

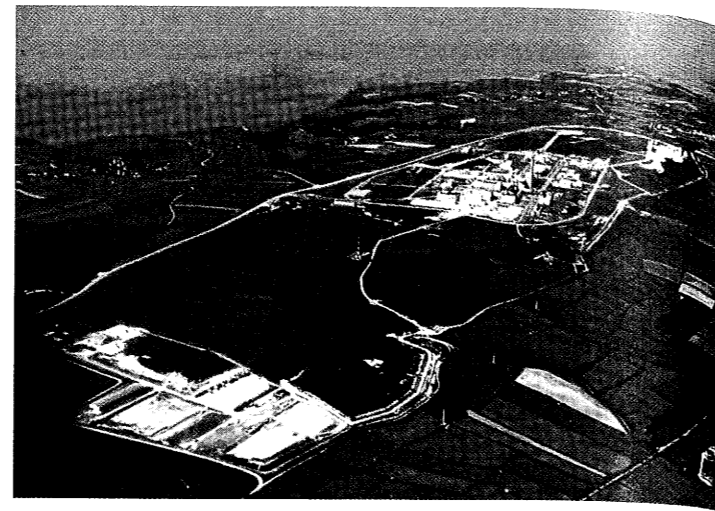
Az atomerőművek, a kutatóintézetek és az újrafeldolgozó művek atomtechnikai berendezéseinek hulladékait különböző veszélyességi fokozatba sorolják.

### Hová kerülhet az atom-hulladék?

A szilárd vagy folyékony *gyengén radioaktív* hulladékokat lepárlással besűrítik, összszepréselik vagy elhamvasztják, hogy az anyag a lehető legkisebb térfogatra zsugorodjon. Ezután hordókba teszik, és becementezik. A *közepesen aktív* hulladékokat, például az üzemanyagrudak feldarabolt fémhüvelyeit szintén elegendő hordókba becementezni. Az *erősen radioaktív* hulladékok különösen gondos bánásmódot igényelnek. Ilyen erősen aktív hulladék a salétromsavban oldott hasadási termék. Ez adja az összes radioaktív hulladék aktivitásának 99 százalékát. Ezeknek — az életre különösen veszélyes — anyagoknak a tárolására fejlesztették ki az elüvegesítési módszert. Az erősen aktív oldatot először is besűrítik, majd kémiaiilag átalakítják. A hulladékot ezután 1150 °C-on üveggel olvasztják össze. A hulladék most már nem választható szét az üvegtől, vastag falú, rozsdamentes acéltartályba tölthető. Az újrafeldolgozó üzemből, a reprocesszáló műben egy tonna urán feldolgozása során körülbelül 130 liter erősen radioaktív hulladék keletkezik, elüvegesített formában.



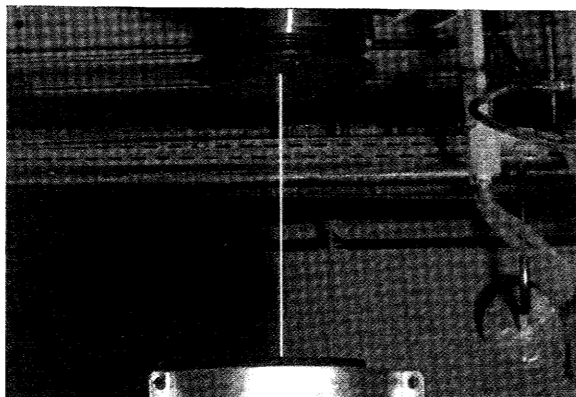
Gyengén aktív hulladékok. A laboratóriumi hulladékok, oldatok, tisztítóeszközök mellett fertőzőtörzsek lehetnek a szűrők vagy a ruhadarabok is.



Reprocesszáló mű La Hague-ban (Franciaország)

Ezenkívül keletkezik még öt, egyenként 400 literes hordónyi, közepesen aktív, és 15 hordó gyengén aktív hulladék. Ezeket az anyagokat „örök időkre”, azaz nagyon sokáig biztonságosan el kell raktározni, nehogy az utánunk következő generációkat veszélyeztesse.

A radioaktív hulladékot, ezt a nagyon veszélyes anyagot úgy tárolhatjuk legbiztonságosabban akár hosszú évezredekre is, ha föld alatti kőszótömbökbe, úgynevezett sőtömszökbe zárjuk be. A gyengén aktív hulladékokkal teli hordókat a

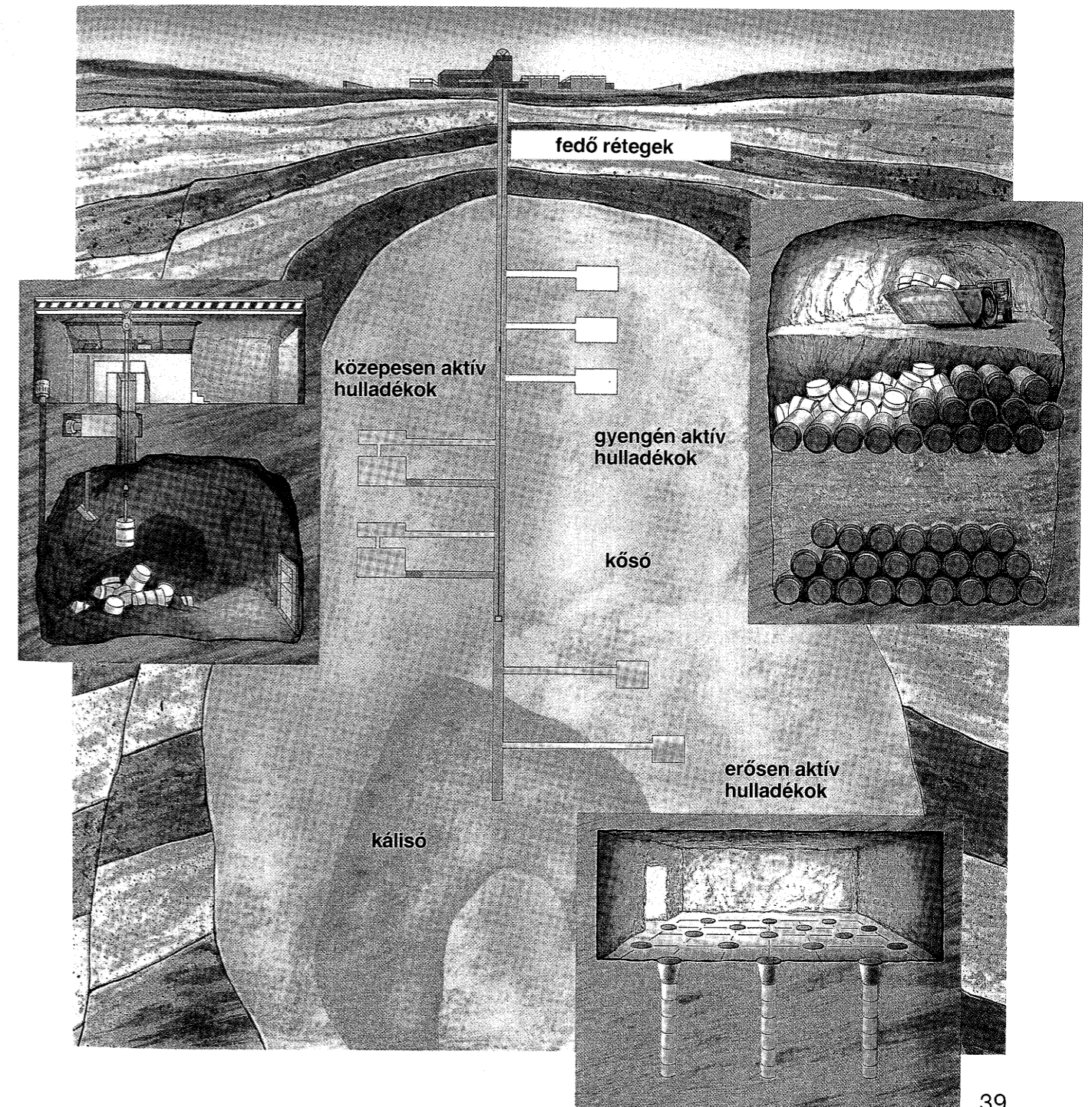


Az erősen aktív veszélyes hulladékokat elüvegesítik, majd rozsdamentes acéltartályokba töltik.

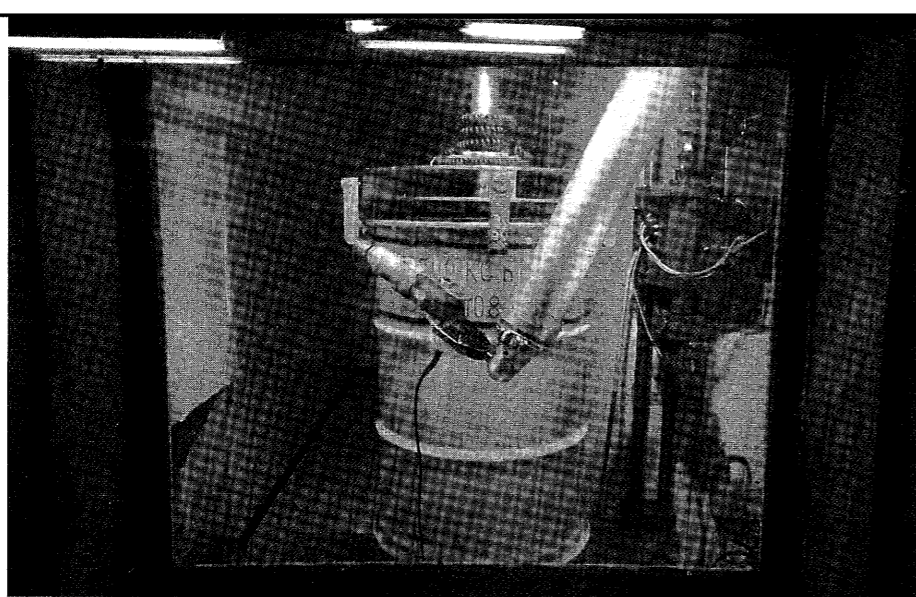
kősóba vájt kamrákban helyezik el, majd sóval takarják le. Ha egy ilyen üreg megtelelik, lezárják és lepecsételik. A közepesen aktív hulladékok, melyek szintén hordókba kerülnek, sokkal gondosabb előkészítést igényelnek. A közepesen aktív hulladékoknak olyan kősóba vájt kamrákat építenek, amelyekbe nem lehet bemenni, a kamrákat

csak videokamerákkal lehet megfigyelni. A hulladékokat egy betonnal árnyékolt aknában ejtik le ezekbe az üregekbe. Az erősen radioaktív anyagokat szintén kőszótömszökbe temetik el a következő módon. Az elüvegesített és rozsdamentes acéltartályokba töltött hulladékot 1000 m mély furatokba (fúrólyukakba) tolják le. A

A radioaktív hulladékot a legjobban kőszótömbökben lehet tárolni. A radioaktív hulladékok között megkülönböztetünk gyengén, közepesen és erősen aktív hulladékokat.



Gördülőbronzos  
acélhordó radioaktív  
hulladékok számára.  
A hordókat teljesen  
automatizált módon  
(emberi kéz érintése  
nélkül) töltik meg és  
szállítják.

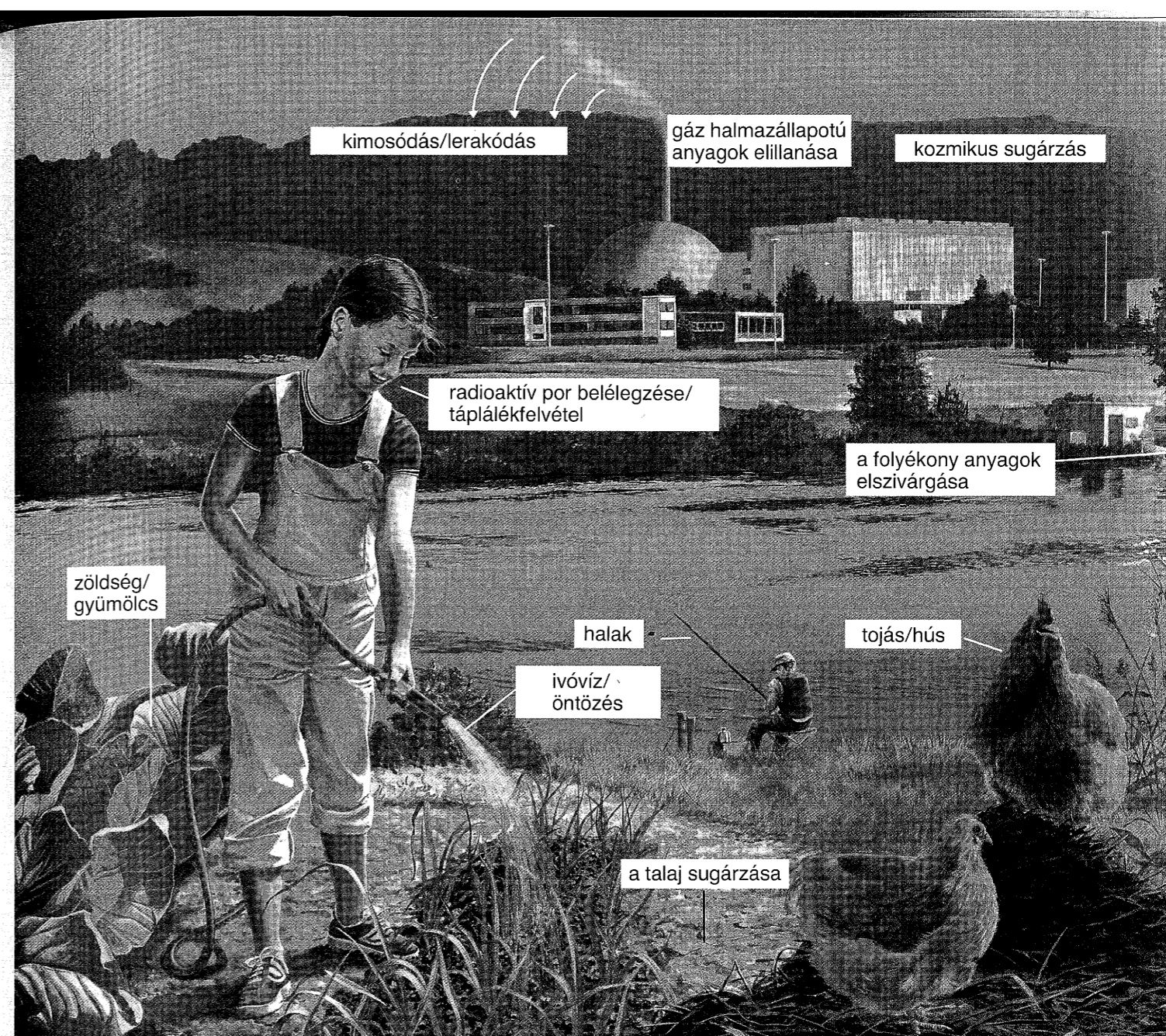


lyukakat ezután újra betemetik. A kő-  
tömbök, vagy ahogy a geológusok mond-  
ják, a *kősoformációk* különösen alkalma-  
sak a radioaktív anyagok eltemetésére, mi-  
vel a konyhasó mai ismereteink szerint ab-  
szolút sűrű, ezért egy mákszemnyi radio-  
aktivitás sem kerülhet ki a környezetbe,  
például nem szívároghat ki a talajvízbe  
sem. A Németországban, Gorleben mellett  
vizsgált kőstömzs 15 km hosszú, 4 km  
széles, és a Föld felszíne alatt a mélyben  
300 m és 3000 m között fekszik. Ez a hatalmas  
kőstömbs 100 millió éve alig változik,  
így várhatóan még hosszú ideig stabil ma-  
rad. Magyarországon Püspökszilágyon  
(Pest megye) található az izotóptemető.  
Ide nemcsak a Paksi Atomerőmű radioaktív  
hulladéka, hanem más tevékenységből  
származó veszélyes hulladék is bekerül.

Ha az ember az egész üzemanyag-körfor-  
galmat nézi — bele-  
értve a későbbi költ-  
ségeket is, mint pél-  
dául az öreg, kiszol-  
gált atomerőmű  
végleges leállításá-  
nak költségeit is —, könnyen az a benyo-  
mása támadhat, hogy az atomenergia  
megfizethetetlen. Az Esseni Egyetem  
egyik tanulmányírója arra az eredményre  
jutott, hogy egy kilowattóra „atomáram” ára  
körülbelül annyi, mint a barnaszénből nyer-  
hető egy kilowattóra, ami azonban keve-  
sebb, mint a kőszénből előállított áram. Ez

#### Gazdaságos-e az atomenergia- termelés?

az arány csak kicsit változik, ha az erőmű-  
vek különböző, éves üzemidejeit vesszük  
alapul. Azt azonban a tanulmány egyértel-  
műen kimondja, hogy az atomenergia min-  
den más erőműfajtaival szemben is ver-  
senyképes. Ez brit adatokkal bizonyítható:  
Nagy-Britanniában az atomenergia és  
szénenergia által termelt áram költségének  
aránya 16,5:18,5. Japánban ez az arány  
11:15. Franciaországban, ahol különösen  
sok az atomerőmű, az általuk és a szén-erő-  
művek által termelt villamos áram költsé-  
gének aránya 19:31. (Ezek az adatok az  
Elektromos Művek és az állami hivatalok  
adatai.) E fenti állítás ellentétben áll az  
Ökológiai Intézet pesszimista okfejtésével,  
mely szerint az atomerőmű végleges leállítá-  
sának és a hulladék újrafeldolgozásának  
költségei nagyon magasak. E tanulmány  
alapján az „atomáram” kétharmaddal drá-  
gább, mint a hagyományos szén-erőműben  
termelt áram. Ez az eredmény valóban el-  
lentétes a független egyetem állításával.  
Mivel az újrafeldolgozás, az atomhulladék-  
temetés és az atomerőművek bontása te-  
rén szerény tapasztalatokkal rendelke-  
zünk, az egy kilowattóra „atomáram” való-  
ságos árát csak századokkal később tud-  
ják majd a történészek pontosan kiszámít-  
ni, annál is inkább, mivel az esetleges ka-  
tasztrófák okozta költségeket nem tudjuk  
előre fölbecsülni. Mai ismereteink és min-  
den emberi számítás szerint az „atom-  
áram” előállítási költsége nagyjából meg-  
felel a „szénáram” árának.



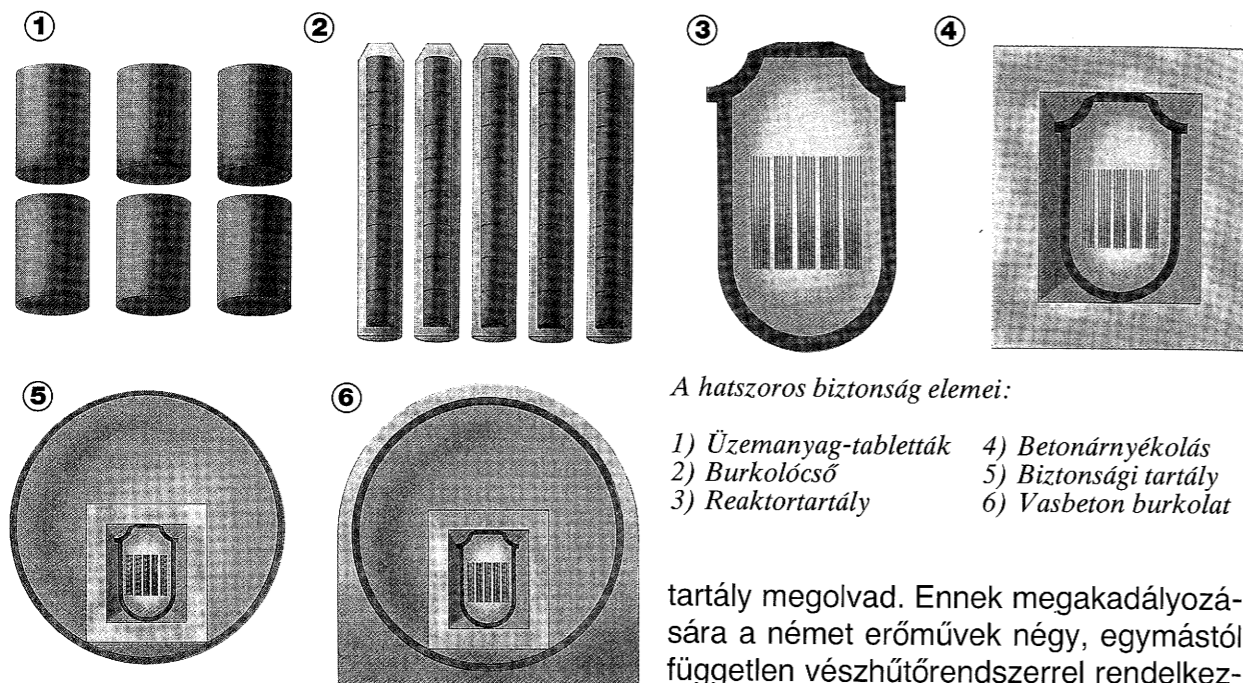
A környezet által okozott sugárterhelés.

## Atomenergia és környezet

Egy atomerőmű működése közben az  
üzemanyagrudak-  
ban sok-sok radio-  
aktív hasadvány és  
plutóniummag ke-  
letkezik, melyeknek  
semmilyen körül-  
mények között sem szabad a környezetbe  
kerülniük. Ezért szinte valamennyi atom-  
erőmű hatszoros biztonsággal működik.

#### Veszélyes-e az atomerő- mű?

Normális esetben ezek a halált okozó  
atommagok a hat rétegen nem tudnak át-  
jutni.  
1. A hasadványok az üzemanyag-tablet-  
táokban maradnak bezárva.  
2. Az üzemanyagrudak légmentesen le-  
zárt hüvelyei, burkolócsövei semmilyen  
veszélyes anyagot nem engednek át.  
3. Egy további védőburok a reaktor nyo-  
másálló tartálya.



A hatszoros biztonság elemei:

- 1) Üzemanyag-tabletták
- 2) Burkolócső
- 3) Reaktortartály
- 4) Betonárnyékolás
- 5) Biztonsági tartály
- 6) Vasbeton burkolat

4. Az összes olyan szerkezeti elem, amelyből a veszélyes sugárzás kiindulhat, vastag, nehézbeton-falakkal van körülvéve.

5. Az acél biztonsági tartály, amit konténernek is neveznek, körbeveszi az összes eddig említett berendezést.

6. Az utolsó korlát egy több mint egy méter vastag betonburkolat, amelyben még egy rázuhanó repülőgép sem tehetne semmilyen kárt.

A Paksi Atomerőműben üzemelő VVER-440 típusú reaktor legfontosabb biztonsági gátjai: az első gát a fűtőelemekbe rendezett nukleáris üzemanyag burkolata. A második gát azoknak a tartályoknak és csöveknek a fala, amelyek a nukleáris fűtőelemeket és a nagy nyomású primerköri hűtőközeget magukba zárják. A harmadik gát az épület fala. A német példa gátrendszer-felosztása lényegében ugyanaz, mint a hazaié.

Radioaktív anyag nagy mennyiségben csak akkor szökhet ki a környezetbe, ha mind a hat korláton sikerül keresztüljutnia. Ez csak akkor volna lehetséges, ha az erőmű teljes hűtési rendszere felmondaná a szolgálatot. Normális esetben azonban a láncreakciót bármikor le lehet állítani, de az utóhőt már nem lehet elvezetni, a reaktor-

tartály megolvad. Ennek megakadályozására a német erőművek négy, egymástól független vészhűtőrendszerrel rendelkeznek. Egy atomerőmű legnagyobb elképzelhető balesete a primerköri csővezeték hirtelen törése lenne. Ekkor a biztonsági tartály azonban azonnal megtelne gőzzel, de ugyanebben a pillanatban különböző automatikus ellenintézkedések indulnának be. A szabályozó rudak hirtelen leesnének a reaktormagba, és leállítanák a láncreakciót. Egy nyomás alatt levő víztároló azonnal vizet nyomna be a reaktortartályba, később az úgynevezett elárasztó tartályok további vízmennyiséggel látnák el a primerkört. Ha megolvadna maga a reaktortartály, a veszélyes olvadék először a talpzat méteres vastagságú betonfalával kerülne érintkezésbe, mely több ezer tonna betonból áll. A legfelső betonréteg a nagy melegtől megolvadna, elüvegesedne, és ez az üvegréteg mintegy szigetelést képezne a magolvadék és az alsó betonrétegek között.

A reaktorépületnek az esetlegesen ráeső repülőgép rázuhanása mellett a földrendgést, az árvizet és egy meghatározott értékű, robbanáskor fellépő nyomást is ki kell bírnia. Háborús események, különösen rakétatámadás vagy bombázás ellen azonban az atomerőműveket nem lehet biztonságosan megóvni. Fegyveres terroristák is behatolhatnak az erőmű területére, és hatalmas károkat, szerencsétlenséget okoz-

hatnak. Békeidőben mindezt természetesen a biztonsági rendszabályok megakadályozzák.

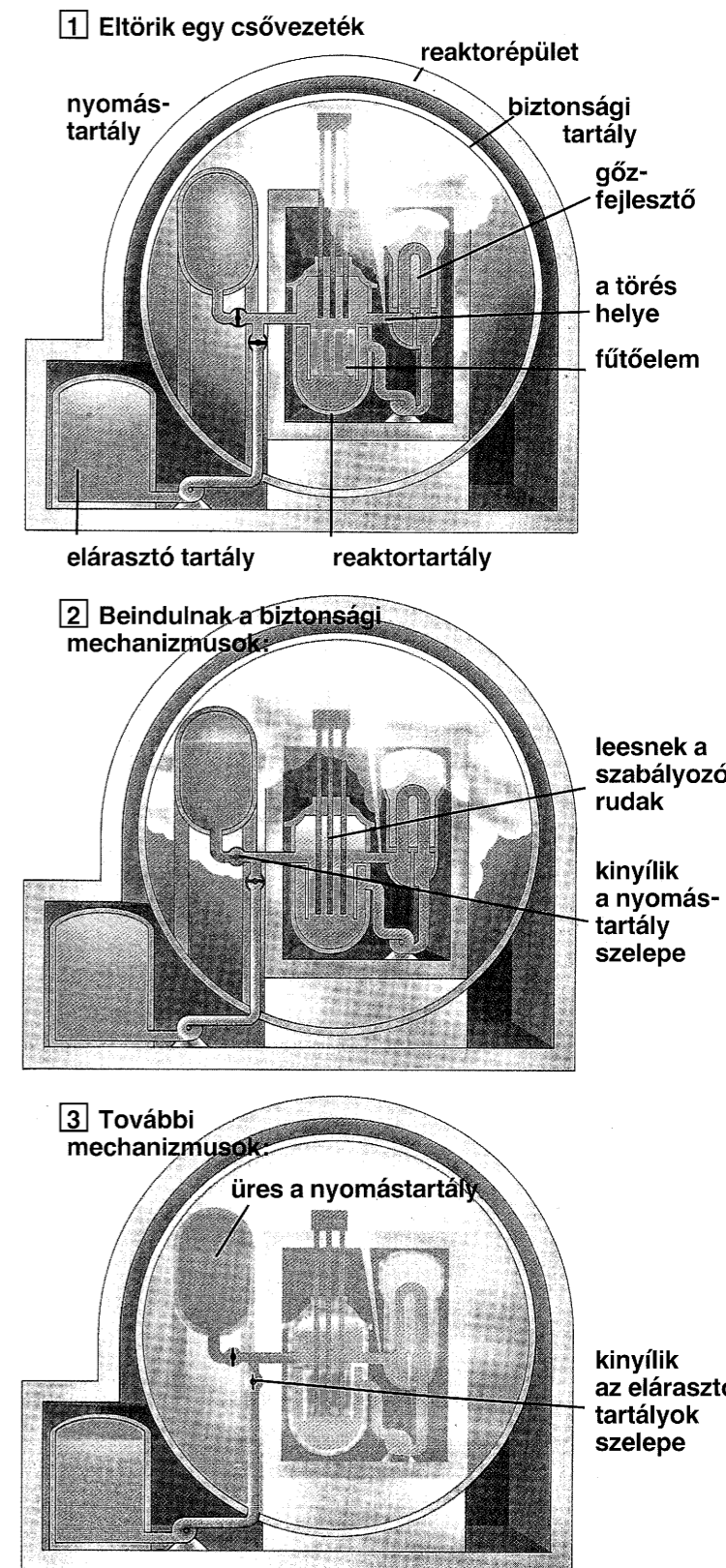
Összefoglalva tehát azt mondhatjuk, hogy sem a német, sem a hazai, sem pedig a korszerű reaktorral és biztonságos gátrendszerrel rendelkező atomerőművek nem fenyegetnek veszéllyel, amennyiben további békés időszakot tétélezünk fel. Ha egy régóta üzemelő, 1300 MW-os atomerőművet bombatámadás ér, vagy felrobban, akkor annyi radioaktív anyag kerülhet ki a környezetbe, mint amennyi 1000 Hiroshima-méretű bomba felrobbantásakor. Ettől óriási területek válnának lakhatatlanná. Sokkal nagyobb veszély fenyegethet azonban bennünket az olyan országokból, ahol a biztonsági előírások nem elég szigorúak, és a biztonsági berendezések még technikailag sem eléggé fejlettek. Erre példa a közelmúltban történt csernobili atomerőmű-baleset.

Egy kevés radioaktív anyag még a legszi-

#### Szennyezik-e az atomerőművek a környezetet?

gorúbb biztonsági rendszabályok ellenére is kiszökik a levegőbe, illetve kiszivárog a vizekbe az erőművekből. A sugárzás egy része bekerül az emberi szervezetbe. Ennek ellenére a lakosság átlagosan évente csak 0,0005 millisievert (mSv) dózist kap. Ez az érték csekély ahhoz a 2 mSv sugármennyiséghez képest, amit egy ember a természetes sugárzásokból, például a kozmikus háttérsugárzásból kap. Az a dózis, amit az emberek az évenkénti kötelező röntgenvizsgálatok során kapnak, 0,5–1 mSv évente, és ez összehasonlíthatatlanul több, mint az erőművek által okozott sugárterhelés.

Az atomerőművek dolgozói valamivel előnytelenebb helyzetben vannak. Ők a munkahelyükön évente átlagosan 4,4 mSv sugárdózist kapnak. Az atomtechnikai berendezések közvetlen közelében az éves, járulékos sugárterhelés elérheti a 0,02



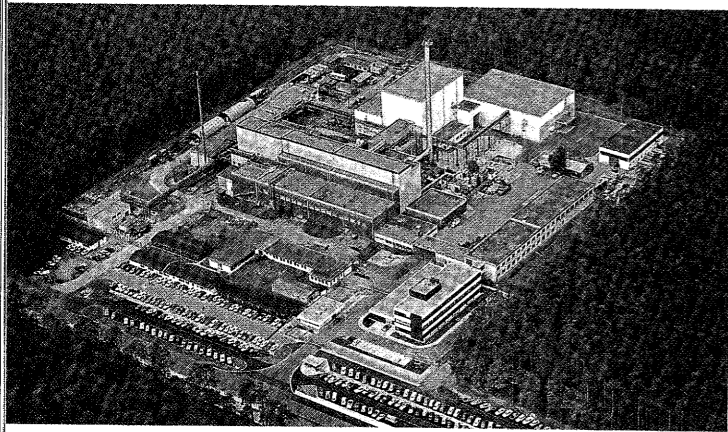
Mi történik egy primerköri csőtörésnél? A törés helyén kilövell a víz, és rögtön gőzzé alakul. A szabályozórudak azonnal leesnek, és leállítják a láncreakciót. A nyomástartály és az elárasztótartályok egymás után gondoskodnak a víz utánpótlásáról.

mSv-t, ami még mindig csak körülbelül egy százaléka az évente egyéb módon összeszedhető sugármennyiségnek. Ezek a számadatok mérésről mérésre változhatnak, de még mindig messze alatta maradnak az egészségre ártalmas sugármennyiségnek. Az atomerőművek ugyanakkor védik is a környezetet, jóval kevesebb káros anyagot juttatnak a levegőbe, mint a hagyományos erőművek. A Német Szövetségi Köztársaságban minden harmadik kilowattóra atomerőműből származik. Az atomerőművek üzembehelyezésével, óvatos becslések szerint, 2,7 millió tonna kéndioxiddal, 1,4 millió tonna nitrogén-monoxiddal, és 300 000 tonna porral kevesebb szennyezés kerül a levegőbe, mintha ugyanezt az energiát hagyományos erőművekben, a fosszilis tüzelőanyagok elégetésével termelték volna. Lényegében az ilyen szennyezőanyagok okozzák az erdők pusztulását.

Az NSZK-ban az újrafeldolgozó-művekre

#### Veszélyes-e az újrafeldolgozás?

is hasonló sugárvédelmi rendszabályok érvényesek, mint az atomerőművekre. Eszerint a lakosságnak a szennyvíz és az elhasznált levegő által okozott sugárterhelése nem haladhatja



Karlsruhe mellett található Németország egyetlen újrafeldolgozó üzemé. Környezetének sugárterhelése folyamatosan alatta marad a törvény által előírt értéknek.

meg az évi 0,3 mSv-et. Jelenleg Németországban egyetlen ilyen újrafeldolgozó üzem van, Karlsruhe-ban, melynek a környezetet terhelő, radioaktív szennyezőanyag kibocsátása most is és a jövőben is a törvény által meghatározott határértékek alatt marad.

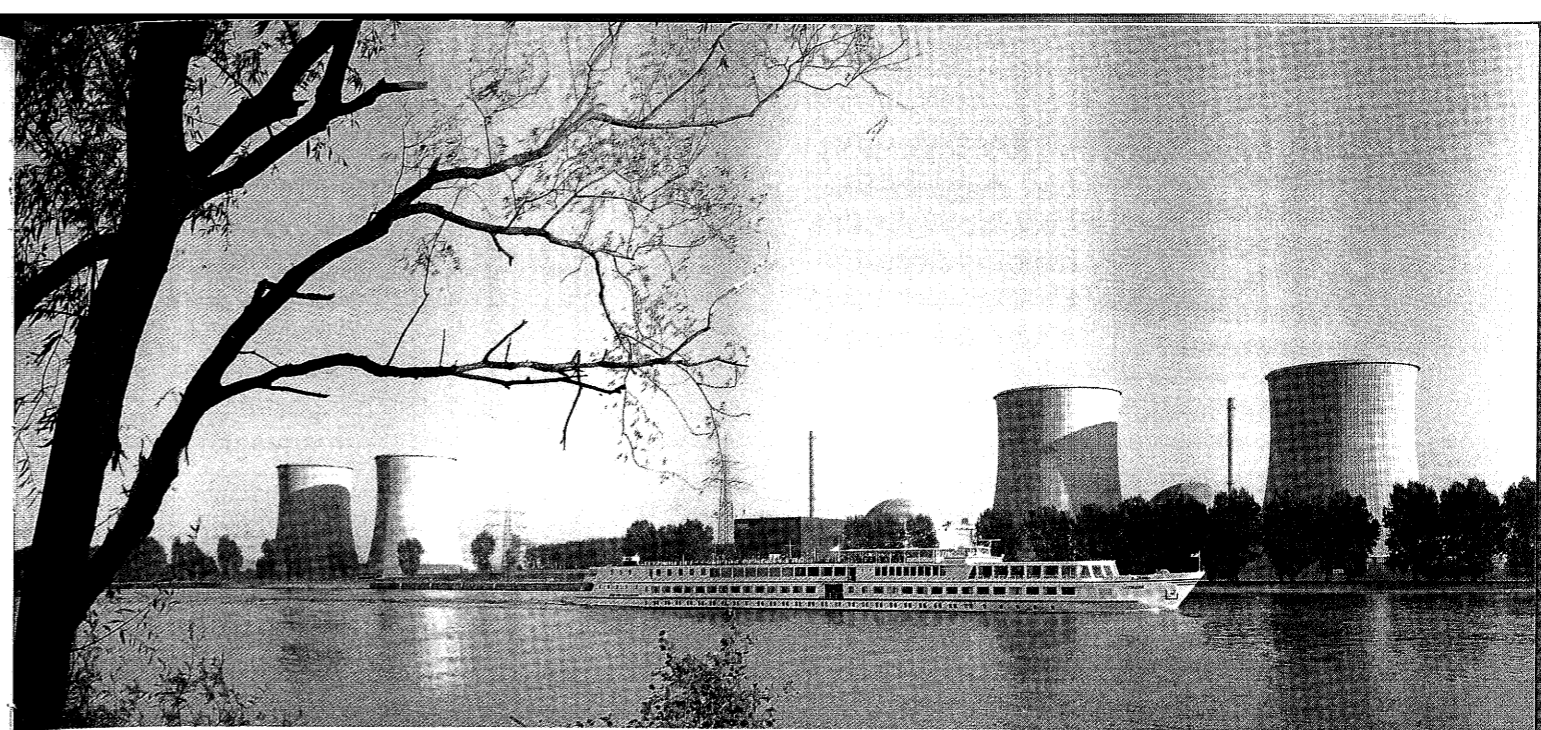
Sosem szabad az ilyen nagyméretű berendezések veszélyességét alábecsülni. Ha az üzemanyagrudakat salétromsavban feloldják, gáz halmazállapotú és könnyen elillanó hasadási termékek szabadulnak fel. Ezeket az anyagokat nagyméretű szűrőkkel igyekeznek visszatartani. A szűrés azonban nem lehet maradéktalanul tökéletes, valamennyi radioaktív gáz mindig kiszökik a légkörbe. Így például a pajzsmirigyet támadó jód-129, vagy a szintén veszélyes kripton-95. A reprocesszálómű a megszokott, rendes üzemmódban is sokkal több radioaktív anyagot bocsát ki, mint az erőmű. Üzemzavar vagy szabotázs (terrortámadás) esetén ennél sokkal többet is. Ha az atomhulladék köztes tárolására szolgáló teknőkben megszűnik a hűtés, nagy mennyiségű életveszélyes anyag kerülhet a környezetbe.

Szinte természetes, hogy a biztonságra és egészségre törekvő országok szakemberei mindent megtesznek, hogy ilyen eset ne forduljon elő. Nem szabad azonban elfelejtenünk azt sem, hogy az atomerőművek, ha valóban jól működnek, megóvják a környezetet sok olyan károsodástól, amit a hagyományos tüzelőanyagok égéstermékei okoznának.

Jelenlegi ismereteink szerint a radioaktív hulladékok biztonságos, végleges elhelyezésére kiválóan alkalmasak a föld alatti kőszótömszök. Mivel a kőso

#### Biztonságosak-e a hulladéktemetők?

külső hatásra nagyon jól változtatja alakját, szinte egyáltalán nem keletkezik benne repedés, amin keresztül a víz betörhetne, mi-



A Biblisben található atomerőmű hűtőtornyai. Egy torony évente 30 millió tonna vizet párologtat el.

vel a keletkező üregek és repedések igen rövid idő alatt ismét bezárulnak. Tehát a só-tömszök nagyon stabilak és tartósak. Németországban az atomhulladék eltemetésére kiszemelt sótömbök 100 millió éve semmilyen kapcsolatban sincsenek a vízelvezető rétegekkel, ezeket nem befolyásolják a környezet olyan drasztikus változásai sem, mint például a hegységképződések. A kősonak nagyon jó a hővezető képessége is, ami a hulladék eltemetést követő első száz évben igen fontos.

Mint már említettük, az erősen radioaktív anyagokat üveggel egybeolvasztják, hogy annak alkotórészévé válva ne oldódhassanak ki. Ezt az elüvegesített hulladékot rozsdamentes tartályokba töltik be, hogy a radioaktív hulladék akkor se szivároghasson ki, ha a várakozással ellentétben valahogyan víz kerül a kőszótömbbe.

A környezet csak akkor kerül veszélybe, ha a radioaktivitással fertőzött víz több száz méterrel keresztül felszivárog a kőszótömb feletti hegyekbe, és elkeveredik a talajvízzel. A kutatások mai állása szerint ez szinte teljesen lehetetlen. A biztonsághoz hozzátartozik az is, hogy ezer év múlva az atomhulladék radioaktivitása és hőtermelése jelentősen lecsökken.

Egy 1500 MW teljesítményű atomerőmű

#### Befolyásolják-e a hűtőtornyok az időjárást?

hűtőtornya másodpercenként körülbelül egy tonna gőzt bocsát ki a levegőbe. Ez egy év alatt kerekén 30 millió

tonna víznek felel meg. Ez a mennyiség a Boden-tó kipárolgásának 16 százaléka. Míg azonban a tó nagy párologtató felülettel rendelkezik, addig a torony nagyon kis területen helyezkedik el, ezért bizonyos általános időjárási helyzetben a helyi klímát erősen befolyásolhatja. Ennek gyakoribb felhő- és ködképződés lehet a következménye, ami csökkenti a napsugárzás erősségét, és növeli a csapadék valószínűségét. Ősszel a legkedvezőtlenebb a helyzet, amikor a levegő páratartalma amúgy is elég magas, míg száraz levegőben a hűtőtorny semmilyen hatással sincs a helyi időjárásra. A Föld általános időjárási helyzetét a hűtőtornyok egyáltalán nem befolyásolják. Az előbbieken ismertetett, időjárással kapcsolatos folyamatok nemcsak az atomerőművek hűtőtornyait érintik, hanem erőműtípusától függetlenül minden nedves hűtőtornyot, tehát ez nemcsak speciálisan atomerőmű probléma.

Néhány évvel ezelőtt még számos ország-

**Veszélyesek-e az országhatáron túl is az atomtechnikai berendezések?**

ban nagyon könnyelműen bántak a radioaktivitással. Ez részben még ma is igaz. Egyesek kényükre-kedvükre mindenféle fajtájú atombombát robbanthatnak a Földön, szakszerűtlenül temethetnek el atomhulladékot, vagy süllyeszthetik el a tengerben. R. Jungk jövőkutató tudós jelentése szerint a Szovjetunióban már a csernobili baleset előtt is ilyen okok miatt kellett radioaktivitással fertőzött területeket kiüríteni, Franciaországban pedig a La Hague-ban működő újrafeldolgozó üzemben apró balesetek egész láncolata vezetett komoly, környezetünket is veszélyeztető sugárszennyezéshez. Miután egy nemzetközi egyezmény alapján beszüntették az atomtöltetek föld feletti robbantását, a radioaktív környezetszennyezés örvendetes módon erősen lecsökkent. Néhány fejlett állam számára azonban nyugtalanító, hogy olyan országokkal van körülvéve, amelyek még nem rendelkeznek az övékhez hasonló, magas biztonsági és környezetvédelmi követelményekkel, mint amilyeneket pl. a német kormányhivatalok és elektromos művek támasztanak. A csernobili atomerőmű-baleset minden ország számára komoly figyelmeztetés volt: bárkit veszélyeztethetnek a külföldön telepített atomberendezések is. Bűntény, terrorizmus és háborús támadások ellen azonban sehol sem lehetséges százszázalékos védelem.

Egy atomerőműben akkor sem történhetne

**Válhat-e az erőmű bombává?**

nukleáris robbanás, ha az összes biztonsági berendezés felmondaná a szolgálatot, vagy ha az üzemet terroristák foglalnák el. A reaktorban használt üzemanyagban a hasadásra alkalmas U-235 csak 3-4 százalékra dúsított.

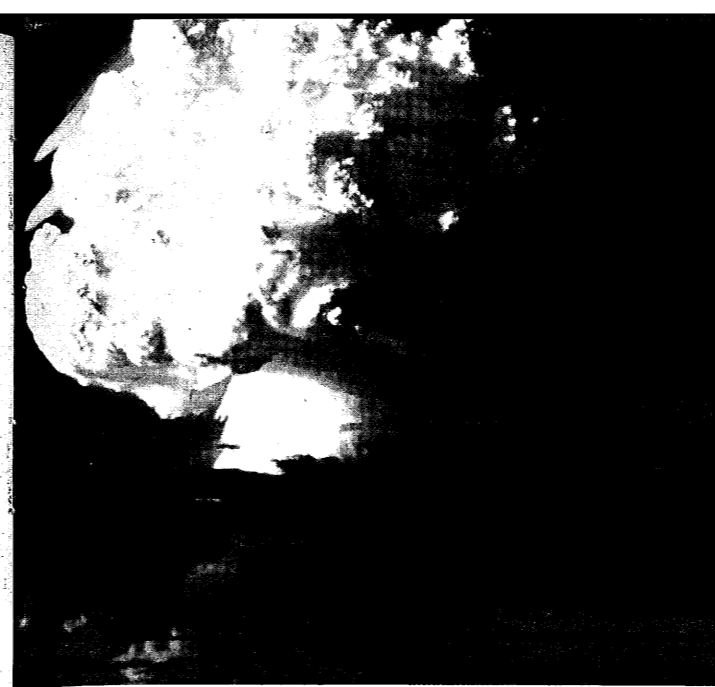
Egy nukleáris robbanáshoz sokkal magasabb dúsítási arányú uránra lenne szükség. Még magában a gyors-tenyésztőreaktorban levő üzemanyag dúsítási foka is túl kicsi ahhoz, hogy úgy robbanjon fel, mint egy atombomba, még akkor is, ha ennek az atomreaktortípusnak az ellenségei unostalan ennek ellenkezőjét hangoztatják. A gyors-tenyésztőreaktor üzemanyagában 20-30 százalékos a hasadóanyag-tartalom, míg az atombombában ezzel szemben majdnem 100 százalék.

Az atomerőművekben felszabadul ugyan

**Mi az atombomba?**

az atommagban szunnyadó energia, de rögvést meg is szelidül. Az atomreaktorban a láncreakció teljesen szabályozottan megy végbe, ami állandó energiaáramot, azaz állandó, folytonos energiafelszabadulást eredményez. Az atombomba szabályozást nélkülöző láncreakciója olyan hevesen játszódik le, hogy a másodperc tört része alatt hatalmas energiamennyiség szabadul fel, ami borzalmas pusztítást okoz. Egy ilyen robbanás kiváltásához gyakorlatilag tiszta U-235-re, vagy plutónium-239-re van szükség. A passzív U-238-at, ami a katasztrófát megakadályozhatná, izotópszétválasztó berendezésekben kiszűrik. Ezenkívül együtt kell lennie egy minimális mennyiségű hasadóanyagnak, legalább kritikus tömegnyi uránnak vagy plutóniumnak, nehogy a keletkező neutronok elhagyják a robbanótöltetet, mielőtt újabb hasadást idéznének elő. Ez a kritikus tömeg U-235 esetében — mint már említettük — 23 kg, plutónium-239 esetében pedig csak 5,6 kg, ami nagyjából egy teniszlabda méretű golyónak felel meg.

Elég sok, különböző típusú atombomba létezik. Van olyan, amelyben több, a kritikus tömegnél kisebb urándarab van, és ezeket csak a célpont közelében egyesítik kritikus tömegnél nagyobb tömeggé.



*Egy hidrogénbomba robbanása*

Egy neutronforrás gondoskodik az első hasításokhoz szükséges neutronokról. Ezután elszabadul a pokol. Majdnem minden neutron egy-egy újabb atommagot hasít el, és a keletkező két vagy három neutron ismét újabb maghasadásokat kelt. Semmilyen szabályozórúd nem állítja meg az egyre növekvő neutronlavinát. Így a másodperc milliomod része alatt hatalmas energiát szabadít fel a megszámlálhatatlan maghasadás, és borzalmas mennyiségű halálos radioaktív hasadási termék keletkezik. Azok a radioaktív anyagok, melyekhez hasonlókat elűvegesített formában a föld alatti sötétomzókban őriznek, most a szántóföldekre, az erdőkre és a városokra hullanak. A nukleáris robbanáskor fellépő tömegvesztés nagyon kicsi. A hirosimai atombomba, melynek elveszett, energiává alakult tömege mindössze egyetlen gramm volt, így okozta 200 000 ember halálát.

Az „egyszerű kis atombombánál” még fé-

**Mi a hidrogénbomba?**

lelmetesebb a hidrogénbomba. A hidrogénbomba robbanásához először egy urán- vagy plutóniumbomba felrobbantásával néhány millió fokos hőmérsékletet állítanak elő. A hidrogénbombá-

ban elhelyezett hidrogénizotópok a magas hőmérsékleten és nyomáson héliummá egyesülnek, és ezáltal további leírhatatlan mennyiségű energia szabadul fel. Ezzel a maghasadás és a magfúzió egy ördögi kombinációja jön létre.

Összehasonlításképpen megjegyezzük, hogy az a kis egyszerű atombomba, ami a japánok Hirosima nevű városát lerombolta, 20 kilotonna robbanóerejű volt, azaz annyi energia szabadult fel, mint 20 kilotonna hagyományos robbanóanyag (trinitrotoluol=TNT) robbanásakor. A legnagyobb, eddig felrobbantott hidrogénbomba 58 megatonna volt. Ez nagyjából 3000 Hirosima-bombának felel meg. Az Egyesült Államok és az egykori Szovjetunió ma körülbelül 50 000 különböző méretű atomtöltetű robbanófejjel rendelkezik. Ennek egy töredéke elegendő lenne ahhoz, hogy a földi életet teljes egészében megsemmisítse.

A világméretű atomháború a legszomorúbb vég, ami a Földet utolérheti. Rosz-

**Hogyan nézne ki a világ egy atomháború után?**

szabb, mint az összes pestisjárvány, az összes földrengés és az összes vegyszer által okozott környezeti katasztrófa együttevége. Eddig minden földi hatalom azon fáradozott, hogy elkerüljön egy ilyen konfliktust, mivel az efféle ellenségeskedés szülte hódító háborúnak nem volna nyertese, csak vesztese. Mindnyájan mindent elvesztenénk.

A háború esélye — a fegyverarzenál egyre nagyobb növekedését látva — nem teljesen kizárt, annál is inkább, mert bármikor előfordulhat egy technikai hiba, vagy jöhet egy örült diktátor, aki megnyomja azt a bizonyos gombot. Egy ilyen háború nemcsak azért lenne tragikus, mert millió, vagy milliárdos nagyságrendű halálos áldozatot követelne, hanem azért is, mert a Föld fertőzötté válna, a megmaradt növények, állatok és emberek utódai évszázadokon keresztül hordoznák magukban a fertőzést.



Fajok halnának ki, annál is inkább, mivel a nukleáris robbanás által felkavart por évtizedekre leárnyékolná a napsugárzás egy részét, a Föld lehűlne, és egy újabb jégkorszak köszöntene rá. Ha egyáltalán maradna még túlélő, a teljes emberi civilizáció összeomlana, a közlekedéstől a kultúrán keresztül egészen az orvosi ellátásig. Hosszú évszázadokra volna szükség ahhoz, hogy ismét emberinek nevezhető élet legyen a Földön.

Az atomenergiának az ebben a fejezetben

**Támogassam,  
vagy elutasít-  
sam az atom-  
energiát?**

ismertetett veszélyei mellett ne feledkezzünk meg az általa nyújtott előnyökről sem! A Földön jelenleg 5 milli-

árd ember él, és nemsokára már 8 milliárdan leszünk. Mindnyájunknak szükségünk van energiára. A fosszilis tüzelőanyagok kíméletlen elégetése nagyon megterhelné a természetet, és az éghajlat gyökeres megváltozásához vezetne. Ezenkívül pedig az eljövendő generációk nem juthatnának hozzá ezekhez az értékes nyersanyagokhoz. Sajnos manapság az egyik legtisztább megoldás, a napenergia hasznosítása, még gyermekcipőben jár, a kezdetek kezdetén tart. A víz, a szél és a tengerek árapály mozgása nem csillapíthatja milliárdok energiaéhségét, nem oldhatja meg energiagondjainkat.

*Hirosima. Ennek a városnak a bombázása jelentette a második világháború végét. Japánnak ezután már kapitulálnia kellett.*

Ha jól működnek az atomenergiát hasznosító berendezések, akkor környezetbarát módon üzemelnek, és olyan anyagokat használnak, mint például az urán vagy a plutónium, melyeket egyéb célra úgysem tudnánk felhasználni. Nem lényegtelen szempont az sem, hogy viszonylag kevés uránból hatalmas mennyiségű energiát lehet előállítani. Továbbá az is lehetséges, hogy alacsony raktározási költségek mellett hosszú évekre előre nukleáris üzemanyagkészletet halmozzunk fel.

Összefoglalva tehát azt mondhatjuk, hogy egyrészt a nukleáris energia előnyei mellett ott az a hatalmas veszély is, amit a radioaktív fertőzés jelent. Ugyanakkor bármiféle baleset valószínűsége nagyon kicsi, különösen, ha minden ország betartja a nemzetközileg elfogadott biztonsági előírásokat. Ezt feltétlen el kell ér-nünk, ha nem akarunk még egy Csernobilt. A fosszilis tüzelőanyagok további felelőtlen égetése mindenképpen nagy környezeti károkat fog okozni. A kőolaj és a szén felhasználását — éppúgy, mint az uránét és a plutóniumét — a jövő században sokkal biztonságosabb és környezetkímélőbb energiatermelő technológiákkal kell felváltani, és ezek kifejlesztésén minden erőnkkal munkálkodnunk kell.