

Nemzeti Fenntartható Fejlődési Tanács

nfft@parlament.hu

Tisztelt Tanács,

2011. november 2-án részt vettem az Aranytíz Művelődési Házban a Nemzeti Fenntartható Fejlődési Stratégiával kapcsolatos rendezvényen és meghallgattam Gyulai Iván és Bartus Gábor urak előadását a témáról.

A teljes anyagot részleteiben nem ismerem, azonban a rendezvényen elhangzottak és hozzászólások, valamint egyes internetes kommentárok alapján mégis sikerült valamennyire tájékozódnom a témáról.

Ennek alapján a kitűzött célt helyesnek tartom, azonban a gyakorlati megvalósítás szempontjából szeretnék néhány észrevételt tenni.

Egyet lehet érteni azzal, hogy a fenntarthatóság nem csupán gazdasági kérdés, hanem életszemlélet kérdése is, és hogy csupán pénzzel – azaz gazdasági intézkedésekkel – nem lehet megoldani azokat a problémákat, amelyeket éppen a pénz okozott. Ugyanakkor nem lehet a kérdést kizárólag globális kérdésként sem kezelni. Magyarország hatása a globális folyamatokra csekély, ezért értelmetlen erőnkön felüli áldozatokat hozni, miközben a legnagyobb gazdasági hatalmak nem hajlandók követni a klímaváltozással kapcsolatos nemzetközi törekvéseket.

Nemzeti stratégiáról lévén szó, elsősorban az lehet fontos, hogy a nemzeti erőforrások számbavétele alapján milyen lehetőség van a fenntarthatóságra, vagyis, hogy képesek vagyunk-e a társadalom számára szükséges erőforrásokat hosszabb távon úgy biztosítani, hogy közben ne tegyük tönkre a környezetünket.

A legfontosabb erőforrások közé tartoznak a mezőgazdasági termékek, az ipari termeléshez szükséges nyersanyagok, valamint az energia illetve az energiahordozók.

Több elemző tanulmány szerint mezőgazdasági termékek terén Magyarország önellátó lehetne, és a mezőgazdasági exportunk fedezhetné az olyan termékek importját is, amelyeket a hazai éghajlati adottságok miatt itthon megtermelni nem lehet.

Az ipari termeléshez szükséges nyersanyagok terén hosszabb távon a hulladékok újrahasznosítása adhat megoldást, mivel a technológiai fejlődés lehetővé teszi, hogy az ipari termékek anyagigénye csökkenjen.

A legfontosabb kulcskérdés alighanem az energia, és az ehhez járuló környezetterhelés. Észrevételeimben főleg ehhez kapcsolódó kérdésekkel foglalkozom.

A hazai energiapolitika néhány alapkérdése

A korábbi hibás energiapolitikai döntések miatt fokozódik Magyarország energetikai kiszolgáltatottsága. Primer energiahordozók terén az importhányad meghaladja a 60%-ot, földgázban a 80%-ot, és ez az arány nem csökken, hanem növekszik, annak ellenére, hogy jelentős kihasználatlan erőforrásokkal rendelkezünk. A helyzetet súlyosbítja, hogy a rendszerváltás után a hazai energetikai termelő kapacitás és infrastruktúra jelentős része külföldi tulajdonba és/vagy koncesszióba került, és sok esetben az állam a külföldi befektető számára még a profit mértékére is garanciát adott.

Érdemes számba venni, mi mindenre használunk energiát. Statisztikai felmérések szerint a lakossági energia felhasználás 70-80 százaléka hőenergiaként hasznosul, fűtéshez, melegvíz készítéséhez, sütés-főzéshez. Fűtésre elvileg bármilyen energiaforrás megfelel, hiszen az entrópia törvénye szerint a lakásba bevitt bármilyen energia (így az is, amit világításra, vagy a TV készülék működtetésére használunk) előbb-utóbb hővé alakul át, és a hasznosítás hatásfokát az épület szigetelése határozza meg.

Energiát használunk a közúti járművek meghajtásához is nagyrészt folyékony üzemanyag formájában. Mivel a hazai szénhidrogén bányászat teljesítménye kicsi, ebből importra szorulunk. Ez azonban nem csak magyar probléma, a készletek kimerülése globális szinten előbb-utóbb valóban bekövetkezik. Ráadásul a szénhidrogén nem csupán energiaforrás, hanem fontos nyersanyag számos iparágban (vegyipar, gyógyszeripar, műanyag gyártás, stb.) Számos fejlett ipari országban folyik kutatás-fejlesztés a szénhidrogén üzemanyagok kiváltására, miután mezőgazdasági, élelmiszeripari, és talajerő gazdálkodási vizsgálatok alapján nyilvánvalóvá vált, hogy a bio üzemanyagokkal való kiváltás nem az igazi megoldás.

Valamennyi energiafőleség közül a legsokoldalúbb és legtisztább a villamos energia. Bár ennek előállítása járhat környezetterheléssel, a felhasználás helyén nem történik káros anyag kibocsátás. Ha például a lakosság kizárólag villamos energiát használna, a nagyvárosokban tisztább lehetne a levegő.

A villamos energia alapvetően meghatározza egy ország fejlettségi színvonalát. Villamos energia nélkül nem működne az épületek és közterek világítása, nem működne a rádió, a telefon, a számítógép, az Internet hálózat, és a gépi adatfeldolgozás, a korszerű vagyonvédelem, nem tudnának a repülőgépek biztonságosan leszállni a repülőtéren, nem volna lehetséges a kórházakban számos fontos diagnosztikai vizsgálat, nem működne az időjárás előrejelzés, és baleset esetén legfeljebb futárszolgálat vagy postagalambbal lehetne értesíteni a mentőket.

Szerencsére a politika felismerte, és távlati célkitűzésként megfogalmazta, hogy jelentős mértékben növelni kell a villamos energia termelő kapacitásunkat, habár a gyakorlati megvalósítással kapcsolatos elgondolások sok tekintetben vitathatók. Kérdés viszont, hogyan érdemes villamos energiát termelni, milyen szempontok alapján lehet eldönteni, hogy egyik vagy másik megoldás mennyire kedvező vagy kedvezőtlen.

A különféle erőmű típusok összehasonlításánál elsősorban az alábbi szempontokat szokták figyelembe venni.

- A villamos energia előállítási költsége
- Rugalmas szabályozhatóság
- Balesetveszélyesség
- Környezeti hatások

Ami a **költségeket** és a környezetterhelést illeti, ezeket egy-egy erőmű teljes életciklusára kell figyelembe venni, vagyis össze kell adni a beruházási, üzemeltetési, és karbantartási költségeket, és azokat a költségeket is, amelyek az erőmű működésének befejezésekor, annak felszámolásakor merülnek majd fel, vagyis a környezet helyreállításának és a veszélyes hulladékok ártalmatlanításának költségeit, és ezek összegét kell elosztani a megtermelt hasznos villamos energia mennyiségével. Akárhogyan is számolgatunk, mindig az jön ki, hogy a legolcsóbb, és legkevésbé környezetterhelő villamos energia a vízenergia és a nukleáris energia, és ezek nem járnak üvegház gázok kibocsátásával sem.

Nagyon fontos a rugalmas szabályozhatóság kérdése, amelyről szokás megfélekezni. Mivel a villamos energia továbbító-elosztó hálózat energiát tárolni nem tud, gondoskodni kell arról, hogy mindig pontosan annyi villamos energia legyen betáplálva, amennyi a fogyasztás és a hálózati veszteségek összege, mert ellenkező esetben felborul a rendszer stabilitása, ami súlyos üzemzavarokhoz vezet.

Szabályozhatóság szempontjából az erőműveket durván három fő csoportba lehet sorolni.

Az első csoportba tartoznak a hagyományos hőerőművek és az atomerőművek. Ezekben hőenergiával vizet forralnak, és az így nyert gőzzel gőzturbinák segítségével áramtermelő generátorokat hajtanak. Az ilyen erőművek ideális üzemmódja az, ha előre betervezhető módon folyamatosan egyenletes terheléssel működnek.

Egy másik csoportot az olyan erőművek alkotják, amelyek teljesítménye a változó igényektől függően gyorsan, széles határok között szabályozható. Tipikusan ide sorolhatók a vízerőművek és a gázmotoros erőművek.

Harmadik csoportba sorolhatjuk azokat az erőműveket, amelyek teljesítménye az időjárástól függően ingadozik. Ide tartoznak elsősorban a szélturbinás erőművek, valamint a naperőművek egyes típusai. Mivel a nagyobb volumenű ilyen energia termelés veszélyezteti a hálózat stabilitását, a hálózat befogadóképessége attól függ, hogy a rendszer milyen mértékben rendelkezik gyorsan szabályozható kapacitással. A helyzetet javíthatja szivattyúturbinás energia tárolók alkalmazása is.

Fontos kérdés az erőművek baleseti kockázata. Ennek megítéléséhez a baleseti gyakoriságot ugyancsak a megtermelt villamos energia mennyiségére vetítve érdemes vizsgálni. Hasonló ez a közlekedési eszközök veszélyességéhez. Ha például egy repülőgép lezuhan, az utasok általában meghalnak, míg az autó és motorkerékpár balesetek nagy részét túl lehet élni. Mondhatjuk-e ennek alapján, hogy a repülőgép veszélyesebb, mint a motorkerékpár? A statisztikai adatok szerint nem. Mert ha valaki motorkerékpáron utazik Budapestről Szolnokra, nagyjából egy nagyságrenddel nagyobb esélye lehet a halálos balesetre, mintha repülőgéppel utazna New-Yorkba, pedig az utóbbi esetben csaknem 100-szor akkora távolságot tenne meg.

Hasonló a helyzet az erőművek összehasonlításánál is, ha a baleseti áldozatok számát a megtermelt energia mennyiséghez viszonyítjuk. Ez esetben ugyanis a zöldek által rendszeresen támadott nukleáris és víz erőművek tekinthetők a leginkább biztonságosnak.

Érdemes megvizsgálni a különféle erőmű típusok környezetkárosító hatásait is.

Ebben a vonatkozásban megkülönböztetnek káros **globális** és káros **lokális** hatásokat.

Elsőként a **globális hatásokat** szokás említeni, amelyek a levegőbe kibocsátott gázok miatt befolyásolhatják az éghajlatot, valamint az atmoszféra szűrőképességét a világűr felől érkező ártalmas sugárzásokkal szemben.

Főleg az üvegház hatású széndioxid kibocsátás, valamint a halogénezett szénhidrogének ózonréteg károsító szerepe a legfontosabb, és bár e vegyületek tényleges hatásával kapcsolatban merültek már fel kétségek, nemzetközi egyezmények szigorú előírásokat tartalmaznak ezek korlátozására.

Feltűnő azonban, hogy a zöld mozgalmak leghevesebben az atomerőműveket és a vízerőműveket támadják, annak ellenére, hogy ezeknél egyáltalán nem történik légnemű anyag kibocsátása.

Mivel a villamos hálózat már említett stabilitási problémái miatt – különösen szélturbinák létesítése esetén – egyre inkább szükség van gyorsan szabályozható erőművekre, ezekre a zöldek a gázmotoros megoldást javasolják, mivel a kibocsátott gáznemű égéstermékben a széndioxid részaránya kisebb, mint amennyi szén vagy olaj elégetése esetén lenne.

Figyelembe kell azonban venni, hogy bármit is égetünk el, valamennyi gáznemű égéstermék, kivétel nélkül, így a vízgőz is, üvegház hatású gáz. Ráadásul a földgáz magas hőmérsékleten és magas nyomáson történő elégetése esetén a levegőben lévő nitrogén egy része is oxidálódik, márpedig a nitrogénoxidok is üvegház gázok.

Amikor az üvegház gázok hatékonyságát vizsgálják, azok infravörös elnyelő képességét veszik alapul. Nem szokás azonban figyelembe venni, hogy a kibocsátott üvegház gáz mennyi ideig tartózkodik a levegőben, és mennyi idő alatt jut vissza a talajszintre. A vízgőz például sokkal könnyebb, mint a levegő, ezért könnyebben tud feljutni akár sztratoszférikus magasságig, mint a bűnbaknak kikiáltott széndioxid, amely a levegőnél sokkal nehezebb lévén, igyekszik abból gyorsan kiüledni. Nem véletlen, hogy a must forrása idején a borpincékbe csak égő gyertyával ajánlatos lemenni, amely az elalvásával jelzi, ha széndioxiddal telített veszélyes mélységbe érünk.

Ha üvegház gáz kibocsátás szempontjából hasonlítjuk össze a különféle erőműveket, akkor a legkedvezőbb megoldást a vízerőművek, a szél-erőművek, és a nukleáris erőművek jelentik. Ezekhez képes kedvezőtlenebb minden olyan erőmű, amely levegő felhasználásával eléget bármiféle éghető anyagot (szén, olajat, földgázt, szalmát, stb.).

Kimutatható, hogy ebből a szempontból a „zöld” biomassza erőművek egyenlege is erősen negatív, ha a kibocsátásokat a teljes életciklusra vonatkoztatjuk, és ezt viszonyítjuk az élettartam alatt megtermelt összes energiához.

Ami az ózonréteg károsító gázokat illeti, minden gáznemű égéstermék képes kisebb-nagyobb mértékben elősegíteni az ózon lebomlását, azonban a számításba vehető erőművek esetén nem kell számolni jelentősebb ilyen hatással.

A káros **lokális hatások** lehetnek emberre ártalmasak, vagy olyanok, amelyek emberi egészségre ártalmatlanok ugyan, azonban a környezetet esztétikai vagy egyéb szempontból hátrányosan befolyásolják.

Ami az emberi egészséget károsító lokális hatásokat illeti, a kockázatot főleg a levegőbe, a talajba, az ivóvízbe és az élelmiszerekbe kerülő kémiai vegyületek és radioaktív anyagok jelentik. Érdeemes azonban itt is kiterjeszteni a vizsgálatot a teljes életciklusra. Előfordul ugyanis olyan megoldás, amelynél a működő erőmű nem bocsát ugyan ki káros anyagokat, azonban a berendezések előállítás, majd az élettartam letelte után az erőmű felszámolása vagy felújítása hatalmas környezet terhelést jelenthet. Ha persze a berendezéseket külföldről importáljuk, akkor a káros hatás az exportőr területén jelentkezik, és ezzel „átoljuk a döglött lovat a másik utcába”.

Ha csupán az üzemelés lokális környezeti hatásait vizsgáljuk, a legnagyobb káros hatást a hagyományos hőerőművek jelentik, amelyek még a radioaktív anyagok kibocsátásában is első helyen állnak. Egy ezer megawattos ilyen erőmű eléget naponta mintegy 10 ezer tonna szenet, egy év alatt legalább 3 és fél millió tonnát, és ez általában tartalmaz több tonna urániumot is, amely a környezetbe kerül, szemben egy atomerőművel, amely gyakorlatilag nem bocsát ki a szabadba radioaktív anyagot, mivel a sugárzó hulladékot gondosan elkülönítve kezelik.

Ugyancsak több-kevesebb egészségkárosító anyagot bocsát ki minden olyan erőmű, amely bármilyen éghető anyag elégetésével termel energiát. Naívság azt gondolni, hogy például az erősen műtrágyázott „energia ültetvények” termékeivel fűtött erőművek füstgáz kibocsátása ártalmatlan. Ugyanakkor ma már számos jól működő technológiai megoldás ismeretes, amelyek lehetővé teszik a káros kibocsátások jelentős mérséklését.

Lokálisan káros hatásúnak tekintik a zöld mozgalmak az olyan létesítményeket is, amelyek rontják a táj esztétikai megjelenését, vagy amelyek egyes szabadban élő állatfajokat az életmódjuk megváltoztatására kényszerítik.

Esztétikai kifogás elsősorban vízerőművekkel kapcsolatban szokott felmerülni, szemben a „tájba illő” gyönyörű szélturbinákkal.

A bal oldali kép kb. 30-35 emeletnyi magasságú tornyokra szerelt szélturbinákat ábrázol, amelyekből kb. 850 darabot kellene telepíteni ahhoz, hogy – figyelembe véve a széljárás bizonytalanságait is – megtermelje ugyanazt a villamos energiát, amelyet a nagymarosi vízerőmű termelhetett volna kb. tizedannyi önköltséggel. És bár az utóbbi esztétikai megjelenése semmivel nem marad el a budapesti Árpád híd vagy Petőfi híd mögött, a környezetvédők mégis azt állítják, hogy tönkreteszi a táj szépségét. Látványterve itt látható.

Ami az állatfajok életterének megváltozását jelenti, tudomásul kell venni, hogy mióta – több milliárd éve – a Földön egyáltalán létezik élet, az élőlény fajok folyamatosan alkalmazkodnak a változó környezeti feltételekhez. Ez történik az emberi környezetben is, akár építünk vízerőművet, akár nem. A csirke, a liba és a kacsza például valamikor repülni képes madár volt, de éppen az ember hatására veszítette el ezt a képességét.

A modern világ kétségtelenül egyes élőlényfajok átalakulását okozza, de ebben a vízügyi beruházások szerepe nem túl jelentős. Sokkal nagyobb hatású a szárazföldi állatokra és a madarakra gyakorolt hatás, amelynek oka a gépesített mezőgazdasági tevékenység, a terebélyesedő városias környezet, valamint az autópályák vonalvezetése, amely megakadályozza a szabadban élő állatcsoportok korábban megszokott útvonalon történő vándorlását.

Érdeemes a fentiekből levonni **néhány következtetést**.

A nem túl szerencsés energia-mix helyzetét tovább rontják azok az egyezmények, amelyekben az EU tagállamok megállapodtak. Ezek közé tartozik a „megújuló” energiák arányának megcélzott, csaknem teljesíthetetlen irreális részaránya. Érdeemes szövé tenni, hogy maga az elnevezés is megtévesztő.

A természetben nem létezik megújuló energia, hiszen az energia megmaradás törvénye alapján az ősrobbanás óta a világegyetemben található energia mennyisége állandó. Az energia nem újul meg, legfeljebb átalakul, vagy más helyre áramlik. A napenergia sem megújuló, hiszen a Nap is csak addig fogja sugározni az energiát, amíg el nem fogy a belsejében található nukleáris üzemanyag, bár addig még van hátra pár milliárd év.

A problémát tovább bonyolítja, hogy a hazai adottságok alapján a „megújuló” energiák arányának számottevő növelése nem valósítható meg anélkül, hogy ne építenénk vízerőműveket, és szivattyúturbinás tárolókat. Márpedig a környezetvédők éppen ezt igyekeznek megakadályozni.

A környezetvédő mozgalmak szakszerűsége

Környezetvédelemre szükség van, hiszen a szennyezés mentes élelmiszer, a beszívható, egészséges, tiszta levegő, az élhető környezet mindannyiunk számára, és a jövő generációk számára is elsőrendűen fontos.

Elszomorító azonban a környezetvédő mozgalmak feltűnő szakmai dilettantizmusa. James Lovelock, a GAIA elmélet megalkotója például a közelmúltban könyvet ezzel a címmel: „GAIA halványuló arca”.

Ebben a szerző kifejti, hogy az ún. urbánus zöld mozgalmak többet ártottak a természetnek, mint amennyit használtak. A természet ugyanis a természeti törvények szerint működik, és ezekről a nagyrészt humán műveltségű nagyvárosi zöld aktivisták igen kevés ismerettel rendelkeznek.

Ezt a véleményem a saját tapasztalatom is megerősíti. A közelmúltban az egyik budapesti aluljáróban zöld aktivisták gyűjtöttek aláírásokat klímavédelem ügyben. Megkérdeztem az egyik lelkes aktivistát, mi az oka annak, hogy nyáron a nappalok hosszúak, az éjszakák pedig rövidek, télen meg fordítva van. A kérdés nem volt bonyolult, hiszen a jelenség



magyarázatát már az általános iskola hatodik osztályában el szokta magyarázni a tanító bácsi a fizika órán. Az aktivista azonban némi habozás után bevallotta, hogy fogalma sincs.

A második kérdésem az volt, hogy ha valakinek fogalma sincs arról, hogyan működik ezen a bolygón az éghajlat, miből meríti az önbizalmat, hogy ebben a kérdésben tiltakozó aláírásokat gyűjtsön.

Ide kívánczik egy internetes hír (http://www.viccesviccek.hu/Dihidrogen_monoxid) is, amely szerint az Eagle Rock School (2750 Notaiiah Road, Estes Park, CO 80517-9752, Colorado, United States) egyik diákja nyerte az első díjat az 1997. év április 26-án megrendezett Idaho Falls Középiskolai Tudományos Konferencián.

A diák a dolgozatában bemutatta, hogy az emberek rá vannak hangolódva a tudománnyal való handabandázásra. Ezért elkészített egy felhívást a „dihidrogén monoxid” betiltására, mivel ez a vegyület izzadást és hányást okozhat, a savas esők fő komponense, gáznemű állapotban égési sérüléseket, belélegzése pedig fulladásos halált okozhat, ráadásul hozzájárul a természet erőzójához, csökkenti az autófékek hatékonyságát, és kimutatták a jelenlétét rákos daganatokban is.

A betiltást sürgető felhívást 50 ember közül 43 aláírta, 6 azt mondta, még gondolkodik, és mindössze egy tudta, hogy a dihidrogén monoxid (H₂O) a víz kémiai elnevezése.

Míndez nem jelenti azt, hogy nincs szükség környezetvédelemre. Igenis szükség van szakszerű mozgalmakra, annak érdekében, hogy hazánkban, a Kárpát medence közepén képesek legyünk megőrizni az egészséges környezetet.

Éppen ezért kiábrándító, hogy természettudományokban járatlan szociológusok, műfordítók, irodalomtörténészek, és egyéb „szakemberek” dönthetik el Magyarországon, hogy szükség van-e például folyamszabályozásra, és érdemes lenne elgondolkozni azon, mi lenne a jól jövedelmező környezetvédelmi iparágakkal, ha a jó szándékú, humán műveltségű lelkes aktivisták mellett hozzáértő szakemberek véleménye is megjelenhetne a sajtóban.

Ezt a gondolatot azért vetem fel, mert a világhírű vízépítő szakember, Mosonyi Emil születésének 100-ik évfordulója alkalmából készült méltatást, amely az életművét kívánta bemutatni, egyetlen újság sem volt hajlandó közölni, még fizetett hirdetés formájában sem. Az elutasítás indoka az volt, hogy ő volt az, aki még 1938-ban Horthy Miklós utasítására megkezdte a később „szocialista nagyberuházásnak” beállított nagymarosi vízlépcső terveit kidolgozni.

Kérdések és kétségek a klímaváltozással kapcsolatban

A globális melegedés tény. Vita tárgyát képezi azonban, hogy mi okozza. Az általánosan elfogadott és propagált nézet szerint az éghajlatváltozás oka az üvegház erősödése, és ebben a legfontosabb tényező az ember ipari tevékenységéből származó széndioxid kibocsátás.

Ezt a véleményt kevesen tudják vagy merik vitatni, annál is inkább, mert erre az elméletre jól jövedelmező zöld iparág és nemzetközi CO₂ kvóta kereskedelem épült fel. Az persze más kérdés, hogy van-e egyáltalán értelme a kvótakereskedelemnek, hiszen például a legutóbbi izlandi vulkán kitörés a teljes többéves EU kvóta kontingensnek megfelelő mennyiségű széndioxidot lökött ki a levegőbe ingyen és bérmentve. Azt is tudjuk, hogy az emberiséget megelőzően is voltak jelentős klímaváltozások és globális katasztrófák, amelyek olykor élőlény fajok tömeges kipusztulását okozták.

Míndezek alapján vannak komoly szakmai ellenérvék is az emberiség klíma befolyásoló hatásával kapcsolatban. Ilyen például Dr. Miskolczi Ferenc elmélete, aki kutató fizikusként dolgozott a NASA klímavédelmi projektjében, és az általa feldolgozott mérési adatok alapján arra a következtetésre jutott, hogy a széndioxid kibocsátás a globális hőmérséklet-emelkedésben alig játszik szerepet, mivel a növekvő mennyiségű széndioxid üvegház növelő hatását a levegőben lévő vízgőz mennyiségének csökkenése gyakorlatilag kompenzálja.

Ebben a vonatkozásban érdemes figyelembe venni az üveg gázok hatásának összehasonlítását. Sajnos az erre vonatkozó publikált adatok meglehetősen ellentmondásosak. Amit a szakirodalomból és a tudományos közleményekből meg lehet tudni, annak a lényegét az alábbi táblázat foglalja össze.

Üvegház hatású gázok fontosabb tulajdonságai

megnevezés	kémiai képlet	hatékony-sági szorzó	hatás megoszlása a sztratoszférában	hatás megoszlása a teljes atmoszférában
vízgőz	H ₂ O			60 %
széndioxid	CO ₂	1	66 %	22 %
metán	CH ₄	30	20 %	18 %
ózon	O ₃	2.000	8 %	
dinitrogénoxid	N ₂ O	300	6%	
freon	CF ₂ Cl ₂	9.000		
egyéb ipari gázok				

A táblázatban a hatékonysági szorzó azt jelenti, hogy a felszín által kibocsátott infravörös sugárzás azonos mértékű elnyeléséhez hány-szoros koncentrációjú széndioxid koncentráció kellene.

A táblázatból kitűnik, hogy az üvegház effektus legnagyobb részéért a vízgőz a felelős. Ennek ellenére mégsem a vízgőz kibocsátását igyekezünk korlátozni, hanem a széndioxidot. Sőt, a zöld mozgalmak azért tartják környezetbarátnak a gázmotoros villamos energia termelést például a vízenergiával szemben, mert a kibocsátott égéstermék nagyobb része nem széndioxid, hanem vízgőz.

Fontos azonban megjegyezni, hogy a vízgőz hatása két irányú. Ha a levegő relatív nedvességtartalma nem éri el a telítési értéket, akkor erősíti az üvegház hatást és ezzel hozzájárul a melegedéshez. A harmatpont elérésekor azonban a vízgőz pára formájában kicsapódik, köd és felhő képződik. Mivel a felhők a világról nézve nagy fehér fényvisszaverő felületek, kevesebb napsugárzási energia éri el a talajszintet, és ez ellene hat a melegedésnek.

A széndioxid koncentráció kialakulásában fontos szerepet játszik a széndioxid természetes körforgása. A levegőbe kerülő széndioxid a vízgőzzel vegyülve szénsavat alkot ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$), és ez savanyú eső formájában lehullik. (Ez nem tévesztendő össze az ipari eredetű kén tartalmú savas esővel!) A savanyú eső jelentős része az óceánokba hullik, és a tengeráramlatok leviszik a mélybe, ahol a széntartalma különféle fizikai-kémiai folyamatokban leköttődik. A savanyú eső másik része a szárazföldre jut, és a vulkanikus eredetű bazalt kőzetekre eróziós hatást fejt ki.

A bazalt a Földön az egyik leggyakoribb kőzetfélése, a tömegének jelentős részét kalcium-szilikát (CaSiO_3) alkotja. Ezzel lép kölcsönhatásba a savanyú eső, és bomlástermékként víz, mészkő (kalcium-karbonát), és kvarchomok (szilíciumdioxid) jön létre ($\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{CaSiO}_3 = \text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2$) és ezzel a savanyú eső széntartalma itt is leköttődik.

A tűzhányók jelentős része az óceánok mélyén működik, ezért a vulkanikus bazaltképződés nagyobbik része itt zajlik le, és a tengeráramlatok által az óceánok fenekére lejutó szénsav itt is kifejti a fenti kölcsönhatást.

Mivel a földkéreg állandó mozgásban, átalakulásban van, a felszint és a tengerfenéket borító kőzetek lesüllyednek és előbb-utóbb olyan nyomás és hőmérséklet tartományba kerülnek, ahol a kőzet megolvad, és a benne található mészkő elbomlik ($\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$), majd a bomlás során keletkező széndioxid a tűzhányókon és termálfvizeken keresztül kijut a légkörbe. Ezzel a szén geokémiai körfolyamata bezárul.

Ebben a körfolyamatban ugyanakkor működik egyfajta önszabályozó visszacsatolás, amelynek során, ha a levegőben a széndioxid koncentráció feldúsul, fokozódik a savanyú eső képződés és egyre több szén távozik a légkörből.

Dr. Miskolczi Ferenc sokat támadott elmélete szerint egy olyan bolygón, amelyen hatalmas mennyiségű felszíni víz található, a kipárolgó vízgőz miatt magától kialakul az elvileg lehetséges maximális üvegházhatás, és ezt már az egyéb gázok nem tudják számottevően tovább növelni, mert ha valamilyen más üvegházgáz koncentrációja növekszik, az ennek megfelelő vízgőz ki fog szorulni a levegőből és a rendszer visszazabályozza önmagát.

Tudjuk, hogy ha magasabbra megyünk fel a légkörben, csökken a nyomás és a hőmérséklet. Az atmoszféra rétegződésének legegyszerűbb modellje szerint a különféle magasságokban éppen akkora a nyomás, hogy kompenzálja a felette elhelyezkedő légrétegek súlyterhelését. A talajszintről a meleg levegő felfelé áramolva ezért kitágul, és mivel (elvileg) közben nem ad le és nem is kap hőenergiát, az állapotváltozása adiabatikus, és ennek megfelelően számítható ki az ún. adiabatikus hőmérsékleti gradiens az ismert termodinamikai egyenletek alapján.

A valóságban azonban a levegő nedvessége is befolyásolja a hőmérsékleti gradienst, mivel ha a vízgőz kicsapódik pára- és jécsapok formájában, hőt ad le, amikor pedig a vízcsapok elpárolognak, hőt vesznek fel, és emiatt a hőmérsékleti gradiens alacsonyabbra adódik.

Kérdés, befolyásolja-e a hőmérsékleti gradiens értékét a levegő széndioxid tartalma. A talajszint és a világról hőmérséklet különbsége ugyanis a hőmérsékleti gradiens integráljaként számítható ki az atmoszféra teljes rétegvastagságára. Ezért, ha a széndioxid valóban növeli a talajszint közelében a hőmérsékletet, akkor a világról viszonyított hőfok eltérés miatt a hőmérsékleti gradiensnek is növekednie kell az alsóbb légrétegekben.

Miskolczi professzor mérései azonban ezt a jelenséget nem igazolják, ezért szerinte az üvegház-gázok szerepét hibásan értelmezzük. Egy 60 éves időtartamra kiterjedő mérési adatsorozat elemzése ugyanis azt mutatja, hogy az atmoszféra teljes infravörös abszorpciók képességének növekedése az 1%-ot sem érte el, és ebből az a következtetés adódik, hogy számos egymásnak ellentmondó folyamat egyenlege irányítja az éghajlat alakulását.

További probléma, hogy amikor az üvegház gázok hatékonyságát vizsgálják, azok infravörös elnyelő képességét veszik alapul. Nem szokás azonban figyelembe venni, hogy a kibocsátott üvegház gáz mennyi ideig tartózkodik a levegőben, és mennyi idő alatt jut vissza a talajszintre. A vízgőz például sokkal könnyebb, mint a levegő, ezért könnyebben tud feljutni akár sztratoszférikus magasságig, mint a bűnbaknak kikiáltott széndioxid, amely a levegőnél sokkal nehezebb lévén, igyekszik abból gyorsan kiüledni. Nem véletlen, hogy a must forrása idején a borpincékbe csak égő gyertyával ajánlatos lemenni, amely az elalvásával jelzi, ha széndioxiddal telített veszélyes mélységbe érünk.

A gázok kiüledési sebessége a levegőből annál gyorsabb, minél nagyobb a normál állapotú gáz sűrűsége (fajsúlya), ez pedig jó közelítéssel arányos a gázt alkotó molekulák tömegszámával. Az üvegház hatású, valamint a levegőt természetes módon alkotó legfontosabb gázok molekuláinak tömegszámait az alábbi táblázat foglalja össze:

megnevezés	kémiai képlet	tömegszám
metán	CH_4	16
vízgőz	H_2O	18
nitrogén	N_2	28
oxigén	O_2	32
széndioxid	CO_2	44
dinitrogénoxid	N_2O	44
ózon	O_3	48
freon	CF_2Cl_2	121

A felszíni átlagos hőmérsékletet jelentősen befolyásolja az is, hogy a talaj a beérkező napsugárzás energiájának hány százalékát veri vissza. Ezt fejezi ki az ún. albedo, amely általános értelemben egy bolygó felszínének reflexiók képessége az elektromágneses spektrum optikai (ultraibolya plusz látható fény plusz infravörös) tartományában.

Az albedo függ a felszín minőségétől, optikai tulajdonságaitól. Értelmezhető az ún. planetáris albedo fogalma is, amely azt mutatja, hogy a bolygóra beeső teljes napsugárzás hány százaléka verődik illetve szóródik vissza a világűr felé.

A planetáris albedo nem azonos a talajszinten mérhető albedo értékek átlagával. Az eltérés egyik oka, hogy a légkörben felhők is vannak, és ezek a besugárzás egy részét visszaverik. A másik ok az, hogy az atmoszféra szűrési tulajdonsága hullámhossz-függő, és ezért a talajszintre jutó besugárzás spektrális teljesítmény eloszlása eltér a napsugárzás eredeti spektrumától.

A Földön a planetáris albedo kb. 30 %, a különféle felszínek albedo értéke pedig nagyjából a következő:

– szabad vízfelület	5–10 %
– erdő	10 – 15 %
– szántóföld	15 – 30 %
– havas felszín	50 – 95 %
– felhő	40-80 %

Az átlagos felszíni hőmérsékletet alapvetően az alábbi tényezők határozzák meg:

- A Nap sugárzási teljesítménye, amely nem tekinthető teljesen állandónak.
- A planetáris albedo értéke.
- A felszíni albedo átlagos értéke.
- Az atmoszféra transzmissziós tényezője a napsugárzásnak megfelelő 6000 fok körüli színhőmérsékletű (nagy részt a látható fény tartományába eső) sugárzás esetén.
- Az atmoszféra transzmissziós tényezője a Föld felszínéről kibocsátott mintegy 290 Kelvin körüli színhőmérsékletű (infravörös) hőmérsékleti sugárzás esetén, amely utóbbi jelentősen függ az atmoszférában található üvegház gázok koncentrációjától.

Nem szabad elfelejteni, hogy a felszíni albedo legalább olyan – ha nem nagyobb – mértékben befolyásolja az éghajlatot, mint az atmoszféra infravörös elnyelő képességét meghatározó üvegház gázok. Az emberiség pedig ebbe igen nagy mértékben avatkozik bele már évezredek óta. Az ember mezőgazdasági tevékenysége ugyanis jelentősen megváltoztatja a felszíni albedo értékét. Azzal, hogy szűz földeket törünk fel, szántunk vetünk, aratunk, szőlőt, gyümölcsfákat telepítünk, és konyhakerti növényeket termesztünk, sokkal nagyobb mértékben avatkozunk bele az éghajlat működésébe, mint amire az ipari tevékenység valaha is képes lehet.

A természet azonban igyekszik visszaszerezni az ember által elrabolt területeket úgy, hogy ha valahol abba hagyjuk a mezőgazdasági tevékenységet, ott hamarosan megjelenik például a parlagfű, vagy más olyan növény, amelyet a mezőgazdasági kultúrához szokott ember a gyomnövények közé sorol. Pedig éppen ezek lennének az „eredeti természetes” növények, és nem a fajtanemesítésnek nevezett lassú génmódosítással létrehozott kényes „haszonnövények”, amelyek rendszeres emberi gondozás, beavatkozás nélkül nem is lennének képesek „természetes” módon fennmaradni.

Folyamszabályozás, vízgazdálkodás, hajózás, vízenergia

Magyarország vízügyi nagyhatalom lehetne, ha az ország területére beérkező édesvíz 98%-a nem kötne ki néhány nap leforgása alatt a fekete Tengerben. A vízzel ugyanis gazdálkodni kellene úgy, hogy amikor sok van belőle, tároljuk, amikor kevés, akkor felhasználjuk az elspájzolt készleteket.

A folyók természetes viselkedése néha hasznos, máskor ártalmas. Gondoljunk csak a pusztító árvizekre, és az éhínséget okozó aszályokra.

A folyók soha nem egyenesen haladnak, hanem a terepi adottságoktól függően kanyarognak. A kanyarokban áramló vízre centrifugális erő hat, ezért a víz a külső íven a partot alámosza, a belső íven a hordalékát lerakja. Az alámosott oldalon időnként partfalomlás következik be, amely esetleg a folyó útját teljesen el is zárhatja. Ilyenkor a folyó új medret alakít ki magának.

Egyes folyószakaszokon a meder folyamatosan mélyül, máshol emelkedik. A mélyülés akkor következik be, ha a folyó felső részéből kevesebb közhordalék érkezik, mint amennyit a folyó a meder alján tovább sodor, mint történik ez például a Duna hazai szakaszán.

Mindezek a tényezők befolyásolják az ember számára élhető környezetet. A történelem folyamán birodalmak emelkedtek fel és buktak meg a környezeti feltételek megváltozása miatt. Ez volt az oka a nagy népvándorlásoknak is. Az ősi Egyiptomban pedig azért kellett időnként új fővárost építeni, mert követni kellett a Nílus „pályamódosításait”.

Ha azt szeretnénk, hogy a számunkra kedvező természeti környezet állapota minél tovább fennmaradjon, a mesterséges létesítményekhez hasonlóan gondosodni kell a vizeink állagmegóvásáról.

Különösen igaz ez Magyarországon, amely egyfajta „lavór” alján terül el, és csak rajtuk múlik, hogy ez a lavór hosszabb távon szeméttárolóvá, vagy virágzó paradicsommá válik-e. A baj ugyanis az, hogy a folyóink és tavaink ugyanúgy ki vannak téve a természet erőiójának, mint a Föld bármely részén, csak hogy az ebből eredő környezeti kár – az adottságainknak köszönhetően – nálunk súlyosabb bajokat okozhat, mint máshol. Elég említeni a Duna menti löszfal omlásokat, vagy a homok hátság aszályosodását, ahol a talajvízszint az utóbbi évtizedek alatt több méterrel került mélyebbre.

Az utóbbi évek rossz híreihez tartozik ugyanis, hogy Dunaszekcsőnél és Kulcs község közelében a löszfal a Dunába omlik, magával rántva utakat, kerteket, lakóépületeket. Előbb-utóbb veszélybe kerülhetnek nagyobb városok is, mint

Dunaújváros és Dunaföldvár. Szakemberek évtizedek óta jelzik a kockázatot a politika felé, ám sikertelenül, akár csak az ajkai vörös iszap áradatnál.

Az omlás talajmechanikai magyarázata – fizikai értelemben – összefügg a hidrosztatikus nyomás változásával. Homogén talajszerkezet esetén a talajban jó közelítéssel hidrosztatikus nyomás uralkodik, ezért nem törnek össze benne a kövek, de még a régészeti leletek, a cserép és csontmaradványok sem. A hidrosztatikus nyomás tarja egyben a löszfalakat is, amíg a nyomás egyensúlya meg nem bomlik. Márpedig ez időnként megbomlik a Duna vízszint ingadozása miatt.

Annak idején a nagymarosi vízlépcső elleni fontos érv volt, hogy a csúcsra járatott vízerőmű 4 méteres vízszint ingadozása talaj-stabilitási problémát okozhat, ezért a tervezők le is mondták a csúcsra járatásról. Csakhogy vízlépcső nélkül a Duna természetes vízszint ingadozása meghaladja a 8 métert, ahogyan azt Budapestnél is tapasztalhatjuk, ahol a víz időnként elönti a rakpartokat és a villamos síneket, máskor pedig lesétálhatunk a kavicsos mederszintig.

A meder alján a 8 méteres vízszint ingadozás négyzetméterenként 8 tonna nyomáskülönbséget jelent, és ez tovább gyűrűzve a löszfal alá, előbb-utóbb megbontja annak stabilitását. Ez csak az egyik baj. A löszfalat egyensúlyban tartó nyomás ugyanis nemcsak ingadozik, de annak átlagértéke is folyamatosan csökken. Ennek oka egyrészt az, hogy a Duna vízhozama a klímaváltozás során csökken és ezzel együtt csökken az átlagos vízszintje is. A másik ok a Duna lassú, de tartós medermélyülése. Ennek oka, hogy a folyó által tovább sodort közhordalék nem pótlódik, mivel azt a Duna felső szakaszain megépült vízlépcsők visszafogják.

A löszfal omlások megakadályozásának egyetlen lehetséges módja a Duna vízszintjének stabilizálása olyan mértékben, hogy a vízszintingadozás ne haladja meg az egy métert. Ennek egyetlen lehetősége pedig keresztirányú gátak, azaz vízlépcsők építése a Duna helyenkénti duzzasztása céljából.

Folyók duzzasztása a vízszint stabilizálása érdekében nem új találmány. Az emberiség őskorában a letelepedett nagy folyam menti civilizációk már évezredekkel ezelőtt alkalmazták ezt a módszert például az Eufrátesz, a Nílus, az Indus és a Jang-ce mellékfolyóin. Hazánkban is működnek duzzasztóművek a Tiszán és több kisebb folyón, és a tavaink vízszint szabályozása ellen sincs senkinek kifogása. Egyetlen kivétel a Duna, amelynél a természet ellen való vétségként kezelik a duzzasztást. Vajon miért?

A duzzasztóművek másik előnye, hogy rájuk közút vagy vasúti pálya is telepíthető, és ezzel hídként is szolgálhatnak. Ha pedig valahol duzzasztunk, érdemes azokra vízturbinákat is telepíteni, hiszen a vízenergia az eddig ismert legolcsóbb villamos energia. Téves az a propaganda, amely szerint a hazai folyóink esése túl kicsi villamos energia termeléshez. A Duna teljes vízszint esése az ország területén 50 méter körül van. Svájcban működik olyan vízerőmű, amelynél a vízszint különbség mindössze egy méter húsz centi.

Téves az a propaganda is, hogy a közvélemény ellenzi vízlépcsők építését. Ebben a vonatkozásban az ausztriai Hainburgnál tervezett vízlépcsőre szokás hivatkozni, ahol a zöld tüntetések hatására az osztrák kormány lemondott a vízlépcső megépítéséről. A Bécs-Freudenau vízlépcső megépítése előtt azonban népszavazást tartottak, ahol a csendes többség is szóhoz juthatott, és a lakosság 72% elsöprő többsége megszavazta a vízlépcső megépítését. Ezzel Bécs belvárosában a Duna vízszintje stabilizálódott, és a 160 megawatt teljesítményű erőmű kilowattóránként egy eurocent körüli (kb 3,- Ft) önköltséggel termeli meg a számunkra bámulatosan olcsó környezetbarát villamos energiát.

A vízlépcsők kérdéséről egyébként szeretném a T. Tanács figyelmébe ajánlani az itt olvasható tanulmányunkat: <http://www.realzoldek.hu/modules.php?name=News&file=article&sid=2070>

A folyamszabályozáshoz kapcsolódik egy másik fontos kérdés, mégpedig a **dunai hajózás** kérdése. Sajnos a rendszerváltás óta a magyar dunai hajózás szinte teljesen leépült, és a nemzetközi hírű hajógyártásunk gyakorlatilag megszűnt. Márpedig hajózni kell, hiszen tömegárak szállítása esetén ez a legolcsóbb és leginkább környezetkímélő szállítási mód. Ha például a hazánkon áthaladó kamion forgalom egy részét sikerülne vízi útra terelni, sokkal kisebb lehetne a környezetszennyezés és a széndioxid kibocsátás is.

Az egyik legnagyobb magyar hazafi, politikus és gondolkodó gróf Széchenyi István is már több mint másfél évszázaddal ezelőtt kimondta, hogy „**HAJÓZNI KELL!**” mert ez a záloga a nemzet felemelkedésének.

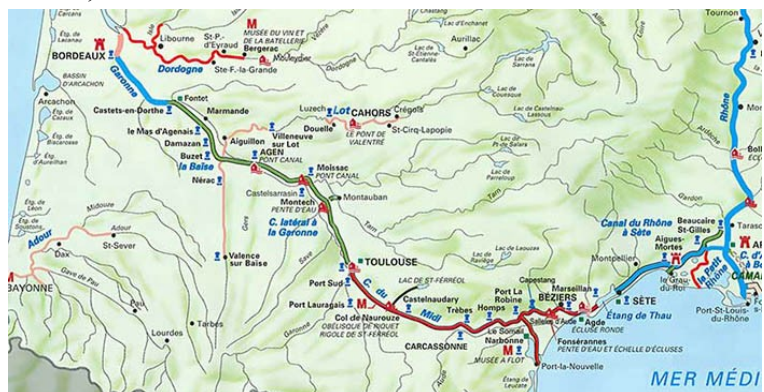
A történelem legnagyobb civilizációi is azzal lettek naggyá, hogy megtanulták hasznosítani a folyóvizek erőforrásait öntözésre, hajózásra, továbbá energia előállításához többek között vízatemelésre, gabonák őrlésére és egyéb célokra. Nem véletlen, hogy az első olyan civilizációk, amelyek már képesek voltak kő helyett fém eszközöket készíteni, a nagy folyók mentén alakultak ki, mint amilyenek az Eufrátesz, az Indus, és a Nílus.

Európa nyugati részén több száz év alatt építették ki a nagy tömegű olcsó szállításokra alkalmas vízi utakat, csatornákkal összekötve folyókat, tengereket, óceánokat.

Az egyik leghíresebb ezek közül a „Napkirály” XIV. Lajos idején Franciaországban megépült ma is működő viziút, amely Gibraltár kikerülésével köti össze a Földközi Tengert az Atlanti Óceánnal, és amelyben a csatorna vízutánpótlását egy hatalmas duzzasztómű segítségével kialakított víztározó biztosítja.

A viziút nyomvonalát az itt látható térképvázlat szemlélteti.

Nyugat-Európa gazdasági fejlődésében évszázadok óta döntő jelentőségű a folyóvizek erőforrásainak kiaknázása öntözésre, energia termelésre gabonák őrléséhez és kovácsoláshoz, nem utolsósorban hajózáshoz.



Ennek érdekében a hajózási útvonalakat folyamatosan továbbfejlesztik, olyannyira, hogy a korszerű csatorna rendszerekben kétszintű hajóút keresztvezéseket is kialakítottak, akár csak az autópályáknál. A mesterséges vízi utak ugyanakkor a természetet kedvelő turisták kedvenc kiránduló helyei, amelyek körül idegenforgalmi központok alakultak ki, és ezek jelentősen hozzájárulnak a térség gazdasági fejlődéséhez. Az sem elhanyagolható szempont, hogy a víziút hálózat fejlesztése jelentős munkahely teremtő projekteket jelent.



az

A Duna-Rajna-Majna víziút gondolata is már évszázadok óta foglalkoztatja a szakembereket. Az I. Világháborút követően azonban Trianon nemcsak kifosztotta országot, hanem olyan követelményeket írt elő, hogy lehetőleg az már soha ne is tudjon talpra állni. A határokat úgy húzták meg, hogy a fővárosból kiinduló út és vasútvonalakat keresztelő körgyűrű funkciójú útvonalak a határ túlsó oldalán haladjanak. A győztesek megtiltották széles közutak és kétpályás vasútvonalak építését, megtiltották a repülőgép és hajó gyártást, és megtiltották a folyóink hajózási feltételeinek javítása érdekében már a Monarchia idején tervbe vett duzzasztóművek megépítését. A két világháború közötti két évtizedes fegyverszünet idején kialakult zavaros nemzetközi helyzetet kihasználva azonban az ország fokozatosan lazított a kötöttségeken, és fokozatosan megindult a repülőgép és hajógyártás, majd 1938-ban megkezdődött az azóta is sokat vitatott nagymarosi vízlépcső tervezése is, amelynek a megvalósítására azonban a háborús helyzet miatt nem kerülhetett sor.

Úgy tűnik azonban, hogy a trianoni tilalmak máig élnek. Az Atlanti Óceánt a Fekete Tengerrel összekapcsoló víziút ugyanis egyes országoknak előnyös, másoknak konkurencia. Az ellenérdekeltség nem csak a tengeren túl érvényesül a gazdaságilag erősödő Európai Unióval szemben. Az EU-n belül is van érdekellentét. A rendszerváltás idején például a brit és francia diplomácia igyekezett megakadályozni a kelet-európai politikai rendszerek összeomlását és Németország egyesítését.

Franciaország kiváló vízi úttal rendelkezik a Földközi Tenger és az Atlanti Óceán között, Nagy-Britannia területét pedig szinte behálózzák a hajózható csatornák. Miért lenne érdekük Németország, Ausztria és a Kárpát-medence vízi közlekedésének feljavítása? És nekünk miért nem érdekünk?

Atomenergia

Az atomenergia ellen folyamatos a zöld mozgalmak tiltakozása, annak ellenére, hogy ez a fajta energia termelés a megtermelt villamos energiára vetítve az egyik legolcsóbb, és legkevésbé környezetterhelő megoldás.

Érdeemes összehasonlítani egy atomerőmű működését egy hagyományos széntüzelésű erőművel.

Vegyünk példaként egy-egy ezer megawatt teljesítményű erőművet.

A széntüzelésű erőmű eléget naponta mintegy 10 ezer tonna azaz 10 millió kilogramm szenet, és kibocsát évenként több mint 10 millió tonna széndioxidot. Mivel a szén tartalmaz urániumot is, ezért a kibocsátott füstgázokban évenként a levegőbe kerül több tonna radioaktív uránium is. Amerikai mérési adatok szerint szén erőművek közelében sokkal nagyobb a háttér sugárzási szint, mint atomerőművek közelében.

Egy ugyanekkora teljesítményű atomerőmű felhasznál naponta nagyjából 100-120 kg uránium üzemanyagot, és ebből a működése során 2-3 grammnyi mennyiség Einstein $E = mc^2$ képlete alapján energiává alakul át, majd a megmaradt csekély tömegvesztésű üzemanyagból nagy aktivitású radioaktív hulladék lesz, amely biztosan nem kerül a levegőbe.

Elvileg ezt a veszélyes hulladékot talajkőzetekkel felhígítva vissza lehetne temetni oda, ahonnan az urániumot kibányászták, azonban nem ezt teszik, hanem gondosan elhelyezik biztonságos földalatti tárolókban. Ennek egyik oka a költség kímélés. De van egy másik ok is. Amit eltemetnek, az ugyanis nem egyszerűen veszélyes hulladék, hanem értékes energia forrás, amelyből még százszor annyi energiát lehetne kinyerni, mint amennyit kitermeltek. Ha ezt a lehetőséget is figyelembe vesszük, a nukleáris energia több ezer évig fedezhetné az emberiség energia szükségletét üvegház gázok kibocsátása nélkül. A hasznosítás egyik lehetősége a „hulladék” U_{238} tartalmának plutóniummá alakítása szaporító reaktorban. Csakhogy ez a módszer egyrészt költséges, másrészt kockázatos, mivel ilyen módon atombomba is gyártható, és a plutónium terrorszervezetek kezébe is kerülhet.

Van azonban a nukleáris energia termelésnek egy másik ígéretes módja, mégpedig a Nobel díjas Carlo Rubbia által kidolgozott tóriumos reaktor. Az első 300 megawatt teljesítményű ilyen erőművet éppen mostanában helyezik üzembe Indiában. A megoldás lényege, hogy bár a tórium önmagában nem hasadó anyag, azonban neutron besugárzás hatására a tóriumból ^{233}U izotóp keletkezik, és ennek a hasadása révén termelődik az energia.

Ez a megoldás az emberiség nagy lehetősége. A tórium készletek hatalmasak, akár több tízezer évre elegendőek lehetnek. A tórium ugyanakkor nem alkalmas atombomba gyártásra, mert nem hasad, így akár terroristákhoz is kerülhet. Az erőmű rendkívül biztonságos, mivel a működése közben folyamatosan termelődik a hasadó anyag, amely soha nem éri el azt a mennyiséget, hogy robbanás következhesen be. Ebbe a projektbe talán érdemes lenne hazai szellemi tőkével is bekapcsolódni.

Budapest, 2011. november 4.

A munkájukhoz sok sikert kívánva, tisztelettel:

dr. techn. Héjjas István

aranydiplomás gépészmérnök, irányítástechnikai szakmérnök

hejjas224@gmail.com