

Az atomenergia különleges veszélyei

A veszélyek már az urán kibányászásával kezdődnek. Ez a radioaktív elem egy sor más radioaktív atomra bomlik szét, míg végül stabil ólomná változik. Ennek következtében a kőzet nemcsak az enyhén radioaktív U238 atomokat tartalmazza, hanem olyanokat is, amelyek aktivitása jóval nagyobb, például tóriumot, radont és rádiumot.

Amíg a föld méhében van, az uránérc egy szilárd kőzetet alkot, amit általában jelentős vastagságú egyéb rétegek fednek. Itt a radioaktív sugárzást fokozatosan elnyeli a többi kőzet, és még a radon gáz sem jut 6 méternél nagyobb távolságra, mielőtt szilárd elemmé változna. Amennyiben az érc nincs a felszín közvetlen közelében, gyakorlatilag nem növeli a háttérsugárzás szintjét. Sőt, még ha a felszínre kerül, akkor is csak a felső keskeny réteg bocsát ki kis mennyiségű röntgensugárzást és radon gázt.

Amikor azonban a kőzetet kibányásszák, megőrlik, és átmosják savval vagy lúggal, hogy kivonják belőle az uránércet, a veszélyes radioaktív anyagok bejutnak a környezetünkbe. A rádium, amely a csontban halmozódik fel, bekerül a felszíni vizekbe; a radon, amely tüdőrákot okoz, a légkörbe jut; a szilárd radioaktív részecskéket a szél fújja szanaszét, vagy az eső mossa ki.

Bár a radioaktív hulladék első számú áldozatai a kőzet feldolgozásánál dolgozó munkások, a lakosság is komoly veszélyben van. Az amerikai uránfeldolgozó üzemek környékén összesen több mint 190 millió tonna meddő halmozódott fel. Namíbiában évi 16 millió tonna keletkezik, és Kanadában sem jobb a helyzet, mint az USA-ban. Ezek a meddők a radioaktív elemeken kívül számos egyéb súlyosan mérgező anyagot is tartalmaznak — többek között ciánt, arzént, kadmiumot, ólmot, higanyt, szelént és molibdént —, amelyek korábban ártalmatlanul pihentek a mélyben, most viszont szétszóródnak a környezetben. Nemcsak arról van szó, hogy a szél és víz viszi folyamatosan egyre nagyobb távolságokra ezeket a mérgeket, hanem arról is, hogy különféle, sokszor előre nem látható események miatti hirtelen nagy mennyiségben öntik el a környezetet. Az Egyesült Államokban 1979-ben történt a legnagyobb ilyen jellegű baleset, amikor egy gátszakadás következtében 400 millió liter folyékony és 1100 tonna szilárd hulladék került a Rio Puerco folyóba. Mindez a

Church Rock-i uránfeldolgozónál történt, amelynek tározóit a legbiztonságosabbak között tartották számon. Ausztráliában a Rum Jungle bányánál történt hasonló gátszakadás következtében szinte teljesen kipusztult az élővilág az East Finiss folyóban, sőt, annak partjain is. Ezek nem kivételes események: rendszeresen előfordulnak hasonló, bár általában kisebb méretű balesetek.

Azonban még balesetek nélkül is óriási a kár. A radon gáz ugyanis fokozatosan kiszabadul a 2 méternyi vízzel lefedett tárolókból. A becslések szerint egyedül az Egyesült Államokban évente 4 ezren halnak meg tüdőrákban az uránfeldolgozó meddőből kiszabaduló radon miatt. Mivel a radon felezési ideje 80 ezer év, az uránbányászat már most egy sok ezer évig tartó, megoldhatatlan gondot hagyott ránk. Egy becslés szerint — figyelembe véve ezt a hosszú idő időszakot — 2 meddőhányó 117 millió többethalálást fog okozni. Az amerikai kormányzat felmérései szerint ezeknek a meddőhányóknak még a részleges ártalmatlanítása is csillagászati összeget emésztene fel.

Az urán bányászatából és feldolgozásából eredő radioaktivitás azonban eltörpül az atomerőműben keletkező mellett. Az atomreaktor beindítása után a radioaktivitás eléri a 10 milliárd curie-t. (Már egy curie is olyan hatalmas mértékű, hogy egy új mértékegységet vezettek be, a becquerelt, ami a curie 37 milliárdod része. London levegőjének radioaktivitása 0,1 becquerel literenként.)

Az atomreaktor egy olyan "kohó", amelyet soha nem lehet lehűteni, ha egyszer már befűtötték. Ha nem hűtenék folyamatosan, egy óra alatt az egész szétolvadna, és senki sem lehet biztos abban, hogy ezután mi történne. A Three Mile Island-i atomerőműben történt balesetnél már megkezdődött ez az olvadás, de szerencsére csak néhány helyen és kis mértékben.

Ezt a magas aktivitású anyagot egy idő után el kell távolítani a reaktorból. Ez az anyag azonban továbbra is egy "leállíthatatlan kohó" marad, amit folyamatosan hűteni kell. Még ha megszilárdult anyagot is készítenek belőle (például üvegbe bekeverve vagy más módon), akkor is rendkívül magas hőmérsékletet érhet el a felszíne, amennyiben valamilyen ok miatt leáll a hűtés. De folyamatos hűtés esetén is

évszázadokon keresztül több száz Celsius-fok meleg marad — legalább 1000 év szükséges ahhoz, hogy lehűljön a környezet normális hőmérsékletének szintjére. Bár ekkor elmúlik a megolvadás veszélye, a radioaktivitás jelentősebb csökkenéséhez még további hosszú évezredek kellenek. A radioaktív hulladékok hosszú távú biztonságos elhelyezését és tárolását még sehol a világon nem sikerült megoldani.

Miután az atomreaktor megindul, a radioaktivitás már nem csak a fűtőanyagok sajátossága lesz. A fűtőanyagokat hűtő közegben is megjelennek a sugárzó részecskék, részben a korrózió miatt, részben pedig azért, mert a neutronok a hűtőközeget is bombázzák, újabb radioaktív anyagokat hozva létre benne. Így a sugárzó részecskék egyre több helyen jelennek meg a fűtőanyagok környezetében. A hűtőközeg (például víz) kis mennyiségének elfolyása baleset vagy műszaki hiba következtében már komoly veszélyt jelent a környezetre.

Nincs elfogadható megoldás az atomerőművek bezárására sem. A reaktor szétszerelése a benne található hosszú felezési idejű, magas aktivitású anyagok miatt nem kivitelezhető — elsősorban a már említett hulladéktárolási gondok következtében. Az atomerőmű "lebetonozása" és ennek évezredekig tartó őrzése és karbantartása sem igazán vonzó elképzelés.

Az atomerőművek működésének eredményeként plutónium is keletkezik, amiből olyan fegyver készíthető, amellyel az egész emberiség, és valószínűleg mindenféle földi élet kipusztítható.

Az atomenergia előállításakor nagy mennyiségű új mérgező anyag keletkezik, ami elméletileg képes arra, hogy többszörösen eltüntessen mindenféle életet a Földről. A "leállíthatatlan kohóban" keletkező energia pedig hatalmas területeket képes betéríteni ezzel a mérgező anyaggal egy esetleges baleset során.

A nagy aktivitású anyagokon kívül óriási mennyiségű kevésbé mérgező (közepes és kis aktivitású) anyag is keletkezik végtermékként, amit hosszú ideig a környezettől teljesen elzárva

kell tartani. Ennek a mérgező anyagnak a hatásaként nagy távolságokban is létrejöhetnek sugárbetegségek, rákos daganatok, genetikai elváltozások. Ez a mérgező anyag, a sugárzás pedig csak különleges műszerekkel észlelhető.

Ez a korábban nem ismert és viszonylag ártalmatlan anyagból keletkező mérgező belégzés útján vagy más módon bekerülve a szervezetbe az előbb felsorolt betegségek láncolatát okozhatja. Más (kémiai) mérgek is okozhatnak hasonló tüneteket, de ezek keletkezésüket elméletileg képesek vagyunk megakadályozni vagy semlegesíteni tudjuk hatásukat. A radioaktív mérgek sajátossága viszont, hogy megsemmisíthetetlenek. Az egyetlen dolog, ami megváltoztatja mérgező tulajdonságaikat, az az idő, de ez sok esetben földtörténeti távlatokban mérhető. Gyakorlatilag azt mondhatjuk, hogy ezek az anyagok megváltoztathatatlanok és eltüntethetetlenek.

Az atomenergia abban is egyedülálló, hogy a fent felsorolt veszélyek ismeretében még mindig erőszakolják a felhasználását, noha az emberiségnek nincs szüksége rá. A legújabb vizsgálatok ugyanis világszerte egyértelműen kimutatták: az energiahatékonyságba történő befektetés sokkal inkább megtérül, mint a meg nem újuló forrásokra alapozó új erőművek építése.

Magyarországon a villamos energia 43%-a származik atomerőműből. Az energiafogyasztást viszont 30%-kal lehetne csökkenteni az energiahatékonyság fokozásával, azaz oly módon, hogy a háztartásoknak nem kellene lemondani megszokott kényelmükről, és az iparnak sem kéne visszafognia a termelését. A maradék 13%-ot pedig megújuló források (szél-, nap- és vízenergia) használatával lehetne pótolni. Ehhez a váltáshoz csupán politikai akarat szükséges.

A fenti cikk Jim Jeffrey *The Unique Dangers of Nuclear Power: an Overview* című tanulmányának felhasználásával készült. Jim Jeffrey a Nagy-Britanniai Atomenergia Közgazdaságtanát Vizsgáló Bizottság tudományos tanácsadója.

Lukács András
Lélegzet, 1996/10.