPÁTI NRHT BIZTONSÁGI KONCEPCIÓJÁNAK ÉRTÉKELÉSE A LEGÚJABB NEMZETKÖZI AJÁNLÁSOK TÜKRÉBEN

Golder Associates
2004

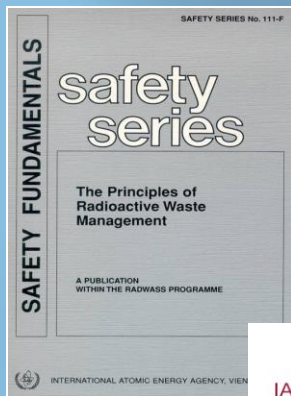


NRHT

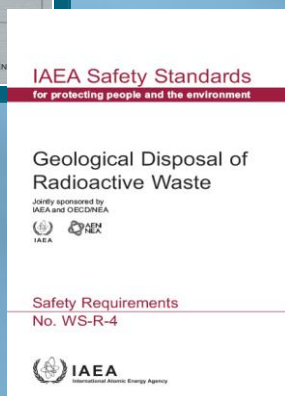
Az előadás nem arra keresi a választ, hogy biztonságos lesz-e a Bátaapáti NRHT

hanem

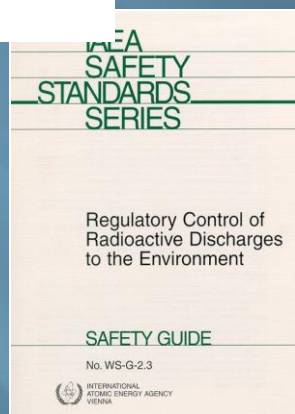
A biztonsági tervezés és a biztonság igazolása mennyire követi a NAÜ legújabb ajánlásait.



ALAPVETŐ BIZTONSÁGI ELVEK



JOGI, MŰSZAKI ÉS BIZTONSÁGI KÖVETELMÉNYEK



GYAKORLATI ÚTMUTATÓK, MELYEK LEHETŐVÉ TESZIK KÖVETELMÉNYEKNEK VALÓ MEGFELELÉST

Az **ICRP** kidolgozta a szilárd hulladékok elhelyezésére vonatkozó sugárvédelmi rendszer alkalmazásának elveit: Publications 77, 81, 103.

Draft Safety Requirements:
Disposal of Radioactive Waste

IAEA SAFETY STANDARDS
for protecting people and the environment

Disposal of Radioactive Waste

DRAFT SPECIFIC SAFETY REQUIREMENTS No. SSR-5
DS354



Radioaktív hulladékok elhelyezése
DS 354

2010/03/26

IAEA SAFETY STANDARDS SERIES
for protecting people and the environment

STATUS: MS incorporated, submitted to W. ASAC for approval to be submitted to CSS for endorsement.

The Safety Case and Safety Assessment for
Radioactive Waste Disposal

DRAFT SAFETY GUIDE
No. DS 355



Biztonsági elemzés
DS 355

DS357
2009-04-08

IAEA SAFETY STANDARDS
for protecting people and the environment

STATUS: MS incorporated, submitted to W. ASAC for approval to be submitted to CSS for endorsement.

Monitoring and Surveillance of
Radioactive Waste Disposal Facilities

DRAFT SAFETY GUIDE
DS357

Draft Safety Guide



Monitoring

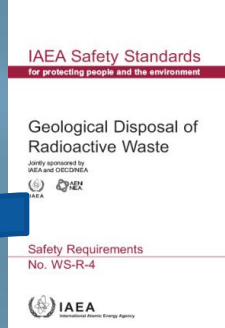
IAEA Nuclear Energy Series
No. NE-1.22

DRAFT

Guidance for the
Development of a
Management System
for LILW Predisposal
Facilities

IAEA, Vienna
Version 02 – November-2009

QA/QC



CÉLKITŰZÉS

FORRÁS

BIZTONSÁGI
RENDSZER

BEFOGADÓ

CÉL

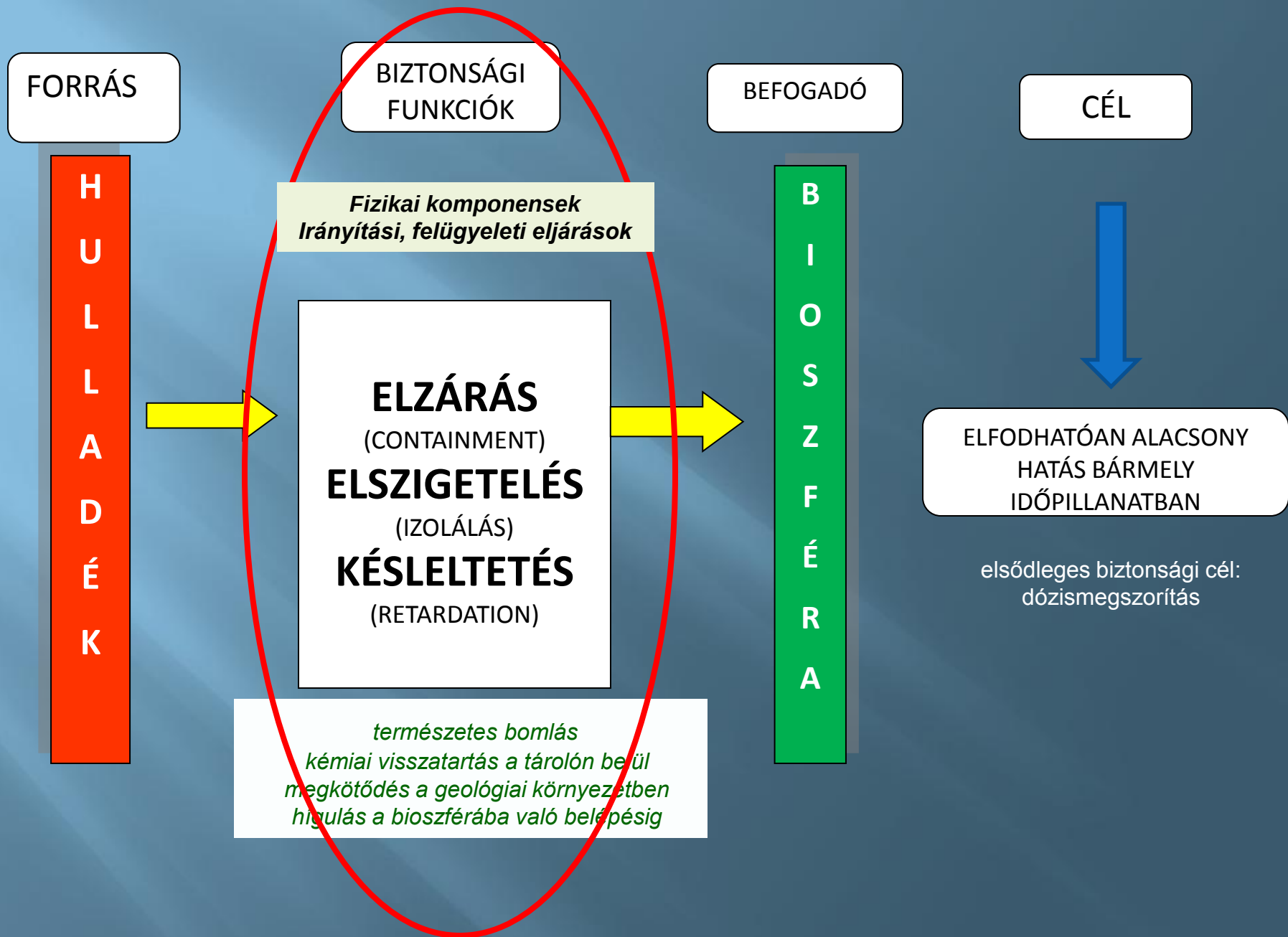
H
U
L
L
A
D
É
K

- Telephely kiválasztás (geológiaiilag stabil környezet)
- Telephely jellemzők
- Tároló építés (mérnöki rendszerek)
- Hulladékforma, csomagolás
- Tároló lezárás (tömedékelés, s zigetelés)
- Intézményes ellenőrzés, monitoring

B
I
O
S
Z
F
É
R
A

ELFODHATÓAN
ALACSONY HATÁS MIND
AZ ÜZEMVITELI, MIND A
LEZÁRÁST KÖVETŐ
SZAKASZBAN

BIZTONSÁGI
FUNKCIÓK



DS 354: 3.32: The various elements of the disposal system, including physical components and control procedures, contribute to performing safety functions in different ways over different timescales.

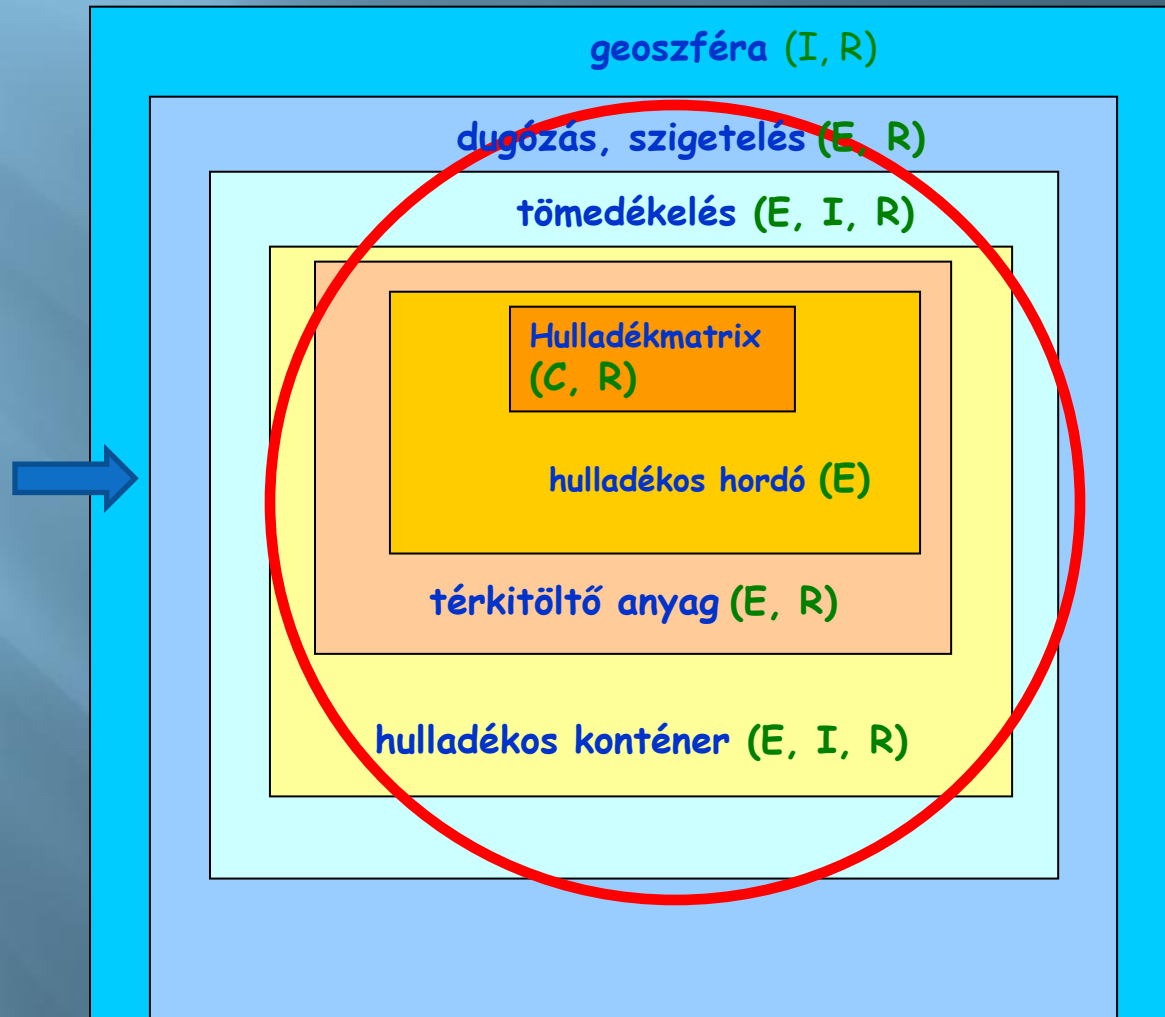
DS 354 Requirement 7: Multiple safety functions

Containment and isolation of the waste shall be provided by means of a number of physical barriers of the disposal system. The overall performance of the disposal system shall not be unduly dependent on a single safety function

Adequate **defense in depth** has to be ensured by demonstrating that there are multiple safety functions; that the fulfillment of individual **safety functions is robust**;



Többszörös biztonsági funkciók, mélységben tagolt védelem



Biztonsági funkciók: E [elzárás], I [elszigetelés], : R [késleltetés]

RHK-K-012/07

AZ ATOMERŐMŰVI KIS ÉS KÖZEPES
AKTIVITÁSÚ RADIOAKTÍV HULLADÉKOK
VÉGLEGES ELHELYEZÉSÉRE SZOLGÁLÓ
TÁROLÓ LÉTESÍTÉS
ENGEDÉLYEZTETÉSÉVEL KAPCSOLATOS
DOKUMENTÁCIÓK ELKÉSZÍTÉSE

A MŰSZAKI GÁTRENDSZERREL
KAPCSOLATOS BIZTONSÁGI
MEGFONTOLÁSOK

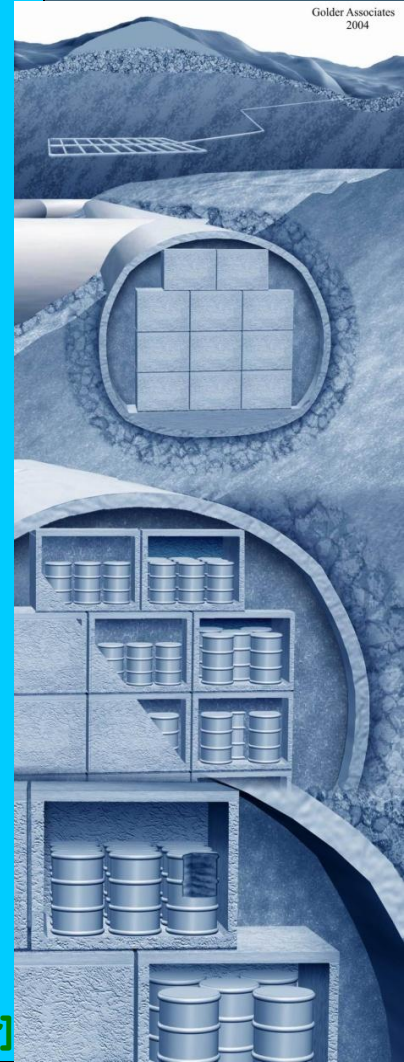
Benedek Kálmán, Böthi Zoltán, Lugosi
Krisztián, Mező Gyula, Dankó Gyula
(Golder Associates (Magyarországi) Kft.),
Mester József (Calamitas Kft.),
Bérci Károly, Romenda Tamás, Takács Tamás
(ETV-BRÜTERV Zrt.),

2007. január

Radioaktív Hulladékokat Kezelő
Közhasznú Társaság



Golder Associates
2004



DS 355.: 4.40. The operator should demonstrate that, to the extent possible, the safety of the disposal system is achieved through the use **of passive means**. By passive means, it should be understood that no active components or actions (e.g. monitoring) are required for the long-term safety of the facility, although these may contribute to safety in particular for near surface disposal facilities.



Passzív biztonság: nincs szükség aktív komponensekre és intézkedésekre a hosszú-távú biztonság garantálásához

A biztonsági funkciók időben és térben is elválnak egymástól.

időben: A létesítmény élettartama alatt más-más biztonsági funkciók válnak aktívvá
térben: felszíni és a felszín alatti funkciók.



Megtörtént:

A biztonsági szempontból fontos rendszerekhez rendelhető biztonsági funkciók meghatározása (üzemelés alatti és lezárást követő fázisokra).

A biztonság szempontjából fontos rendszerek élettartamára vonatkozó követelmények azonosítása.

A hosszú távú biztonságot garantáló rendszer elemek jellemző paramétereinek meghatározása.

A paraméterekhez rendelhető jellemző számértékek kerültek felhasználásra a biztonsági modellezésekben.

Biztonsági funkciók (1): hulladékcsomag

DS-354: Requirement 20 *Waste packages accepted for emplacement in a disposal facility shall conform to criteria that are fully consistent with and are derived from the safety case for the disposal facility in operation and after closure.*



A hulladékcsomagoknak meg kell felelniük a biztonsági értékelés bázisán származtatott kritériumoknak.

DS-354: 5.3 *Waste intended for disposal has to be characterized to provide sufficient information to ensure compliance with waste acceptance requirements and criteria.*

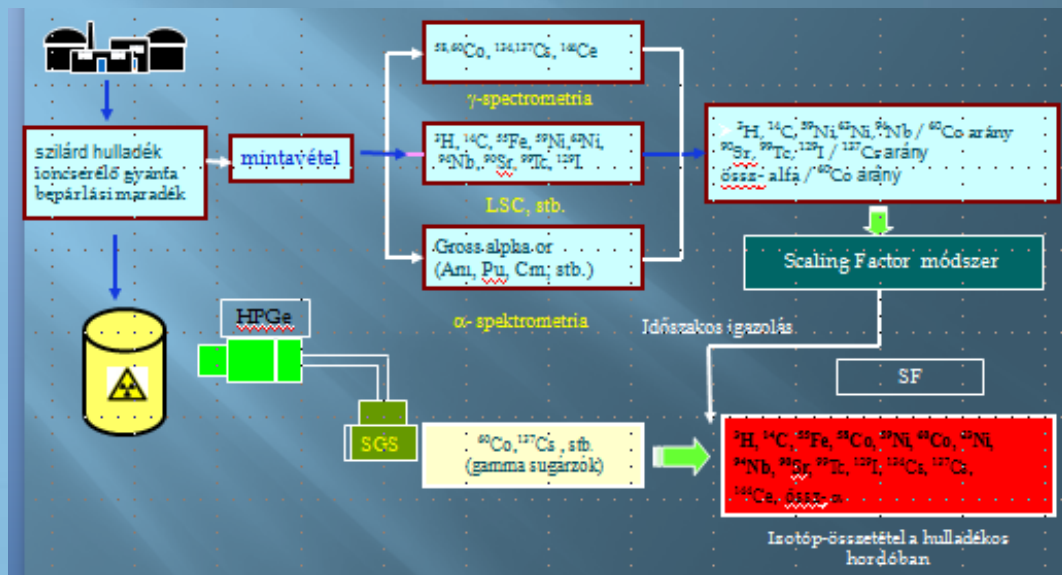


A hulladékot megfelelően minősíteni kell ahhoz, hogy a HÁK-nak való megfelelés igazolható legyen.

HULLADÉK ÁTVÉTELI KRITÉRIUMOK (HÁK)

KRITÉRIUMOK SZÁRMAZTATÁSA - MINŐSÍTÉSI ELJÁRÁS - ÁTVÉTELI ELJÁRÁS





Hulladékeltár meghatározás



Hulladék átvételi követelmények meghatározása

Hulladék átvételi eljárás, csomag megfelelőség igazolás, nem megfelelőségek kezelése

Biztonsági funkciók és a HÁK kapcsolata

A legfontosabb kritériumok az első, elzárást biztosító gátra (hulladékcsomag):



**hulladékcsomag
tartósság**



biológiai árnyékolás



az elzárás biztosítása

aktivitás korlátozás



**korlátozott
kioldódási sebesség**

**Diffúziós koefficiens
($10^{-14} - 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$)**

A vasbeton konténer cementes térkitöltéssel:

- ❑ hidraulikus gát: alacsony transzmisszivitás (a domináns transzport folyamat a diffúzió)
- ❑ kémiai gát: magas pH => csökkenti bizonyos izotópok oldhatósági korlátját
- ❑ szorpciós gát: a cementalapú anyag visszatartó képessége



A biztonsági funkció (2): egyéb mérnöki gátak

A mérnöki gátaknak (EBS) jelentős szerepe van a üzemi és a tároló lezárást követő biztonság elérésében.

Üzemviteli biztonság:

feladat: biztonságos munkakörnyezetet biztosítani a hulladék elhelyezés során

Lezárást követő biztonság:

feladat: a biztonsági funkciók ellátása a tároló lezárását követően

Az EBS elemeinek kompatibilisnek kell lenniük egymással és a befogadó kőzettel.

- ❖ Kőzet lőtt-betonozása (shotcreting)
- ❖ kőzethorony
- ❖ Repedések injektálása (ha a víz beáramlás meghaladja a határértéket)



A biztonsági funkció (3): egyéb mérnöki gátak

Vágatok eltömedékelése:

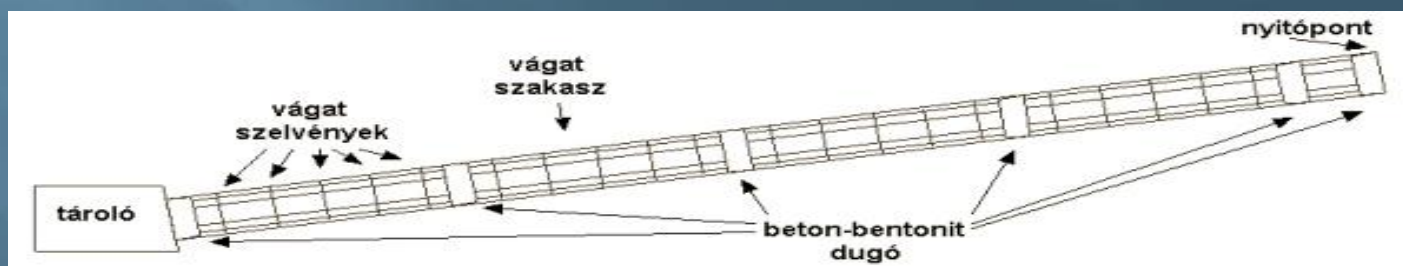
- ❑ *Mechanikai stabilitást* biztosít a kőzetkörnyezetnek
- ❑ *megakadályozza* a fellazult zóna (EDZ) további gyengülését
- ❑ *kémiai gát*: magas pH => az oldhatósági korlát bizonyos nuklidokra csökken
- ❑ *szorpciós gát*: visszatartás a cementes anyagokon
- ❑ *hidraulikus gát*: alacsony vízvezető képesség



Beton dugós tömítés:

- ❑ A tároló kamrák bejáratánál
- ❑ Megközelítő alagutak nyitópontjainál
- ❑ Megközelítő alagutak különböző pontjain

Beton- bentonit dugókat kell elhelyezni a tároló különböző pontjain.



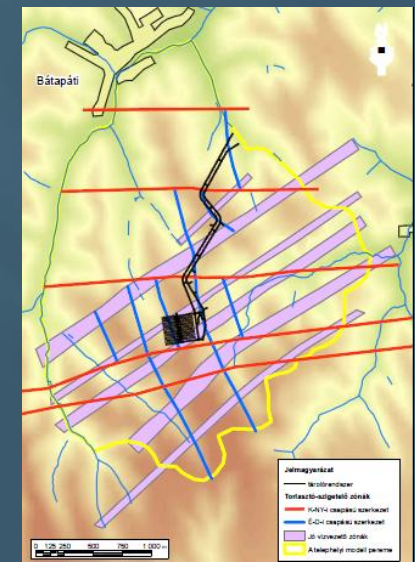
The diagram illustrates a geological cross-section. At the top, blue arrows represent 'Precipitation' falling onto a sloping surface. The slope is composed of two layers: 'Loess and other soils' (orange) on top and 'Weathered granitic rocks' (yellow) below. A 'Repository' is shown as a box within the rock layer. A vertical arrow on the right side points upwards and is labeled U_h-1 .

The diagram illustrates a geological cross-section with several layers and features:

- Top Layer:** A blue layer representing the atmosphere, with blue arrows indicating precipitation.
- Soil Layer:** An orange layer labeled "Loess and other soils".
- Rock Layer:** A yellow layer labeled "Weathered granitic rocks".
- Repository:** A white rectangular box labeled "Repository" is located within the rock layer.
- Diffusive Barrier Zone:** A region containing the repository, characterized by a dense network of red lines representing fractures or faults.
- Flow Rates:** Two vertical arrows indicate flow rates: $\dot{U}_{h-5}$ (upward) and $\dot{U}_{h-1}$ (upward).

The diagram illustrates a geological cross-section with a sloping surface. At the top, blue arrows represent precipitation. The surface is composed of two layers: 'Loess and other soils' (orange) and 'Weathered granitic rocks' (yellow). A blue line indicates the erosion front, and a dashed black line shows the repository level. Vertical arrows indicate erosion rates at different locations: $\dot{U}_{h-27}$ (at the erosion front), $\dot{U}_{h-5}$ (at the repository level), and $\dot{U}_{h-1}$ (at the top right). A box labeled 'Repository' is located within the weathered granitic rocks.

A 3D surface plot showing the distribution of data points in the EOVX/EOVY plane. The horizontal axes are labeled EOVX (ranging from 95000 to 97000) and EOVY (ranging from 615000 to 617000). The vertical axis represents a density or frequency, ranging from -200 to 200. The surface is highly irregular and jagged, indicating a complex, non-uniform distribution of data points.



DS 355, 2.5. Safety assessment entails evaluating the performance of a disposal system and quantifying its potential radiological impact on human health and the environment. SA should consider the possible radiological impacts of the facility both during its operation and in the post-closure phase. Radiological impacts may arise from gradual processes in the post-closure phase which may cause the facility and its components (e.g. barriers) to degrade, and from discrete events that may affect the isolation of the waste (e.g. earthquakes, faulting and inadvertent human intrusion).



A BIZTONSÁG IGAZOLHATÓSÁGA (DEMONSTRABILITY OF SAFETY)

5.10. The different approaches that can be considered include: probabilistic and deterministic approaches,

the use of simple conservative models, the use of complex and more realistic models.

5.16 Both conservative and realistic calculations might be necessary in post closure radiological impact assessment and both approaches can be used to increase confidence in the safety of the disposal facility

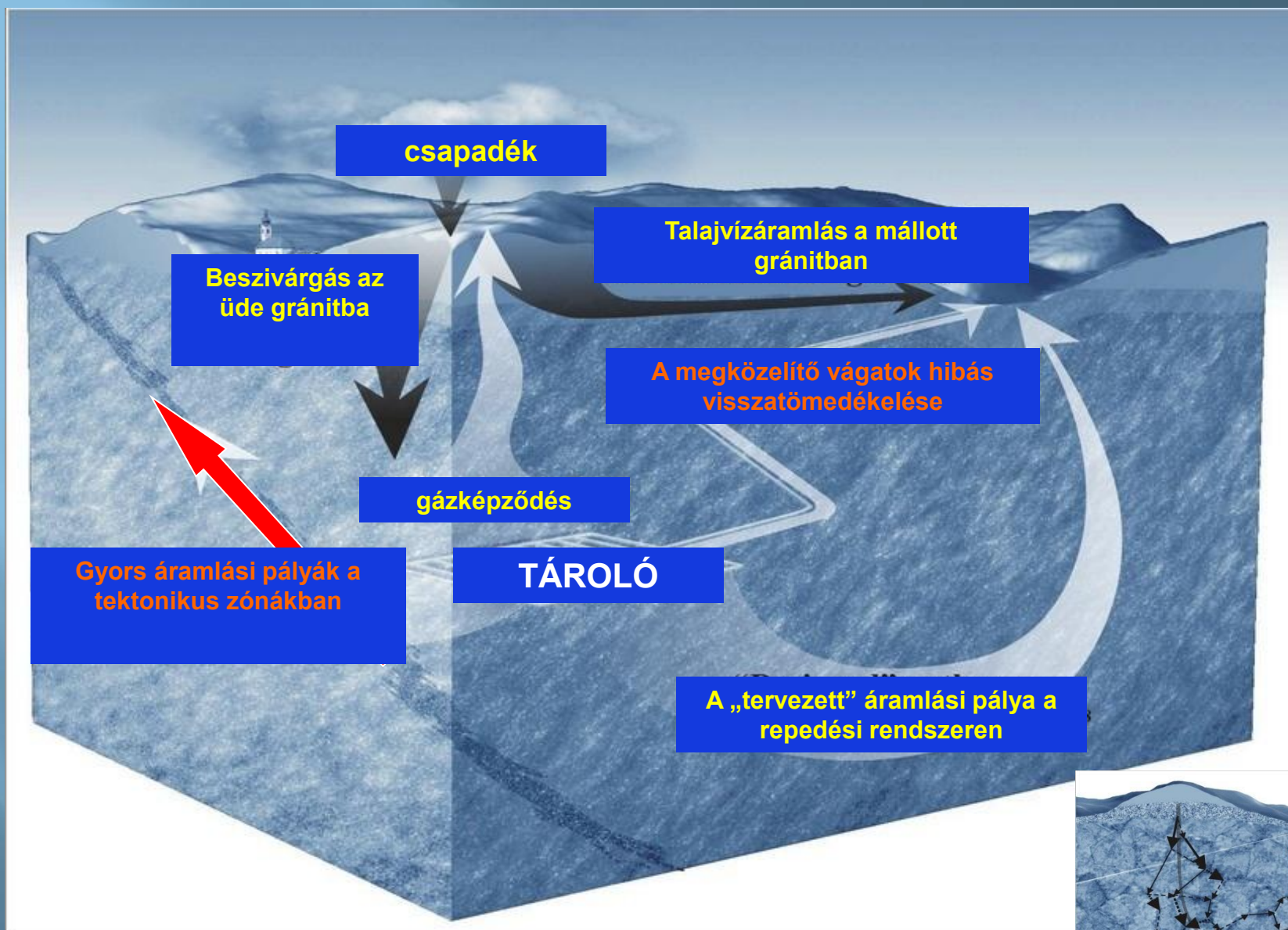
5.40: By assuming extreme conditions, the robustness of the important properties of the system of barriers can be more clearly exhibited. Scenarios of this sort are often called “what if” scenarios to distinguish them from realistic scenarios

**Alternatív biztonsági értékelés
(probabilisztikus, determinisztikus)**

Konzervatív, realisztikus modellek

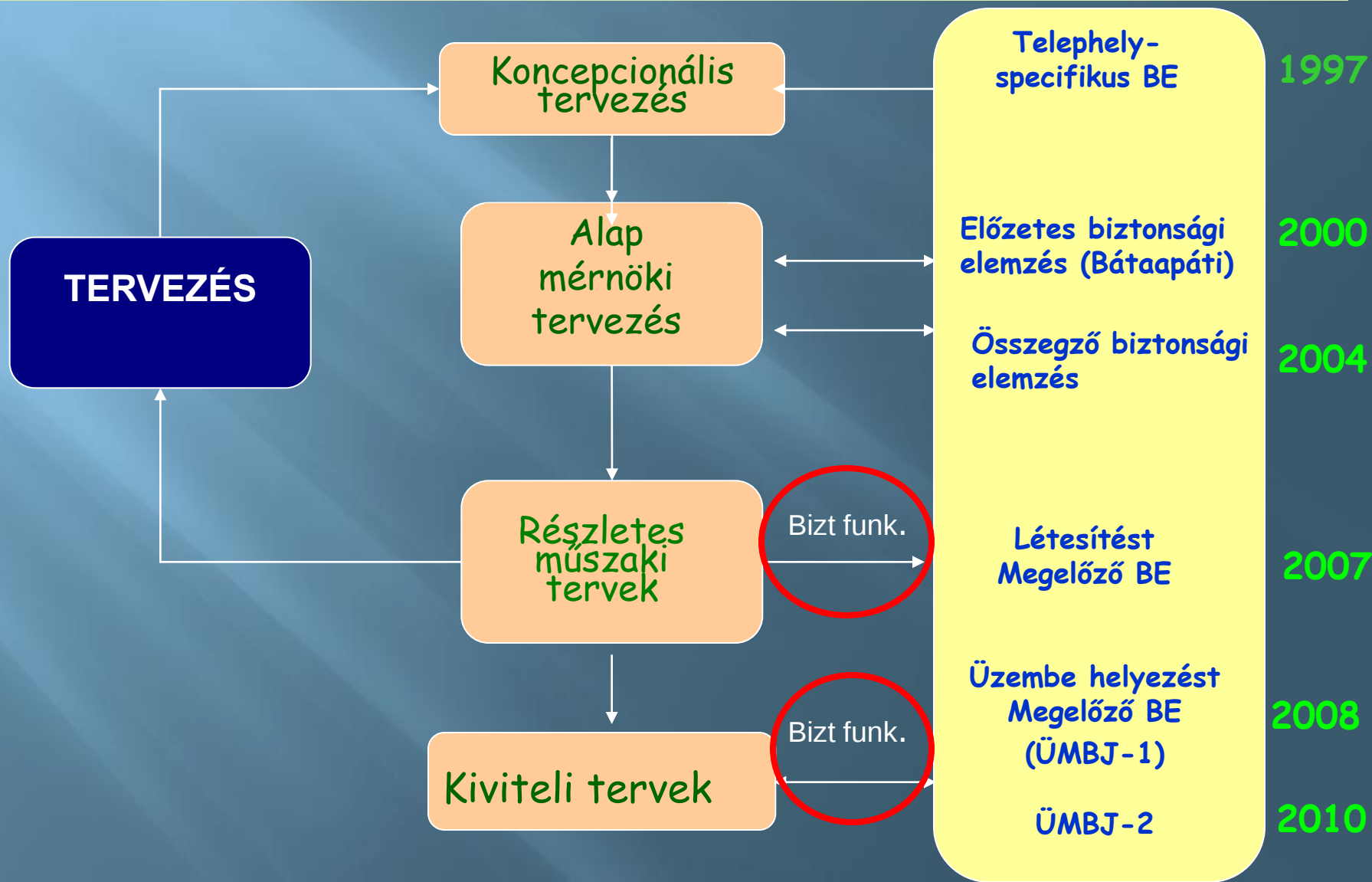
**A tároló biztonságába vetett bitalom
növelése**

Mi van, ha ...elemzések



Tervezés, biztonsági elemzés és engedélyezés

A tervezett hulladék-elhelyezési koncepció megfelelőségét végső soron a biztonsági értékelésnek kell igazolnia.



Alternatív biztonsági értékelés

- ❖ 3 különböző csoport (Etv-Erőterv, Golder Associates Hungary Kft., Szent István egyetem) különböző módszereket és eszközöket használt: determinisztikus, probabilisztikus, fuzzy
- ❖ Különböző megközelítések különösen fontosak a bizonytalanságok kezelésében, és fontosak a BE eredményeibe vetett bizalom növelésében
- ❖ Eredmények (különösen az érzékenységi analízisek) felhasználása: további vizsgálatok meghatározása, tároló tervezés optimalálása.

DS355 5.40: By assuming extreme conditions, the robustness of the important properties of the system of barriers can be more clearly exhibited. Scenarios of this sort are often called “what if” scenarios to distinguish them from realistic scenarios.



A „mi van ha” (what if?) típusú forgatókönyvek vizsgálata

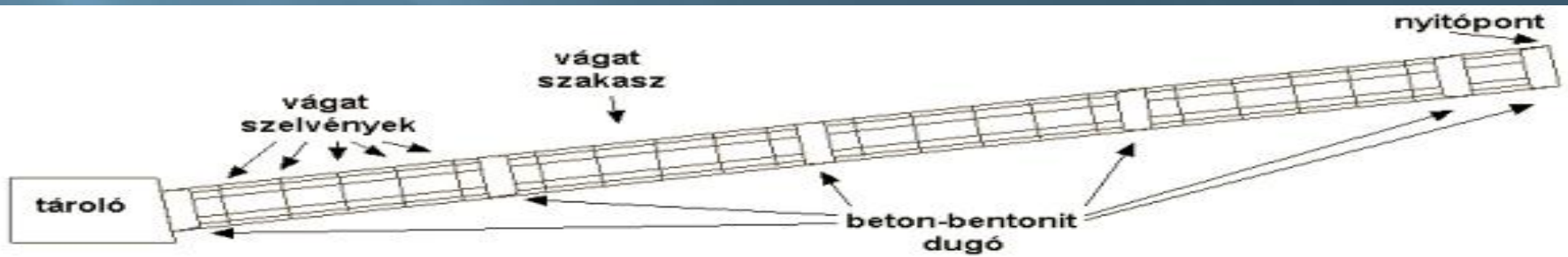
Ha bizonyos biztonsági funkciókat legyengítünk vagy teljesen megszüntetünk, akkor vizsgálni tudjuk a rendszer robosztusságát.

Oldhatósági korlát elhanyagolása: minden izotópra „kikapcsoljuk” az oldhatósági korlát paramétert és teljes körű oldódást teszünk lehetővé.

A megkötődés elhanyagolása: a cementes anyagokon a cement alapú mérnöki gátaikon megvalósuló szorpció „kikapcsolásával”

Kikényszerített felhagyás forgatókönyve:

Mi történik abban az esetben, ha a megközelítő vágatokat valamilyen ok miatt (pl.: méretezésen túli földrengés) nem sikerül megfelelően visszatömedékelni, és a beton-bentonit dugókat sem sikerül elhelyezni.



MŰSZAKI TERVEZÉS

DS 356, 3.32. The disposal facility designed to retard the dispersion of radionuclides in the geosphere and biosphere and provides isolation of the waste from aggressive phenomena that could degrade the integrity of the facility. The various elements of the disposal system, including physical components and control procedures, contribute to performing safety functions in different ways over different timescales.



Az elhelyezési rendszer minden időtávon biztosítsa a biztonsági funkciók hatékonyságát.



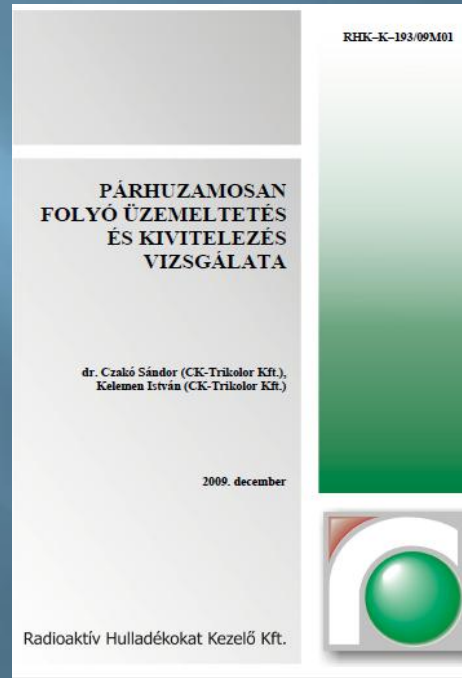
2007: A Bábaapátiban NRHT felszín alatti létesítményeinek műszaki tervdokumentációja



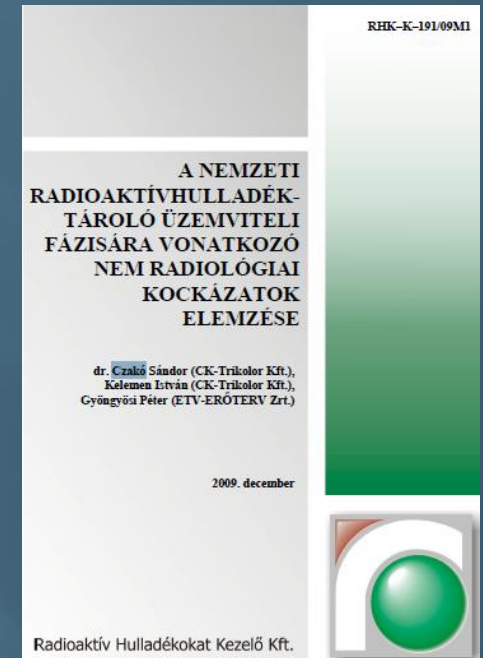
2009: A hosszú távú radiológiai biztonság szemszögéből végzett elemzés.

A tároló-kamramező üregrendszerének a kialakítása során alkalmazandó kritériumok meghatározása.

További, a biztonsággal összefüggő elemzések



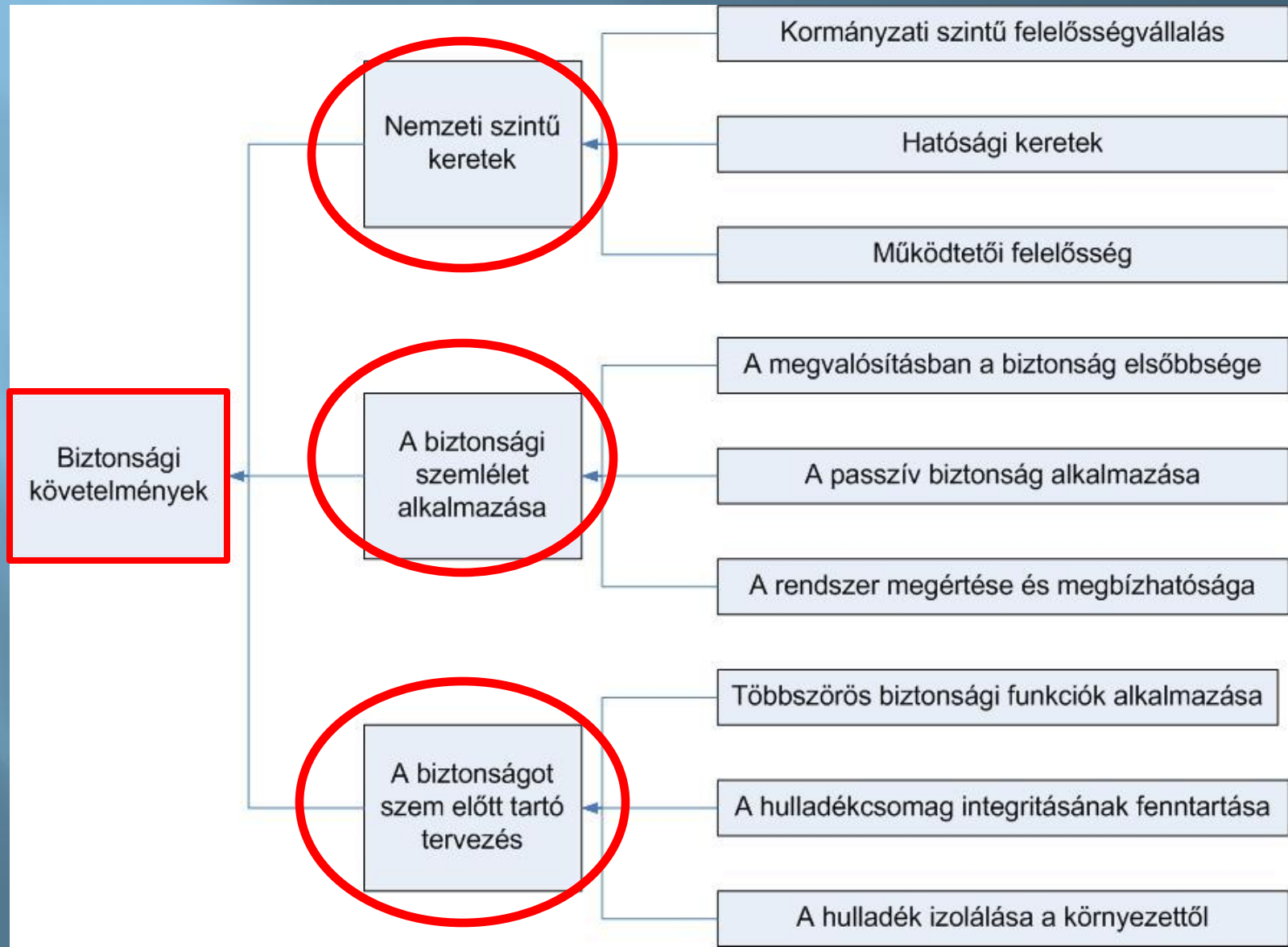
**Az időszak egy részében az építési
munkák és az üzemeltetés
párhuzamosan folynak**



**Veszély és működésbiztonsági elemzés
(Hazards and Operability study, HAZOP)**

**szellőzőskimaradás
tűzesetek
villamosrendszer hibái
vízmentesítő és vízkezelő rendszer hibái**

ÖSSZEFOGLALÁS



***ELEGENDŐ -E, HA A BENCHMARK AZT AZ EREDMÉNYT
ADJA, HOGY KÖVETKEZETES AZ AJÁNLÁSOK
ALKALMAZÁSA?***



EZ SZÜKSÉGES, DE NEM ELÉGSÉGES !

Köszönöm a figyelmet!



RHK KFT.