

KISS LEIZER Géza Károly

[kissleizer@t-online.hu](mailto:kissleizer@t-online.hu)

## KÖRNYEZETBIZTONSÁG A HULLADÉKOK HASZNOSÍTÁSÁBAN

### *Absztrakt*

*A tanulmány környezeti szempontból vizsgálja a hulladékok hasznosításához kapcsolódó környezetbiztonsági kérdéseket. A fokozódó és egyre kíméletlenebbé váló természet és környezethasználat rendkívüli módon emelte meg a keletkező hulladékok mennyiségét, sok esetben veszélyességét. A gazdasági és társadalmi körfolyamatokba történő folyamatos visszavezetés érdekében e hulladékok mielőbbi biztonságos és szakszerű hasznosítása elengedhetetlen.*

*The study examines the environmental safety issues related to the utilization of environmentally sound waste. The growing and increasingly ruthlessly environmental and nature of use increased the amount of waste dramatically, often dangerous nature. In order to continuously drive back into the circle of economic and social processes that waste as soon as possible is essential for safe and proper use.*

**Kulcsszavak:** hulladékgyűjtés, hulladékhasznosítás, hulladék hierarchia, biztonságstudomány, környezetbiztonság, ~ waste management, waste recycling, waste hierarchy, safety science, environmental safety

## BEVEZETÉS

A hulladékhasznosítási törekvések során feltétlenül figyelembe kell vennünk, hogy a hosszú távú fenntarthatóság elveiben ötvöződjének az ökológiai, a környezeti, a biztonságtudományi és még számos különböző tudományos diszciplína esetenként egymással ellentétben lévő, de mindig a társadalmi-gazdasági megfelelőség kérdései.

A gazdaságossági szempontok azonban hosszú távon nem engedik meg, hogy az újrahasználatos és hasznosítható hulladékokat lerakással ártalmatlanítsuk, tehát szükséges a hulladékok szelektív gyűjtésével, válogatásával és a hulladék anyagok társadalmi, gazdasági, természetes körforgásaiba történő visszavezetésével minimálisra csökkenteni a lerakást, maximálisra növelni a hasznosítást.

A hulladékhasznosítás során elvégzendő feladatok közt hangsúlyos szerepet kell, hogy kapjon a hulladékok keletkezésének csökkentésére irányuló iránymutatás, a helyes környezet-tudatos magatartásra nevelés, valamint a környezetvédelmi-hulladékgazdálkodási oktatás érdekében kifejtett koordináló, tanácsadó, tájékoztató tevékenység.

A kutatások egyértelműsítették, hogy mára a hulladékokkal kapcsolatos káros folyamatoknak olyan erős a globalizációs jellege, hogy egy-egy ország jogi-gazdasági szabályozó rendszere egyedül szinte esélytelen velük szemben. Az Európai Unióban a hulladékgazdálkodás területén született irányelvei és határozatai a nemzeti stratégiák hatékony összehangolását hivatották elősegíteni a hulladékok hasznosítási lehetőségei kérdéskörében is.

A holisztikus szemléletmód az eredendő komplexitást vizsgálja: a jelenség nem a részek összege, a részek az egészhez való viszonyukban nyernek értelmet. Célkitűzésünk, hogy a szemlélet kialakításának segítségével megismerhetővé tegyük a minimális környezetterhelést, a környezeti biztonság feltételeit is teljesítő hulladékhasznosítást.

## BIZTONSÁGTUDOMÁNY ÉS KÖRNYEZETBIZTONSÁG

A biztonság fogalmának legáltalánosabb definíciója az UNESCO Egyesült Nemzetek Nevelésügyi és Kulturális Szervezete (United National Educational Scientific Cultural Organisation) szerint: „A biztonság a fizikai veszély hiányát, vagy az e veszéllyel szembeni védelmet jelenti”.

### *Saját definícióim:*

*Biztonság:* Az ember testi-lelki veszélyérzetének hiánya, az ezek elleni veszély elhárítása, az ideális életminőség megléte.

*Biztonságtudomány:* Az ember és vívmányai védelméért, fenntartásáért létrehozott komplex ismeretrendszer, melynek feladata a biztonság megteremtése, fenntartása, garanciája és mindezek gyakorlata.

*Környezetbiztonság:* Az ember környezeti veszélyérzetének hiánya, az ezek elleni veszély elhárítása, az ideális környezetminőség megléte.

Magyarországon az ezredfordulóra született meg a jövő globális tudománya, a biztonság tudomány. Ma a biztonságnak a társadalom által elvárt magas szintje a gyakorlatban csak korszerű védelmi, biztonságtechnikai rendszerekkel valósítható meg. Az elvárt biztonsági szint egyre növekszik, s az ennek eléréséhez szükséges műszaki megoldások, rendszerek egyre bonyolultabbakká válnak. Ez az oka annak, hogy az oktatás jelentős teret szentel a legkorszerűbb, intelligens műszaki védelmi megoldásoknak, módszereknek.<sup>1</sup>

1990-ben hívták össze az első Biztonságtudományi Világkongresszust (World Congress on Safety Science), amelynek fő témája a különböző veszélyek, a kockázatok és a kialakult helyzet voltak. Napjainkra a konferencia neve módosult World Congress of Safety and Health at Work-

re, programja kibővült, egymásra építkező modulokból áll. 2014 augusztusában volt a XX. Biztonságtudományi Világkongresszus Frankfurtban.

A biztonsági szint elérésének garanciája, hogy a veszélyeket a priori kezeli, azoknak mindenkor elsőbbsége van a gazdasági döntésekkel szemben, míg a fejlesztések alapja az emberi hibák adatgyűjtése, feldolgozása, a következtetések levonása. Feltétele a problémaérzékenység (érzékelés), a tudatos feltárás (észlelés), a szociotechnikai rendszerekben a közösségi szellem, a közös cél, a megfogalmazó képesség és a probléma továbbítása az adott szintre. A biztonság filozófiája és rendszere a maga helyén teremtett emberi, technikai, gazdasági és egyéb garanciákra törekszik, és mindezek mellett figyelembe veszi, hogy a teljes körű biztonságot nemcsak a saját, hanem környezetünk különféle szintjeinek biztonsága adhatja.

A biztonság szerves alkotóeleme, megteremtője és fenntartója az ember, a magas biztonsági szint elérésének szerves részegysége, amelyben egyénileg is törekszik az egészség megóvására, a biztonság fenntartására, és műszaki-mérnöki megoldásokkal mindezek fejlesztésére másokat is ösztönöz.<sup>2</sup>

Az 1990-es kölni 1. Biztonságtudományi Világkongresszuson a különböző biztonságtechnikai és védelmi diszciplínák nemzetközileg ismert jeles művelői a biztonságtechnikára alapozott, technokrata biztonság tudományt vonultatták fel az egymástól elkülönült szakterületek különböző veszélyei és azok kockázatai árnyékában kialakult drámai helyzetek bemutatásával.

A 2. Biztonságtudományi Világkongresszust (2nd World Congress on Safety Science) Budapesten rendezték, elnöke Teller Ede volt, témája az emberi élet, a környezet és a működés-fenntartás kockázatainak elemzése. A kongresszus célkitűzése szerint a megbízhatóság elmélet több évtizedes tudományát alkalmazva, a bekövetkezések valószínűségére alapozva vizsgálni kell a kár nagyságát, a hibák következményeit, az okozott veszteségeket és kártételeit, amelynek megoldására a kialakulóban lévő kockázatelmélet keresi a válaszokat. Több szekcióban vizsgálták és tudományos módszerekkel elemezték a kockázatelmélet, a kockázati határértékek, az elfogadható kockázatok és az ember, mint kockázati tényező témakörét.

2014-ben a Frankfurti XX. Biztonságtudományi Világkongresszus (XX. World Congress of Safety and Health at Work) gyakorlati stratégiákat és megelőzési feladatokat mutatott be. A XXI Világkongresszus 2017-ben kerül megrendezésre Singapore-ban.

A biztonság tudomány - hazai tapasztalatok alapján - foglalkozik a kockázatelmélet, a kockázati határértékek, a kockázatelfogadás és az emberi kockázati tényezők kérdéseivel, kölcsönhatásaival. A biztonság tudomány egyik leginkább meghatározó kérdése napjainkban az integrált (komplex) biztonság, azaz a biztonság-kockázat elemzése, valamint a megbízhatóság-prognózis kapcsolatának, elveinek, módszereinek alkalmazása a szükséges szakmai ismeretek és tapasztalatok bázisán. Ezek alapján megállapítható, hogy a biztonság javításának egyik lehetősége a kockázatok mérési, számítási módszerekre épülő elemzésének és értékelésének felhasználása a lehetséges kockázatok kezelésére. Ez tekinthető a biztonság tudomány legfontosabb pillérének, alapjának.<sup>3</sup>

A környezetbiztonság meghatározása az ember- társadalom- gazdaság- környezet közös rendszerként történő megközelítéséből indul ki. A környezetbiztonság azokat a kockázatokat veszi figyelembe, melyeket az egzakt tudományosság mai lehetőségeinek felhasználásával tud meghatározni, ezek többnyire az ember, társadalom- gazdaság, környezet rendszerösszetevőiből származtathatók.

## KÖRNYEZETBIZTONSÁGOT BEFOLYÁSOLÓ HULLADÉKGAZDÁLKODÁSI TÉNYEZŐK

A hulladékgazdálkodási célok meghatározásakor alapvető elvárás biztosítani az össz-hangot a több lépcsős hulladékhierarchiával: megelőzés, újra használatra való előkészítés, újrahasználat, újrafeldolgozás, hasznosítás, ártalmatlanítás, lerakás. Az Európai Parlament és a Tanács 2008/98/EK Irányelve a hulladékokról es egyes irányelvek hatályon kívül helyezéséről számos olyan elvárást tartalmaz, melyek túlmutatnak a jelen időszakon, de már ebben az idő-szakban szükséges megkezdeni az intézkedéseket a majdani megvalósítás érdekében.

A hulladékgazdálkodás törvényi szabályozása horizontálisan (Hulladéktörvény, Területfejlesztési és területrendezési törvény, Önkormányzati törvény, Környezetvédelmi törvény) és vertikálisan (Országgyűlési határozatok, végrehajtási rendeletek) is biztosítják a kapcsolódást a már meglévő és a kidolgozás alatt álló egyéb jogszabályokkal.

A kiemelt hulladékáramok, az inert-, bio-, gyártói felelősség alá tartozó hulladék esetében a hasznosító szervezetek egységes kezdeményezéseket karolhatnak fel és segíthetik akár a lakossági szelektív gyűjtést, hasznosítási lehetőségeket illetve partnerek találkozásait segíthetik elő, vagy olyan egyéb kezdeményezéseket karolhatnak fel, ami ezeknek a hulladékoknak a közcélú tevékenység során történt hasznosítását jelentheti, akár helyi vállalkozók által.

A követelményrendszer ismeretében, a hulladékhasznosító vállalkozásokra jelentős szerep hárul a megelőző és hatékony hasznosítás megteremtésében.

A hulladékgazdálkodás folyamatai:

- a gyűjtés
- a kereskedelem
- a szállítás
- a közvetítés, irányítás
- az előkezelés
- a kezelés
- az újra használatra történő előkészítés,
- az újrahasználat
- az újrafeldolgozás
- a hasznosítás (különböző fizikai és kémiai folyamatokban)
- az ártalmatlanítás
- a lerakás, tárolás

A hulladék hierarchia elemei:

- a hulladékképződés megelőzése
- a hulladék újra használata
- a hulladék újra használatra történő előkészítése
- a hulladék hasznosítása, újra hasznosítása
- a hulladék ártalmatlanítása, lerakása

A hulladékképződés *megelőzése* érdekében törekedni kell arra, hogy a technológiából származó, de a technológiai folyamatba visszavezetett gyártási maradék, anyag, valamint a már használt, de eredeti céljára ismételten felhasználható termék, illetve melléktermék a gyár-tási-felhasználási ciklusban maradjon. Az anyag vagy termék, illetve melléktermék a gyártás-felhasználás ciklusából történő kilépésekor válik hulladékká.

A megelőzés az integrált hulladékgazdálkodás legheterogénebb eszköze, melynek leg-főbb célja, hogy ne keletkezzenek mellék- vagy elhasznált termékek. A melléktermékek a termelési folyamatok eredményei, míg az elhasznált termékek, vagyis a hulladékok, a fogyasztásból származnak.

A *hulladék hasznosítása* bármely kezelési művelet, amelynek fő eredménye, hogy a hulladék hasznos célt szolgál, vagyis a legjobb környezeti megoldást biztosítja. A hasznosítás során a mellék- vagy elhasznált terméké váló anyag újra felhasználásra kerül a termelési-fogyasztási anyagáramban. Ezáltal csökken a lerakandó/elégetendő hulladék, a kitermelt természeti erőforrások mennyisége, és csökkennek a kitermelt természeti erőforrások átalakításához kapcsolódó szennyezések mennyiségei is.

A különböző meghatározások közös elemei szerint: *környezetbiztonságról* akkor beszélhetünk, amikor az egyén és annak különböző szintű, helyzetű és összetettségű csoportjai antagonisztikus ellentmondásoktól mentes összhangban, harmóniában vannak az egyes társadalmak, de szélesebb és célszerűbb értelemben véve az egész emberiség természeti, társadalmi-gazdasági és politikai kulturális környezetével. Az idő dimenziót is figyelembe véve, a jövő generációival is egyetértésben, azonban felmerülhet a kérdés, hogy csak a ma élőkre vonatkozóan beszélhetünk-e biztonságról. Semmiképpen, hiszen veszélyeztethetjük az eljövendők életkörülményeit.

Ma már egyetértés van abban, hogy a fenntartható fejlődés is három alappilléren (környezeti, gazdasági, társadalmi) nyugszik, és mindhármát mérlegelni kell a konkrét intézkedésekben, cselekvésekben. A fejlődés és a környezet kérdései tehát nem különállóak és csak együttesen oldhatók meg. Ezért a szektorokon átívelő intézményrendszerre és rendszerszemléletű gondolkodásra van szükség.<sup>4</sup>

A környezetbiztonság fogalma úgy is megadható, mint az ember egészségét és testi ép-ségét veszélyeztető mikro-, mezo- és makrokörnyezeti tényezők hatásának elemzésével, modellezésével és célszerű befolyásával foglalkozó multidiszciplináris tudomány és gyakorlat. A környezetbiztonságnak ebben a felfogásában az tükröződik, hogy az ember valamennyi tevékenysége során az őt fenyegető veszélyforrások a közvetlen vagy tágabb környezetéből származnak.<sup>5</sup>

### **A környezetbiztonságot legjelentősebben befolyásoló tényezők**

Legjelentősebbek a gyorsuló ütemben fejlődő ipari, mezőgazdasági termelés, a közlekedés, hírközlés, az energetikai dinamikus fejlődése, az energiaforrások feletti uralom megszerzése megtartása, a népek, nemzetek, koalíciók, generációk szembenállása, a helyi háborúk, népirtás, a pusztító fegyverrendszerek.

További jelentős tényezők még az újfajta betegségek megjelenése, a terrorizmus, a pszichoterror, a diktatórikus rendszerek felbomlása, a demokrácia anarchikus és diktatórikus jelenségekkel való ötvöződése és működése, a környezetrombolás, a *hulladékok felhalmozódása*, a mérgező vegyületek elterjedése, a fogyasztói társadalom, az élvezeti cikkek iránti igény, erkölcsi züllés, belső szabályozók, vallás háttérbe szorulása, a fanatizmus, a népesség növekedés, az urbanizáció, a globalizáció.

A globalizáció révén a betegségek terjedése, a növény - és állatvilág átalakulása, a gazdasági, politikai problémák ma komplexen terjednek ki a bolygó egészére.<sup>6</sup>

A környezetet veszélyeztető tényezők hatnak a politikai szférára, biztonságpolitikai kérdéssé válhatnak, viszont a természetes és mesterséges környezet megóvására hozott intézkedések, környezeti információk – a korszerű monitoring rendszerek, s az általuk szolgáltatott adatok – nyilvánosságának biztosítása, a civil társadalom és a környezetvédelem együttműködése, az általános bizalom erősödését szolgálják.

A racionális környezetbiztonság megteremtése az egyetemes emberiség közös érdeke, ügye és felelőssége, a harmadik évezred elejének legnagyobb és legsürgetőbb kihívásainak egyike, amely egyben stratégiai cél is.<sup>7</sup>

Ha elfogadjuk, hogy a világ folyamatosan változik, a környezetvédelemnek is állandó megújuláson kell átesnie. Ebből következik, hogy az emberi tevékenységeket csak a megújult, modern környezetvédelem eszközeivel lehet eredményesen befolyásolni. A környezetbizton-

ság területén a modern környezetvédelem környezethasználati folyamatokba való szerves beépítése, valamint az ehhez kapcsolt környezettechnika alkalmazása jelenthet előrelépést. Ennek feltételeit azonban meg kell teremteni, amihez tudományos ismereteken alapuló stratégia kidolgozása szükséges.

Amennyiben sikeresen kialakul egyfajta "könyezethasználat" - "környezetvédelem" - "környezettechnika" - "környezetbiztonság" kapcsolati háló, megvalósulhat a veszélymentes vagy bántódásmentes állapot. Természetesen törekedni kell arra, hogy ez az állapot ne csak pillanatnyi legyen, hanem véglegesen vagy tartósan fennálljon. Ennek útján jutunk el a modern környezeti biztonsághoz, ami a környezet használata és védelme közötti összhang megteremtésével lesz egyenértékű.<sup>8</sup>

## HULLADÉKHASZNOSÍTÁSHOZ KAPCSOLÓDÓ KÖRNYEZETBIZTONSÁG

A hulladék hasznosítója azt a hasznosítási műveletet alkalmazza, amely a legjobb környezeti eredményt biztosítja. Hasznosítási művelet a környezetvédelmi hatóság által kiadott hulladékgazdálkodási engedéllyel végezhető. Ha a hulladék más hulladékkal vagy eltérő tulajdonságokkal rendelkező más anyagokkal való összekeverése szükséges, csak abban az esetben keverhető össze más hulladékkal vagy eltérő tulajdonságokkal rendelkező más anyagokkal, ha az összességében legjobb környezeti eredmény másképp nem biztosítható.

Hulladékegetés akkor engedélyezhető, ha az elektromos-, illetve hőenergia termelésre vagy cement-, téglá-, illetve építőipari cserép- és kerámiagyártásra irányul. Égetni csak olyan hulladékot lehet, amely anyagában nem hasznosítható. Az égetés az energetikai hasznosítások közé tartozik, de megemlítünk más ide tartozó eljárást: elgázosítás, pirolízis (igaz itt nem egyből energia, hanem energia tartalmú fűtőanyag a végtermék).

Biztonsági előírás, hogy a hasznosításra kerülő nem veszélyes hulladék a gyűjtést követően a hasznosítás megkezdéséig az előkezeléssel együtt legfeljebb 1 évig tárolható. A környezetvédelmi hatóság a hulladéklerakás engedélyezésekor meghatározza a települési hulladék lerakására szolgáló hulladéklerakón hasznosítható építési-bontási hulladék mennyiségét is.

*Véleményünk szerint feltétlenül bevezetendő, hogy ne csak a mennyiséget, hanem a minőséget is határozza meg, ami majd a rekultivációt elősegíti.*

A hulladékok hasznosítása és a repülés biztonsága kapcsolatának vizsgálatakor kutatásaink során feltártuk, a Magyar Légierőben minden repülés előtt ellenőrizni kell, hogy a felhasználandó tüzelőanyag megfelel-e a repülésbiztonsági előírásoknak. Amennyiben a repülési feladat végrehajtásához szükséges mennyiségnél több tüzelőanyag van a tartályokban, vagy valamilyen műszaki okból a tartályok kiürítése szükséges, a tüzelőanyagot leszívó kocsival lefejtik a repülőtechnikából, majd fémhordókban gyűjtik és veszélyes hulladékként ideiglenesen raktárban tárolják. Ezeket a tüzelőanyagokat a Magyar Honvédség központi tároló intézetének tüzelőanyag bázisához küldik tovább, ezután a bázis a MOL Rt.-nek adja át, ahol megfelelő tisztítás, szennyeződéscsökkentés, kezelés után abból ismét tüzelőanyag lesz. A repülőgéphez való feltöltés és annak indítása előtt vett tüzelőanyag mintákkal is hasonló az eljárás.<sup>9</sup>

A környezetbiztonsági törekvések magukba foglalják a környezetszennyezésekből fakadó veszélyek folyamatos felmérését (veszélyelemzés), a megelőzésükre, megszüntetésükre teendő intézkedések számbavételét, végrehajtását.

Békeidőben a szénhidrogén vegyületeket tartalmazó szennyező anyagok katonai műveletek során való véletlen kiömlése (helytelen használat, tárolás, szállítás) mellett számot kell vetni a katonai objektumok területén hosszabb idege meglévő (masszív) talaj, ill. felszín alatti vízszennyezésekkel, a békeműveletek során a környezet megvédésével, helyreállításával kapcsolatos nemzetközi katonai, jogi kötelezettségekkel.<sup>10</sup>

A települési szilárd hulladék hasznosításának optimális megtervezésekor javasolt egy olyan matematikai programozási modell, mely maximalizálja a gazdasági előnyöket, egyidejűleg figyelembe véve a fenntarthatóság és a biztonság szempontjait.<sup>11</sup>

A CNAMTS Technikai Bizottsága ajánlásában meghatározza, hogyan kell viselkedni a hulladékkezelés során a bekeveredett hulladék, különösen a fertőző vagy mérgező kockázatok jelentő hulladékok esetén.<sup>12</sup>

Minden hulladékhasznosításra irányuló biztonsági kérdésekkel is foglalkozó műveletnek meg kell felelnie munkaügyi, közegészségügyi, műszaki-biztonsági és környezet szabályozási szabványoknak.

Az egyik legnagyobb mennyiségben keletkező csomagolási hulladékfajta Magyarországon a PET (Poli-etilén-tereftalát) palack. Hulladékká válásuk után a belőlük készített műanyagszáלבól textíliákként, hőszigetelő béléseként, alkatrészekként, vagy egyéb ipari cikkeként hasznosulnak. Elsősorban közegészségügyi és élelmiszerbiztonsági szempontok miatt nem az újrahasználat, hanem az anyagában történő hasznosítás segíti a gazdaság körforgásába történő visszajuttatásukat.

A Fővárosi Hulladékhasznosító Mű esetében jelentősen szigorodtak a környezetvédelmi, energetikai, biztonsági követelmények. A rekonstrukciót követően kapacitása évi 420 ezer tonna lett, ami a kommunális hulladékok biztonsági szempontoknak megfelelő termikus hasznosítását teszi lehetővé.

### **Mai atomreaktorok hulladékai és a biztonság**

A paksi atomerőműben évente 190 m<sup>3</sup> szilárd és 280 m<sup>3</sup> folyékony atomhulladék keletkezik, amelyhez az erőmű lebontásakor még 18 500 m<sup>3</sup> adódik. E hulladékok végleges elhelyezésére szolgál a jelenlegi felszín alatti Bataapáti és a megépülő Bodai mélységi tároló, ezek több száz évig biztosítják a kis, a közepes és a magas aktivitású radioaktív hulladékok biztonságos elhelyezését.

A reprocessálás, vagyis újrafeldolgozás során a használt fűtőelem-kazettákból kivonják az újrafelhasználható fűtőanyagot. Így további 25-30 százaléknyi energiát lehet kinyerni abból a plutóniumból, amely a fűtőelemekben felhalmozódik, illetve a maradék urán-235 izotópból. A folyamat nagy előnye, hogy csökken a nagy aktivitásúként tárolandó fűtőelemek mennyisége. A kiégett fűtőelemeket nem tekintik hulladéknak, de az atomerőmű működése során jelentős az egyéb radioaktív hulladék.

A kinyert plutónium és az urándúsítás maradékként felhalmozott, szegényített urán felhasználásával MOX üzemanyagot (MOX = Mixed-Oxid, plutónium és az urán oxidjának keveréke) gyártanak, amivel újra energiát lehet termelni. A MOX felhasználásakor, és a plutónium elégetésekor a plutónium nem marad meg, így nem lehet ellopni atomfegyver előállítására.

A most épülő harmadik generációs reaktorokkal szemben már általános elvárás, hogy azok képesek legyenek MOX-kazetták kiégetésére is (a Paks II. erőműbe is harmadik generációs reaktorokat terveznek).

### **A jövő mágnesfúziós reaktoraiban keletkező hulladékok biztonsága**

Az ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor - Nemzetközi Kísérleti Termonukleáris Reaktor) működése mágneses fúzió alapul. Az ITER fúziós energiát állít elő, de még nem fogják áram termelésére használni, csak a fúziós energiatermelés kivitelezhetőségét demonstrálandó kutatóberendezés lesz. A 2050 körül várható, energiát már ipari szinten is előállító fúziós reaktor a DEMO 2000 MW teljesítményű lesz.



**1. ábra.** Fúziós reaktor

Forrás: <http://www.iter.org/>

Ha mégis keletkezik hulladék...

- A fúziós erőmű összes trícium készlete néhány kg
- Kijutva a környezetbe, illékonyága miatt egy év alatt az eredeti koncentráció 0.1%-ára hígul
- Egy fúziós erőmű éves trícium kibocsátása kb. 2 gramm, az egyszeri trícium kibocsátásnak 200 gramm alatt kell maradnia
- A keletkező hulladékok: divertor, első fal és tenyészköpeny, az erőmű lebontásakor vákuumkamra és tekercsek
- Száz év hűtés (pihentetés) után a fission hulladék 0.1% -ára csökkenhet a fúziós hulladék radiotoxicitása, és alkalmassá válhat az újrafelhasználásra
- Vanádium ötvözetek használatával a hasznosítás már néhány évtizeden belül lehetséges

## **ÖSSZEGZÉS ÉS KÖVETKEZTETÉSEK**

A hulladékok hasznosítása során már a hulladékkezelő létesítmények tervezésénél, kialakításánál fontos, hogy társadalmi, gazdaságossági, innovatív és környezetbiztonsági szempontok figyelembe vételre kerüljenek. A projektek megvalósíthatóságával foglalkozó szakembereknek fel kell ismerniük, hogy a létrehozandó programelemek és a magas fokú környezeti biztonság kérdései összetartoznak. A megvalósíthatóság során figyelembe kell venni a környezet, a társadalom, a gazdaság biztonságát, a szóba jöhető programelemek alkalmazhatóságát, azok sorrendjét.

A hasznosítás folyamataiban olyan termékeket kell létrehozni, amelyeknek egyáltalán nincs, vagy minimális a káros környezeti hatása, az elvárások szerint teljesítik az általunk megfogalmazott környezeti biztonság kritériumait.

Véleményünk szerint a hulladékokból készült termékek is minél több ideig maradjanak a gazdasági-társadalmi körforgási folyamatokban, ne legyen manipulált az életciklusuk.

A hulladékhasznosítási technológiák megfelelő alkalmazásával elérhető eredmények vizsgálatokor kiemeljük, hogy jelentősen csökkenhetnek a lerakandó, főleg az elégetendő hulladékok, de csökkennek az elsődleges természeti erőforrások egyre kíméletlenebb kihasználásához kapcsolódó szennyezések mennyiségei.

A hulladékhasznosítási technológiákat a társadalmi szükségletek kielégítésére úgy kell felhasználni, hogy azok ne a fogyasztás bármi áron történő növelését, a befektetett tőke hozamának kiterjesztését szolgálják, hanem az általunk megfelelően szűrt, gondos előrelátó



környezetmérnöki tervezést és a hosszú távú hulladékokkal szembeni biztonságot vegyék elsődlegesen figyelembe.

Mindezek következményeként jelentősen megnövekszik a hulladékokkal kapcsolatos környezeti biztonságérzetünk.



2. ábra.

Forrás:

[https://www.google.hu/search?q=hullad%C3%A9khasznos%C3%ADt%C3%A1s&es\\_sm=122&source=lnms&bm=isch&sa=X&ei=RbhsVZaMMMq5UbjsGogH&ved=0CAcQ\\_AUoAQ&biw=1777&bih=820&dpr=0.9](https://www.google.hu/search?q=hullad%C3%A9khasznos%C3%ADt%C3%A1s&es_sm=122&source=lnms&bm=isch&sa=X&ei=RbhsVZaMMMq5UbjsGogH&ved=0CAcQ_AUoAQ&biw=1777&bih=820&dpr=0.9)

## Felhasznált irodalom

- [1] [http://bdi.uni-obuda.hu/sites/default/files/bizt\\_tudomany.pdf](http://bdi.uni-obuda.hu/sites/default/files/bizt_tudomany.pdf)  
(letöltés ideje: 2015. 05. 20.)
- [2] Turcsányi Károly-Vasvári Ferenc: A biztonságtudományról\* és szerepéről a korszerű menedzserszemlélet kialakításában Hadtudományi Szemle 1999/1  
<http://www.zmne.hu/kulso/mhht/hadtudomany/1999/ht-1999-1-10.html>  
(letöltés ideje: 2015. 05. 22.)
- [3] [http://bdi.uni-obuda.hu/sites/default/files/bizt\\_tud\\_nemzetkozi.pdf](http://bdi.uni-obuda.hu/sites/default/files/bizt_tud_nemzetkozi.pdf)  
(letöltés ideje: 2015. 05. 20.)
- [4] Kiss Sándor, Török László: Biztonságtechnika I-II. ZMNE jegyzet, Budapest, 2002.
- [5] Dr. Damjanovich Imre: Környezetbiztonság  
<http://inventor.hu/ceco/kock/konyv/kbize.pdf> (letöltés ideje: 2015. 05. 21.)
- [6] Hankó Márta-Földi László: Életterünk környezetbiztonsági kérdései  
[http://hadmernok.hu/2009\\_4\\_hanko1.pdf](http://hadmernok.hu/2009_4_hanko1.pdf) (letöltés ideje: 2015. 05. 26.)
- [7] Dr. Damjanovich Imre: Környezetbiztonság  
<http://inventor.hu/ceco/kock/konyv/kbize.pdf> (letöltés ideje: 2015. 05. 21.)
- [8] Bera József: Légiközlekedés környezetbiztonsági kérdéseinek komplex modellezése a repülési zaj tük-rében Doktori értekezés Budapest, 2015
- [9] Kiss Leizer Géza Károly - Pokorádi László: Hulladékkezelési kérdések a légi közlekedésben  
[http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2015\\_2/2015-2-02-0190-Kiss\\_Leizer\\_G\\_K-Pokoradi\\_L.pdf](http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2015_2/2015-2-02-0190-Kiss_Leizer_G_K-Pokoradi_L.pdf) (letöltés ideje: 2015. 05. 23.)
- [10] Dr. univ. Szoboszlai Sándor: Katonai tevékenységek során talaj és a talajvízbe kerülő szénhidrogén szennyezések kármentesítésének környezetbiztonsági követelményei, PhD értekezés

- [11] José E. Santibañez-Aguilara, Juan Martínez-Gómez, José M. Ponce-Ortega, Fabricio Nápoles-Rivera, Medardo Serna-González, Mahmoud M. El-Halwagib: An Optimal Planning for the Reuse of Municipal Solid Waste Considering Economic, Environmental and Safety Objectives  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444634559500064>  
(letöltés ideje: 2015. 05. 27.)
- [12] La collecte des déchets ménagers et assimilés Déchets ménagers et assimilés (définition mise au point par l'ASTEE Recommandation de la CNAMTS R 437  
<http://www.ameli.fr/employeurs/prevention/recherche-de-recommandations/pdf/R437.pdf> (letöltés ide-je: 2015. 05. 27.)