



Magyar Tudományos Akadémia

BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság

Nemzeti Közszolgálati Egyetem

Somos Alapítvány

ELŐADÁSGYŰJTEMÉNY

**„Katasztrófavédelmi Díj”
Tudományos Konferencia 2012.**

c. tudományos rendezvényen
elhangzott előadásokhoz

Budapest, 2012. október 10.

2012.

ELŐADÁSGYŰJTEMÉNY

„Katasztrófavédelmi Díj” Tudományos Konferencia 2012.

c. tudományos rendezvényen elhangzott előadásokhoz

Időpont: Budapest, 2012. október 10.

Helyszín: Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 1101. Budapest Hungária krt. 9-11.

A konferencia védnökei (a díj alapítói):

Prof. Dr. Pálinkás József egyetemi tanár, az MTA elnöke,

Dr. Bakondi György t. altábornagy, c. egyetemi docens, a BM Országos
Katasztrófavédelmi Főigazgatóság főigazgatója,

Prof. Dr. Patyi András egyetemi tanár, a Nemzeti Közszolgálati Egyetem rektora

Prof. Dr. Solymosi József ny. mk. ezredes, egyetemi tanár, a Somos Alapítvány
alapítója.

A konferencia elnöke:

Dr. habil. Kovács Gábor r. ezredes NKE oktatási rektor-helyettes

A konferencia szervezőbizottsága:

Prof. Dr. Bleszity János ny. t. vezérőrnagy, egyetemi tanár az NKE
Katasztrófavédelmi Intézet igazgatója – a szervezőbizottság elnöke

Prof. Dr. Solymosi József ny. ezredes, egyetemi tanár az NKE KVI Iparbiztonsági
Tanszék vezetője – levezető elnök és a zsűri elnöke

Dr. Kátai-Urbán Lajos t. alezredes, PhD NKE KVI Iparbiztonsági Tanszék
a konferencia szervezője és a kiadvány szerkesztője)

Dr. Dobor József t. százados, PhD NKE KVI Iparbiztonsági Tanszék
a kiadvány szerkesztője

OKF képviselője a konferencián:

Dr. Gubicza József t. alezredes, PhD főosztályvezető BM OKF Oktatásszervezési
és Kiképzési Főosztály

MTA képviselője a konferencián:

Prof. Dr. Szépvölgyi János egyetemi tanár, igazgató, MTA Kémiai Kutatóközpont

A pályázatok bírálói:

Dr. habil. Grósz Zoltán ny. ezredes PhD, egyetemi docens NKE KVI igazgató-helyettes

Dr. Vass Gyula t. ezredes, PhD főosztályvezető BM OKF Veszélyes Üzemek Főosztály

Zsúri:

Prof. Dr. Solymosi József ny. ezredes, egyetemi tanár az NKE KVI Iparbiztonsági Tanszék vezetője – levezető elnök és zsűri elnöke

Dr. Pellérdi Rezső ny. alezredes, PhD, az NKE KVI Katasztrófavédelmi Műveleti Tanszék egyetemi docense – zsűri tagja MTA főtitkára nevében

Prof. Dr. Szépvölgyi János egyetemi tanár, igazgató, MTA Kémiai Kutatóközpont

Dr. Restás Ágoston ny. t. alezredes, PhD az NKE KVI Tűzvédelmi- és Mentésirányítási Tanszék vezetője - zsűritag BM OKF képviselőként

Dr. Kátai-Urbán Lajos t. alezredes, PhD NKE KVI Iparbiztonsági Tanszék - a konferencia szervezője és a kiadvány szerkesztője)

Pályázók:

Dr. Katona Tamás János, tudományos főmunkatárs Pécsi Tudományegyetem, Pollácz Mihály Műszaki Informatikai Kar

Ragács Nikoletta, NKE egyetemi hallgató

Prof. Dr. Szakál Béla főiskolai tanár, Szent István Egyetem, Ybl Miklós Építéstudományi Kar

Cimer Zsolt főiskolai adjunktus, Szent István Egyetem, Ybl Miklós Építéstudományi Kar

A kiadványt lektorálta:

Prof. Dr. Solymosi József ny. ezredes, egyetemi tanár

KIADJA:

NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM

1101 Budapest, Hungária krt. 9-11.

Budapest, 2012.

ISBN:

TARTALOMJEGYZÉK

Tartalomjegyzék	4
Napirend	5
Bevezetés	6
Dr. Katona Tamás János: A paksi atomerőmű földrengésbiztonsága a földrengésveszély újraértékelésétől a célzott biztonsági felülvizsgálatig c. pályázati anyag	7-24
Dr. Katona Tamás János: A paksi atomerőmű földrengésbiztonsága a földrengésveszély újraértékelésétől a célzott biztonsági felülvizsgálatig c. előadás	25-48
Ragács Nikoletta: A globális klímaváltozás humán egészségügyi aspektusai – különös tekintettel a járványügy kockázati tényezőire c. pályázati anyag	49-75
Ragács Nikoletta: A globális klímaváltozás humán egészségügyi aspektusai – különös tekintettel a járványügy kockázati tényezőire c. előadás	76-87
Szakál Béla, Cimer Zsolt: Problémák a robbanóanyagok tárolásából származó kockázatok elemzésében (Tanulmány) c. pályázati anyag	88-106
Szakál Béla, Cimer Zsolt: Problémák a robbanóanyagok tárolásából származó kockázatok elemzésében (Tanulmány) c. előadás	107-120
A konferenciáról megjelent sajtóanyag	121-122

NAPIREND

„Katasztrófavédelmi Díj” Tudományos Konferencia

A konferencia elnöke:

Dr. habil. Kovács Gábor r. ezredes egyetemi docens NKE oktatási rektor-helyettes

Levezető elnök:

Prof. Dr. Solymosi József ny. ezredes, NKE KVI Iparbiztonsági Tanszék vezetője

Időpont: 2012. október 10.

Helyszín: NKE Központ, 1101 Budapest, Hungária krt. 9-11. Zrínyi terem és előtere

Időpont	Napirendi pont
9 ⁰⁰ – 9 ¹⁵	Megnyitó NKE Dr. habil Kovács Gábor r. ezredes, egyetemi docens oktatási rektor-helyettes
9 ¹⁵ – 10 ¹⁵	A pályaművek bemutatása: <ul style="list-style-type: none">– Dr. Katona Tamás János: A Paksi Atomerőmű földrengésbiztonsága a földrengés-veszély újraértékelésétől a célzott biztonsági felülvizsgálatig– Ragács Nikoletta: A globális klímaváltozás humán egészségügyi aspektusai, különös tekintettel a járványügyi kockázati tényezőkre– Szakál Béla/Cimer Zsolt: Problémák a robbanóanyagok tárolásából származó kockázatok elemzésében (Tanulmány)
10 ¹⁵ – 10 ³⁰	Kávészünet (Zrínyi terem előtér)
10 ³⁰ – 11 ⁰⁰	A Zsűri zárt ülése, vezeti: Prof. Dr. Solymosi József ny. ezredes Tagjai: BM OKF által kijelölt 2 fő, MTA által kijelölt 2 fő
11 ⁰⁰ – 11 ¹⁵	A konferencia zárása Levezető elnök, zsűri elnöke
11 ¹⁵ – 12 ⁰⁰	Büféebéd (Zrínyi terem előtere)

BEVEZETŐ

a „Katasztrófavédelmi Díj” 2012.

A katasztrófavédelmi díj létrehozásáról szóló együttműködési megállapodást a négy alapító szervezet képviselőiben az MTA elnöke, a BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság vezetője, a Nemzeti Közszolgálati Egyetem rektora és a Somos Alapítvány alapítója 2012. július végén írta alá azzal a céllal, hogy a nemzeti értékeinket képező természeti és épített környezet megóvásában aktívan tevékenykedő és kiemelkedő eredményt elérő természetes és jogi személyek munkáját elismerje és támogassa.

A díj odaítélésével kapcsolatos eljárás lebonyolításáról a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katasztrófavédelmi Intézete gondoskodott.

A pályázatok értékelésére az NKE által 2012. október 10-én „Katasztrófavédelmi Díj 2012.” című Tudományos Konferencia keretében került sor.

A díj alapítói által kijelölt kuratórium döntése alapján a díjat Dr. Katona Tamás János a Pécsi Tudományegyetem, Pollack Mihály Műszaki Informatikai Kar tudományos főmunkatársának a „Paksi Atomerőmű földrengésbiztonsága a földrengés-veszély újraértékelésétől a célzott biztonsági felülvizsgálatig” című pályaműve nyerte.

Az alapítók a díjat a Magyar Tudományos Akadémia Tudomány Napi rendezvénysorozatának keretében 2012. november 3-án adják át.

Budapest, 2012. október 15.

Prof. Dr. Bleszity János ny. t.ú. vezérőrnagy, egyetemi tanár sk.
az NKE Katasztrófavédelmi Intézet igazgatója
a szervezőbizottság elnöke

PÁLYÁZATI ANYAG

Dr. Katona Tamás János

A paksi atomerőmű földrengésbiztonsága a földrengés-veszély
újraértékelésétől a célzott biztonsági felülvizsgálatig

Dr. Katona Tamás János

Kivonat: A biztonság alapvető feltétele a Paksi Atomerőmű üzemelésének és üzemidő hosszabbításának, s emiatt a biztonság folyamatos figyelem, ellenőrzés és szisztematikusan végzett javító intézkedések tárgya. A Paksi Atomerőművet nem tervezték földrengésre az egykori szabályozás hiányosságai és a telephely szeizmicitásának alábecslése okán. A nyolcvanas évek közepétől a földrengés-biztonság a változó követelmények és a telephely szeizmicitására vonatkozó új ismeretek miatt a biztonságnövelés egyik legfontosabb területévé vált. Megtörtént a telephely szeizmicitásának teljes körű felülvizsgálata és a tervezési alapba tartózkodó, 10^{-4} /év gyakoriságú földrengés jellemzőinek meghatározása. Ezt követően, közel egy évtizedes munka eredményeként megtörtént az erőmű földrengésállóságának ellenőrzése, az új tervezési alapnak megfelelő minősítése és megerősítése a korszerű normák szerint. Az elért biztonság szintjét valószínűségi biztonsági elemzés igazolja. Ez és a 2007-ben végzett időszakos biztonsági elemzés egyfelől igazolta a földrengés-biztonság megfelelő voltát a tervezési alap tekintetében, másfelől további vizsgálatokat, intézkedéseket határozott meg néhány, a tervezési alapot meghaladó jelenség, mint a talajfolyósodás vonatkozásában. 2011-ben a Célzott Biztonsági felülvizsgálat lényegében ugyanezen következtetésre jutott, újabb feladatokat a súlyos balesetek kezeléséhez szükséges infrastruktúra földrengés-biztonsági felülvizsgálata és megerősítése tekintetében hozott.

Kulcsszavak: földrengés-biztonság, telephely vizsgálat, földrengés megerősítések

Abstract: Safety is the basic condition of the operation and extension of the operational lifetime of the Paks Nuclear Power Plant. Therefore the safety is subject of continuous attention, control and upgrading measures. The Paks Nuclear power Plant was not designed for earthquakes, because of lack of proper regulation and underestimation of the site seismic hazard. The seismic safety became important safety upgrading task due to the changes in the regulation and new evidences regarding seismicity of the site. Afterward, a long-term project focusing on the assessment of the as built seismic safety, requalification and upgrading for the new design basis earthquake in accordance with state-of-the-art norms. The level of safety achieved as been evaluated via seismic probabilistic safety assessment. This safety assessment and the periodic safety review performed in 2007 justified the plant safety for the design base earthquake, and identified certain issues for further investigation and measures regarding beyond design base phenomena, like soil liquefaction. In 2011, the Targeted safety Reassessment resulted in the same conclusions, and identified certain review and upgrading tasks regarding seismic resistance of logistic facilities for severe accident management.

Keywords: seismic safety, site evaluation, seismic upgrading

1. BEVEZETÉS

Hazánk fejlődése szempontjából létfontosságú a kiszámítható, olcsó, megbízható és környezetkímélő villamosenergia-ellátás, ahogy azt a 2010-ben kidolgozott új, hosszú távú energia stratégia is rögzíti. A környezet- és klímavédelmi, gazdasági és ellátás-biztonsági célrendszert tekintve a nukleáris villamosenergia-termelésnek kedvező sajátosságai vannak (Katona, 2008; Katona, 2010a), ezért hazánk villamosenergia-ellátásának jelenleg és hosszú távon is meghatározó eleme a paksi atomerőmű üzemben tartása s a nukleáris villamosenergia-termelés fejlesztése. Az erőmű jelenlegi 2000MW villamos teljesítménye az ország beépített kapacitásának mintegy húsz százalékát képezi, de az igen magas rendelkezésre állás és teljesítmény-kihasználás miatt, a bruttó hazai termelés döntő hányadát – 2011-ben 43 %-át – adja. A paksi atomerőműnek elhanyagolhatóak a radiológiai környezeti hatásai, nem bocsát ki üvegházhatású gázokat, s bármilyen technológiával is helyettesítenénk, növekedne a teljes életciklus alatt megtermelt energiára vetített kibocsátás.

Az elmúlt harminc év tapasztalatai egyértelműen igazolták, hogy az atomerőmű biztonsága folyamatos kihívások és fejlesztés tárgya. A fejlődést inspirálja és kikényszeríti a társadalom fokozott figyelme és kritikai magatartása, ennek és a műszaki tudományos fejlődésnek, az üzemeltetési tapasztalatok visszacsatolásának köszönhetően a biztonsági követelmények szigorodása, a nem utolsó sorban a nagy katalizmákra – mint a TMI üzemzavar, a csernobili és a fukushimai katasztrófa – való szakszerű reagálás kényszere. A biztonság az atomerőmű létezési feltétele, ezért folyamatos figyelem tárgya és elsőbbsége van minden egyéb érdekhez képest. A paksi atomerőmű üzemideje alatt számos biztonságnövelő intézkedés történt, amelyekkel felszámoltuk az atomerőmű szisztematikus biztonsági elemzéseit és a nemzetközi követelmények, illetve tapasztalatok alapján feltárt hiányokat. Az átfogó biztonságnövelő program eredményeként a biztonság szintje a paksival egykorú atomerőművekét eléri, sőt meghaladja (Bajsz, Katona, 2002).

Jelen dolgozat tárgyát azon műszaki-tudományos eredmények képezik, amelyek a paksi atomerőmű földrengés-biztonságának megvalósítását szolgálták a telephely földrengés-veszélyeztetettségének nyolcvanas években elkezdett újraértékelésétől a Célzott Biztonsági Felülvizsgálat (CBF) 2011-ben történt végrehajtásával bezáróan. Ez volt a legnagyobb volumenű projekt a paksi atomerőműben végrehajtott biztonságnövelő intézkedések között.

2. A FÖLDRENGÉS-BIZTONSÁG PROBLÉMÁJA

A paksi atomerőmű telepítésekor a földrengés-veszélyt az MSK-64 skála szerint ötös intenzitásfokra becsülték, amihez szabvány szerint 0,012-0,025g maximális vízszintes gyorsulást rendeltek, s így – az akkori szovjet normáknak megfelelően – az atomerőművet nem tervezték földrengés hatásaira. A tervezési alap alábecslése nyilvánvalóvá vált a nyolcvanas években megváltozott követelmények és az akkor végzett geológiai, szeizmológiai vizsgálatok fényében. 1993-ban pedig kiderült, hogy a tervezés alapját képező biztonsági földrengés maximális vízszintes gyorsulás értéke (PGA) több mint tízszerese lehet a tervezéskor feltételezettnél. A biztonsági probléma tényfeltárási értékelését az paksi atomerőmű 1994-ben publikált első szisztematikus biztonsági elemzése adta meg (AGNES, 1994).

1993-ban a Paksi Atomerőmű Zrt. egy átfogó projektet indított (Katona, 1995a; Katona, Szepes, 1997; Katona, 1997a), amely a paksi atomerőmű legnagyobb volumenű, csaknem másfél évtizedig tartó biztonságnövelő projektje lett, s mind a mai napig megőrizte aktualitását. A projekt a nemzetközi gyakorlatban precedens nélküli volt, mivel egy földrengésre nem tervezett létesítményt kellett földrengésállóvá tenni, azaz mind jogi, mind pedig műszaki értelemben kezelni kellett azt, hogy az atomerőmű tervezési alapja megváltozott (Katona, 2001; Katona, 2003).

A projekt kidolgozásához és végrehajtásához olyan műszaki-tudományos irányításra volt szükség, amely meghatározta az egész projekt műszaki tartalmát, módszertanát, illetve elméleti és kísérleti munkákkal megalapozta azokat.

3. A FÖLDRENGÉS-BIZTONSÁG MEGVALÓSÍTÁSA

3.1. A FÖLDRENGÉS-BIZTONSÁG ALAPKÖVETELMÉNYEI

Az atomerőművek földrengésre való tervezése általánosan azt jelenti, hogy biztosítani kell, hogy a tervezési alapba tartozó, 10^{-4} /év gyakoriságú¹ földrengés alatt és után is megvalósuljanak az alapvető nukleáris biztonsági funkciók.

Gazdasági érdek fűződik ahhoz, hogy biztosítsuk e stratégiai fontosságú létesítmény üzemeltethetőségét a gyakoribb, de a biztonságra nem ható rengések után.

A földrengésre történő tervezés témakörének áttekintését lásd (Bús, Győri, Katona, 2006) a telephely-vizsgálati aspektusokat pedig (Katona, 2006a) munkákban.

3.2. A FÖLDRENGÉS-BIZTONSÁGI PROJEKT

A földrengés-biztonság megvalósításáért a jogi és a műszaki-gazdasági felelősséget a Paksi Atomerőmű Rt. viselte². A Paksi Atomerőmű Rt. dolgozta ki a földrengés-biztonság megvalósításának koncepcióját és a projekt tervét, amelyet a nukleáris biztonsági hatóság 1993-ban az RE-1103 számú határozatával jóváhagyott.

A projekt az alábbi fő feladatokat ölelte fel:

- (1) a paksi telephelyre a földrengés-veszély újraértékelését, a biztonsági földrengés jellemzőinek meghatározását, a telephely geotechnikai vizsgálatát, a talajfolyósodás elemzését;
- (2) a földrengés-biztonság koncepciójának meghatározását;
- (3) a biztonságos leállítási és hőelvonási technológiájának kidolgozását, valamint a földrengés-biztonsági szempontból létfontosságú szerkezetek, rendszerek és berendezések jegyzékének elkészítését;

¹ A nukleáris biztonsági követelmények szigorát jellemzi, hogy – míg az EUROCODE8 által előírt, a tervezésnél figyelembe veendő földrengés visszatérési ideje 475 év – az atomerőmű esetében a biztonsági földrengés visszatérési ideje minimum 10000 év.

² A földrengés-biztonsági projektnek nem volt fővállalkozója. A projekt komplexitása és előzmény nélkülsége, műszaki újdonsága ellenére a műszaki irányítást a Paksi Atomerőmű Rt. végezte, jóllehet igen sok nagynevű cég közreműködött a projekt megvalósításában.

- (4) földrengés esetén követendő üzemeltetői eljárások kidolgozását és bevezetését, szeizmikus műszerezés telepítését;
- (5) a megkövetel biztonsági funkciók megvalósításához szükséges szerkezetek, rendszerek és komponensek földrengésállóságának értékelése;
- (6) a földrengésállóság növelését szolgáló megerősítések és minősítések megtervezését és megvalósítását,
- (7) a projekt eredményeként elért földrengésbiztonságot a valószínűségi biztonsági elemzés módszerével értékelni kellett, s az ebből eredő intézkedéseket is meg kellett tenni.

A projekt-terv biztosította projekt-feladatok adekvát voltát, teljességét, nemzetközi auditálhatóságát, ezek végrehajtható, vállalkozásba adható részfeladatokra bontását, ütemezését, s a vállalkozásba adott feladatok tartalmi és módszertani illeszkedését (IBJ, 1996; IBJ, 1999; Katona, 1997a).

Történetileg több fázisa volt a projektnek:

- | | |
|-----------------|--|
| 1986 – 1993 | a probléma felismerésének és a felkészülés időszaka, mialatt zajlottak a telephely szeizmicitása körüli tudományos viták, s elkezdődött a földrengésállóságának előzetes vizsgálata; |
| 1993-1995 | a biztonsági földrengés telephely-specifikus jellemzőinek meghatározása, előtanulmányok a megerősíthetőségre, dinamikai kísérletek, a gyorsan megvalósítható megerősítések végrehajtása; |
| 1995-1997 | a telephely vizsgálat befejezése, a biztonsági funkciók megvalósítására szolgáló technológia kidolgozása a biztonsági földrengésre, a vizsgálat terjedelmének, a minősítések, megerősítések módszertanának végleges meghatározása; |
| 1997 – 2002 | dinamikai számítások, szilárdsági ellenőrzés a végleges, 0,25 g PGA inputra, a megerősítések koncepciójának kiválasztása, a megerősítések tervezése és kivitelezése, a minősítések végrehajtása; |
| 2002 | a biztonság valószínűségi módszerrel történő értékelése (földrengés PSA), s az ebből eredő intézkedések végrehajtása; |
| 2007 | az Időszakos Biztonsági Felülvizsgálat végrehajtása, a további vizsgálatokat igénylő területek (talajfolyósodás) meghatározása; |
| 2011-napjainkig | a CBF a tervezési alapon túli helyzetek vizsgálata és a kezelésükhöz szükséges intézkedések meghatározása. |

A projekt megvalósításának több mint másfél évtizede alatt négy alkalommal kellett értékelni az atomerőmű földrengés-biztonságát: 1993-1995-ben az AGNES projekt keretében, 1996-1999 között, majd 2007-ben újból az atomerőmű időszakos biztonsági felülvizsgálat keretében (IBJ, 1996; IBJ, 1999; IBJ, 2007), majd legutóbb a CBF keretében (OAH, 2011).

3.3. A TELEPHELY SZEIZMICITÁSA, A BIZTONSÁGI FÖLDRENGÉS JELLEMZŐI

A projekt alapvető feladata – a vezetésem alatt folyó projekt keretében – telephelyi földrengésveszély vizsgálata volt, ez képezte minden későbbi vizsgálat inputját. A munkának több szakasza volt:

- a nyolcvanas években szovjet szakemberek determinisztikus módszerrel 0,17 g értéket becsültek a biztonsági földrengésre;
- a kilencvenes évek elején végzett első valószínűségi földrengés veszély-elemzés, amely eredményeként 1993-ban a 10-4/év meghaladási valószínűségű rengéshez 0,35 g maximális vízszintes gyorsulást rendeltek;
- 1993-1996 közötti szakasz, amikor részletes geológiai, geofizikai, szeizmológiai és geotechnikai vizsgálatokkal kiegészítettük a telephelyre vonatkozó ismereteket és az ekkor elvégzett veszély-elemzés a 10-4/év meghaladási valószínűségű rengéshez 0,25 g maximális vízszintes gyorsulást rendelt;
- az 1999 utáni időszak, amikor a teljes veszélyeztetettségi görbét – beleértve a talajfolyósodás veszélyének görbéjét is – meghatározták a földrengés-biztonság valószínűségi értékeléséhez, a földrengés PSA-hoz.

A telephely szeizmitásának értékelése igen összetett s csaknem tízéves program volt. A geológiai, geofizikai, szeizmológiai vizsgálatokat hazai kutatók és intézmények végezték (Marosi, Meskó, 1997). A földrengés-veszély értékelése az Európai Unió egy PHARE projektjének és a Nemzetközi Atomenergia Ügynökségnek (NAÜ) támogatásával, jeles külföldi szakemberek bevonásával történt (Arup, 1995). Az értékelés valószínűségi módszerrel történt a Pannon-medence szeizmotektonikai jellegzetességei miatt, a módszer leírását lásd például a (Tóth, Győri, Katona, 2008) közleményben.

A biztonsági földrengés maximális szabadfelszíni gyorsulására 0,25 g adódott. A maximális függőleges gyorsulás értéke 0,2g. A telephelyi szeizmitás újraértékelése, a maximális méretezési földrengés jellemzőinek és a talajfolyósodás lehetőségének értékelése, valamint a talaj-épület kölcsönhatás számítás miatt, szükség volt a talajmechanikai vizsgálatok újbóli elvégzésére. A talajfolyósodás valószínűségi alapú értékelése szerint a 10-20 m mélység közötti réteg hajlamos folyósodásra, de ennek visszatérési periódusa 10000 évnél kisebb, így ez tervezésen túli eseménynek számít, lásd például (Tóth, Győri, Katona, 2002).

A telephely mikroszeizmikus monitorozása jelenleg is folyik, s a telephely földrengés-veszélyeztetettsége rendszeres felülvizsgálat tárgya, amit legutóbb a 2007 évi időszakos biztonsági felülvizsgálat keretében végeztünk el. Ennek, illetve a Célzott Biztonsági Felülvizsgálat egyik fontos következtetése volt, hogy a talajfolyósodás veszélyét tovább kell vizsgálni, amelyre korszerű metodika készült (Győri et al, 2012). Az erről szóló publikációt a Magyar Geofizikusok Egyesülete 2012-ben Meskó Attila díjjal ismert el.

3.4. MEGALAPOZÓ VIZSGÁLATOK A FÖLDRENGÉS-BIZTONSÁG UTÓLAGOS MEGVALÓSÍTÁSÁHOZ

A paksi atomerőmű földrengés-biztonságát illetően két koncepcionális kérdés volt, amelyek helyes megválaszolása a biztonsági cél elérését és a megvalósíthatóságot egyaránt biztosította:

1. Meg kellett határozni az alapvető biztonsági funkciók megvalósításának – azaz a reaktor leállításának, lehűtésének, hűtve tartásának, s az aktivitás visszatartásának – módját a tervezés alapjába tartozó, s biztonsági határeseménynek számító földrengés esetére;
2. Meg kellett határozni a felülvizsgálat, a minősítés és a megerősítések módszertanát.

A technológia kiválasztása kijelölte a projekt terjedelmét, azaz azokat a rendszereket és az őket befogadó épületeket, amelyek működőképességét, illetve épségét biztosítani kell a 10^{-4} /év gyakoriságú földrengés esetére. A két koncepcionális kérdés megválaszolása egyben a lehetséges műszaki megoldási koncepciók közötti választást, döntéseket igényelt, melyek alapját széleskörű kutató munka képezte, így:

- 1) Kísérleteket végeztünk az üzemi háttér-rezgést, mint gerjesztést kihasználva, illetve az üzembe helyezés során végzett rezgésdiagnosztikai méréseket feldolgozva elvégeztük a reaktor és primerkör kísérleti modál-analízisét (Katona, Rátkai, Turi, 1989).
- 2) Az egész erőművet gerjesztő, a szakmai gyakorlatban meglehetősen egyedülálló robbantásos gerjesztéssel kísérleti modál-analízist végeztünk a főépület és egyes komponensek rezonancia frekvenciái és a lengésalakjai meghatározására (Katona et al, 1992).
- 3) Megállapítottuk, hogy a primerkör jelentős gerjesztést fog kapni a főépület mozgása által, amelyet viszkózus lengéscsillapítókkal korlátozva a megerősítés megoldható. A megállapításokat messzemenően megerősítették a robbantásos gerjesztéssel végzett mérések és a részletes számítások, mint (Halbritter et al, 1993a; Halbritter et al, 1993b; Katona et al, 1993; Katona et al, 1997).
- 4) A kísérleti eredményeket összehasonlítottuk az előzetes dinamikai számítások eredményével (Katona et al, 1992; Halbritter et al, 1993a és Halbritter et al, 1993b, Katona et al, 1993, Katona et al, 1997). A kísérletekkel validáltuk a főépület és a primerkör dinamikai válaszána számítására kidolgozott számítási modellt és módszert. A módszertani és modellezési változatokra próbaszámításokat végeztünk, például a földalatti csővezetékekre (Krutzik et al, 1998). Módszertani fejlesztéseket végeztünk a főépület számítására (Katona et al, 1995), s a talaj-épület kölcsönhatás számítására is (Halbritter et al, 1998).
- 5) Valószínűségi és determinisztikus módszerekkel megbecsültük a különböző technológiai és módszertani verziók műszaki-gazdasági következményeit (IBJ, 1996; IBJ, 1999);
- 6) A leginkább megfelelő megerősítési megoldás kiválasztásához numerikus kísérleteket végeztünk (Katona et al, 1994a);
- 7) Számításos elemzési módszer célszerűségét igazoltuk az irányítástechnikai keretek esetében (Katona, Kennerknecht, Henkel, 1995).
- 8) Kísérletileg megvizsgáltuk az analitikusan nehezen kezelhető kisnyomású üzembiztonsági zónahűtő rendszer (ZÜHR) tartályát. Ez a munka japán ösztöndíj keretében Tsukubában, a National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention rázóasztalán folyt (Katona, 1997b).
- 9) Megvizsgáltuk és igazoltuk a működő atomerőművek felülvizsgálatára kifejlesztett módszerek alkalmazhatóságát, illetve az alkalmazás korlátait a paksi atomerőmű földrengés-állóságának

minősítése terén.

- 10) Feltártuk és értékeltük a szinergiákat a földrengésállóság növelése és más biztonságnövelő intézkedések között, mint például az üzemi rezgéscsökkentés (Katona et al, 1994b; Katona et al, 1994c), melynek tapasztalatait is felhasználva döntöttünk a viszkózus csillapítók alkalmazásáról.

A fent felsorolt kutatásokat illetve eredményeik hasznosulását az alábbiakban, a két koncepcionális kérdést megválaszolva, bemutatom.

3.5. A BIZTONSÁGI FUNKCIÓK MEGVALÓSÍTÁSÁNAK TECHNOLÓGIÁJA

Az első koncepcionális kérdés középpontjában az állt, milyen technológiával valósítjuk meg a reaktor lehűtését és a leállított reaktorból a remanens hő folyamatos elvitelét. Biztosítani kellett ezáltal, hogy a biztonsági földrengés következtében a dolgozók sugárterhelése ne haladja meg a magyar szabályozásban meghatározott dóziskorlátokat, és hogy a lakosság legveszélyeztetettebb csoportjának sugárterhelésének nagysága ne tegye szükségessé a magyar szabályozás által előírt védelmi intézkedéseket.

A koncepcionális kérdés megválaszolásával tulajdonképpen kijelöltük azokat a rendszereket, amelyeket kötelezően meg kell erősíteni, illetve működőképességüket igazolni kell a biztonsági földrengésre. A technológia meghatározása, kiválasztása komplex, rendszerszintű döntést igényelt, amelyet több oldalról is kutatási munka, tudományos eredmények támasztottak alá (Katona, Rátkai, Turi, 1989; Katona et al, 1992, Katona et al, 1993, Katona et al, 1994a).

Az alapvető biztonsági funkciók megvalósítására két konkurens technológiai változat létezett. A külső szakértők a Skoda és a VVER főkonstruktor, az OKB Hidropressz által javasolt megoldás szerint a reaktor hosszú távú hűtését az átalakított kisnyomású zóna üzemzavari hűtőrendszer hőcserélőivel kellett volna megvalósítani. Ez és a blokkonként száznál több gyors működésű, gyorsulás-szint túllépésre automatikusan záró hátrányosan hatottak volna a zónasérülés gyakoriságára minden egyéb, nem földrengés alatti állapotban.

Az általunk javasolt s megvalósított koncepció lényege az volt, hogy a lehűtés és a tartós hőelvitel történjen a normál lehűtő rendszer segítségével. Ezt lehetővé tette a főépületi megerősítések műszaki megoldásainak vizsgálata és optimalizálása (Katona, Hajmási, 1999; Hajmási, Katona, Kovács, 2000; Katona Hajmási, 2000a; Katona, Hajmási, 2000b), miáltal a turbinacsarnokban lévő rendszerek használhatóvá váltak a földrengés utáni hőelvonáshoz. Bizonyítható volt azt is, hogy ez nem jár plusz ráfordítással, mivel a technológiai rendszerelemek, különösen a gépésztechnológiai rendszerek nagy része relatíve jelentős beépített kapacitással rendelkeznek, így azok megerősítése várhatóan mérsékelt ráfordításokkal megoldható (IBJ, 1996; IBJ, 1999; Katona, 1997a). A komponensek sérülékenységének eloszlása később elméleti értelmezést is kapott (Katona, 2010b).

Az alapvető biztonsági funkciók biztosítása mellett a földrengés-biztonság másik, fontos kérdése az üzemeltetői teendők és biztonságos továbbüzemelés feltételeinek meghatározása földrengés esetén és azt követően. Az eredeti elképzelések szerint földrengés esetén egy, igen alacsony gyorsulás-szint meghaladására beállított automatikus védelem leállította volna a reaktort.

A nemzetközi gyakorlat azt mutatta, hogy – eltekintve a kifejezetten földrengés-veszélyes területektől, mint Kalifornia, vagy Japán – az automatikus reaktor leállítás hátrányos, mivel a rendszer nem kívánt / hibás működése kockázat-növekedéssel jár, illetve hátrányos a kis földrengések esetén is, amikor a biztonság szempontjából a folyamatos működésnek nem lenne akadálya, s mégis kiiktatjuk ezt a stratégiai kapacitást. E kérdéskört a NAÜ RER/9/035 Project keretében vizsgáltuk meg. A paksi atomerőműre kidolgozott javaslat szerint a kármentesség kritériumául a kumulált abszolút sebességre és válaszspektrum-amplitúdóra vonatkozó határértékeket (EPRI, 1988) adaptáltuk. Ennek módszertanát taglalja (Katona, 1995b).

A koncepciót az RE-1728 határozattal a hatóság jóváhagyta. A koncepció alapján kidolgozott technológiát, Földrengés-biztonsági Technológiai Átalakítások néven Paksi Atomerőmű Zrt. 2570-1089/99 sz. beadványában nyújtotta be a hatóságnak, amire az OAH RE-2384 határozatában adta meg az elvi átalakítási engedélyt. A technológia alkalmazásának próbáját a hatóság a földrengés-biztonsági projektet véglegesen lezáró a RE-3647. sz. határozatban ismerte el.

Az automatikus leállítás előnyeit-hátrányait a fukushimai katasztrófa tapasztalatai alapján felülvizsgáltuk, illetve további elemzését előirányoztuk. A nemzetközi reakciók alapján ma az látható, hogy a moderált vagy alacsony szeizmicitású telephelyeken működő erőművek esetében nem térnek át az automatikus reaktor leállításra.

3.6. A FELÜLVIZSGÁLAT, MINŐSÍTÉS MÓDSZERTANÁNAK MEGHATÁROZÁSA

Az alapvető biztonsági funkciók megvalósításának igazolásául szolgáló felülvizsgálat és minősítés módszertanát – a megvalósíthatóság érdekében – a biztonsági relevanciának megfelelően, differenciáltan határoztuk meg. Eszerint:

- 1) szabványos módszert alkalmaztunk
 - a) az összes osztályba sorolt épület esetében,
 - b) az 1. és 2. biztonsági osztályba sorolt, illetve a 2. földrengés-biztonsági osztályba sorolt gépészeti rendszerelemek esetében;
- 2) szeizmikus határterhelhetőség elemzést (EPRI, 1991) végeztük az összes 3. földrengés-biztonsági osztályba sorolt gépészeti rendszerem esetében.

A működőképesség minősítését az alábbiak szerint végeztük:

- empirikus minősítő módszert (EPRI, 1992) alkalmaztunk minden esetben, amikor ezt igazoltan megtehettük,
- szabványos tesztelési módszert alkalmaztunk, ha az empirikus módszer nem volt alkalmazható, illetve az új berendezések esetében.

A differenciált metodikát például az épületek modellezése és vizsgálati tekintetében a (Katona et al, 1995) közlemény és a (Katona, 2006b) könyvfejezet ismerteti.

4. A FÖLDRENGÉS-BIZTONSÁGI MEGERŐSÍTÉSEK

A könnyen megvalósítható, legsürgősebb megerősítések még egy előzetes felülbecsült földrengés inputra 1994-1995-ben megtörténtek. A megerősítések mennyiségi jellemzőit az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat. A gyorsan megvalósítható megerősítések mennyiségi jellemzői

a tételek száma összesen, ebből	5507
gépészeti berendezés	202
villamos berendezés	465
kábelcsatorna	2498
irányítástechnikai szekrények, állványok	2061
téglafalak	281
beépített acélszerkezet mennyisége	445 t
akkumulátorok cseréje	teljes körű

A megerősítések kiegészítő tartókkal és/vagy viszkózus lengéscsillapítókkal (lásd az 1. ábrát) történtek.



1. ábra. Viszkózus lengéscsillapítók a gőzfejlesztők alatt

A primerkör megerősítésének koncepciójának kiválasztásának alapját a már említett dinamikai kísérletek és (Halbritter et al, 1993b; Katona et al, 1994a; Katona et al, 1999) elemzések képezték.

Az üzemi épületek, különösen a főépület vizsgálatáról és megerősítéséről több, részletes beszámoló készült (Katona, Hajmási, 1999; Katona Hajmási, 2000a; Katona, Hajmási, 2000b; Hajmási, Katona, Kovács, 2000; Györgyi, Katona Lenkei, 2002; Katona, 2006b). A csarnokok hosszirányú tengelyeiben a megerősítés az ott meglévő függőleges síkú rácsos hosszkötések és féktartók jelentős kiegészítéseként, többlet rácsos merevítések beépítésével történt. Keresztirányban a gépház azon szakaszán, ahol a gépház a hosszirányú villamos galéria épületrészéhez, majd azon keresztül a reaktortömbhöz kapcsolódik a keresztirányú, vízszintes erők felvétele a lokalizációs toronyhoz, illetve a lokalizációs tornyok között utólag elhelyezett külső acél rácsos hídszerkezethez való kikötéssel történik, amelyet a 2. ábrán láthatunk.



2. ábra. Hídszerkezet a lokalizációs tornyok között

A technológia és az épületek megerősítésének kivitelezése 1998-ban kezdődött, s 2002 végéig befejeződött. A munkavégzés döntően üzem közben történt. Jelenleg, a 2007. évi Időszakos Biztonsági Felülvizsgálat által kijelölt feladatok, az egyes rendszerek, mint a földrengés-jelző műszerezés felújítása, illetve a CBF-ben elhatározott feladatok folynak, jelezve, hogy a biztonság örök figyelmet igénylő kérdés.

A 2. táblázat tartalmazza a megerősítések fő mennyiségi jellemzőit, amelyből megítélhető a projekt rendkívüli volumene.

2. táblázat. A földrengés-biztonsági megerősítések főbb mennyiségi jellemzői

Minősítés és megerősítés	A beépített mennyiség
A primerkör nagyenergiájú csővezetékei és berendezései	250 megerősítés
A főépületi csarnokok (reaktor, turbina) megerősítése	1360 t acélszerkezet
Tartószerkezetek a reaktorépületben, a lokalizációs toronyban	300 t acélszerkezet
A primerkör más csővezetékei és berendezései	760 megerősítés
Biztonsági osztályba sorolt csővezetékek és berendezések a szekunder körben, megerősítések és turbina csarnoki acél tartószerkezetek megerősítése	160 t acélszerkezet
Biztonsági osztályba sorolt csővezetékek a primerkörön kívül	1500 megerősítés
Egyéb osztályba sorolt csővezeték és berendezés	80 megerősítés
A valószínűségi biztonsági elemzés (földrengés PSA) eredményeként meghatározott intézkedések	például a csomópontok megerősítése

5. A FÖLDRENGÉS-BIZTONSÁG ÉRTÉKELÉSE

A megerősítések által elért biztonságot értékelni, számszerűsíteni kell. Ennek eszköze a földrengés valószínűségi biztonsági elemzés, a földrengés PSA. A paksi atomerőműben a 2002-ben befejezett biztonságnövelő program eredményeként a zónaolvadási gyakoriság 10^{-5} /év nagyságrendűre csökkent, s a biztonság szintje ma az azonos korú nyugati blokkoknak megfelel. A földrengés okozta zónaolvadási gyakoriság is 5×10^{-5} /év nagyságrendű, a földrengés PSA nyomán meghatározott kiegészítő megerősítések figyelembevételére esetén. A földrengés PSA alkalmazását a Paksi Atomerőmű földrengés-biztonságának értékelésére a (Katona, Bareith, 1999) és (Elter J, 2006) munkák mutatják be. A földrengés-biztonsági program keretében megerősített, s az alapvető biztonsági funkciókat teljesítő rendszerek elegendő biztonsági tartalékokkal rendelkeznek arra az esetre is, ha a tervezési alapot némileg meghaladó esemény következne be.

Az elért biztonság szintjének megfelelő voltát a tervezési alpra vonatkozó követelmények tekintetében a NAÜ felülvizsgálati missziói, az Időszakos Biztonsági Felülvizsgálat és legutóbb a Célzott Biztonsági Felülvizsgálat (OAH, 2011) és az azt követő nemzetközi ellenőrzés megfelelőnek találta, elismerte.

Teendőket a CBF keretében a tervezési alapon túli esetekre, a tervezési alapon túli hibamódok következményeinek vizsgálata terén, és a balesetkezelés logisztikai eszközeinek vizsgálata és esetleges megerősítése terén határoztunk meg. A technológiát tekintve ilyen a talajfolyósodás veszélyének és következményeinek további vizsgálata, amelyre közreműködéssel már elkészült egy korszerű metodika (Győri et al, 2012), továbbá a turbina hűtővíz vezeték (nem biztonsági rendszer) törésének vizsgálata arra a tervezési alapon túli esetre, ha a hűtővíz szivattyú földrengés után még üzemben maradna, valamint az egészségügyi épület károsodásának kezelése, ha az nem a várt módon következne be.

A baleset-elhárítás logisztikai eszközeit tekintve pedig folyik a védett vezetési pont, a tűzoltóság épülete és az egészségügyi épület földrengés-állóságának felülvizsgálata.

6. AZ EREDMÉNYEK NEMZETKÖZI HASZNOSULÁSA

A NAÜ, a VVER típusú atomerőművek földrengés-biztonsága tárgyában, tizenöt ország részvételével folyó, koordinált kutatási programjának alapjaként kezelte a paksi atomerőműben folyó vizsgálatokat (NAÜ, 2000). A paksi atomerőmű példája adta a VVER-440/213 típus referencia-adatait a többi, mint például a Bochnicei V2, felülvizsgálatához. A hazai tudományos program részét képezte az OECD Nuclear Energy Agency tárgyi programjainak is, (Katona, 2001) és a (Tóth, Györgyi, Katona, 2008). A paksi atomerőmű földrengés-biztonsági projektjének tudományos eredményei és tapasztalatai hasznosultak a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség tárgyra vonatkozó előírásainak kidolgozásánál lásd például az IAEA-TECDOC-724, IAEA-TECDOC-1176, IAEA Safety Reports Series No. 28 dokumentumokat (NAÜ, 1993; 2000; 2003).

7. A KUTATÓ MUNKA ÚJ TERÜLETEI A CBF UTÁN

Jelenleg, világszerte a fukushimai katasztrófát követő felülvizsgálatok rövidtávú feladatai vannak előtérben, de ezekkel együtt megindultak a fundamentális kutatások is a természeti veszélyek elemzése terén épp úgy, mint a biztonság értékelése, a védelem és a következmény kezelés fejlesztése terén.

A földrengés-biztonsági elemzések eredményét jelentős bizonytalanságok terhelik, amelyek elméleti aspektusainak vizsgálva javaslatot tettem a bizonytalanságok kezelésére a korszerű valószínűség elméletek alkalmazásával, illetve a sérülékenység kumulált abszolút sebesség függvényében történő leírásával (Katona, 2010b; 2010c, 2011, 2012a, 2012b). Ez a kutatások, illetve ezek folytatása kapcsolódik a NAÜ által szervezett nemzetközi kutatási kooperációhoz (International Seismic Safety Center – ISSC, 2010) is.

8. ÖSSZEFOGLALÁS

Kidolgoztam a paksi atomerőmű földrengés-biztonsága felülvizsgálatának és megvalósításának koncepcióját, a biztonságnövelő projekt tervét. Meghatároztam az alapvető biztonsági funkciók megvalósításához szükséges technológia koncepcióját, s az üzemzavar elhárítási eljárás, a földrengés-jelzés, illetve műszerezésnek alapjait.

Meghatároztam a felülvizsgálat, a minősítés és a megerősítések módszertanának rendszerét. Igazoltam a módszertan kiválasztásának megfelelőségét az irányításom alatt, illetve a részvételemmel folyó, robbantásos kísérletekkel, tesztekkel, próbaszámításokkal és numerikus kísérletekkel.

A fentiek alapján a földrengés-biztonsági projekt keretében megvalósult a paksi atomerőmű megerősítése és minősítése a tervezés alapját képező biztonsági földrengésre, amelyet a nemzetközi felülvizsgálatok, az időszakos biztonsági felülvizsgálatok és a Célzott Biztonsági Felülvizsgálat is megfelelőnek minősített. Ugyanakkor a CBF kijelölte azokat a vizsgálati területeket, amelyeken a tervezési alapot meghaladó hibamódokat, illetve a baleset-elhárítás feltételeit javítani kell. Ezekben a területeken is már értékelhető eredményeim születtek.

A földrengés-biztonság elméleti aspektusait tekintve, a valószínűségi biztonsági elemzésekkel összefüggésben a szerkezetek sérülékenységének új módszerekkel történő leírására tettem javaslatot, és megadtam a kumulált abszolút sebesség mint kár-indikátor értelmezését. Hozzájárultam a nemzetközi nukleáris biztonsági követelmények kifejlesztéséhez.

9. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozom vezetőimnek és kollégáimnak a Paksi Atomerőmű Zrt.-nél azért, hogy tudományos tevékenységemet jóindulattal és támogatólag kezelték, sőt több kollégám igen hasznos személyes hozzájárulással is segítette. Köszönettel tartozom azoknak a szakértőknek, vállalkozóknak, kül- és belföldieknek egyaránt, akik végrehajtoként részt vettek a földrengés-biztonsági és az üzemidő hosszabbítási projektek munkáiban azért, hogy engem együtt alkotó kollégaként kezeltek.

10. HIVATKOZÁSOK

- AGNES Jelentés (1994), A Paksi Atomerőmű biztonságának újraértékelésére szolgáló AGNES projekt fő következtetései. KFKI AEKI, 1994. október.
- Arup (1995), VVER 440-213 Seismic Hazard Re-evaluation, PHARE Project No.:4.2.1, Ove Arup, Contract No 94-06000
- Bajsz J., Katona T. (2002) Achievements and challenges of Paks NPP, International Conference Nuclear Energy for New Europe, Kranjska Gora, Slovenia, September 9-12, 2002
- Bus Z., Győri E., Katona T. J. (2006) Nukleáris létesítmények földrengésbiztonsága. A földrengéssel kapcsolatos nemzetközi szakirodalom feldolgozása és javaslatétel az NBSZ kötetek átdolgozására és a kiadandó útmutatókra, Georisk Kft, 2006
- Elter J. (2006), Insights from the seismic probabilistic safety analysis of Paks Nuclear Power Plant, in Reliability, Safety and Hazard: Advances in Risk-informed Technology, Editor: P.V. Varde, 2006, pp. 381–387.
- EPRI (1991) A Methodology for Assessment of Nuclear Power Plant Seismic Margin (Revision 1) report NP-6041-M, Rev.1 EPRI, Palo Alto, 1991
- EPRI (1992) Generic Implementation Procedure for Seismic Verification of Nuclear Power Plant Equipment, Rev. 2, SQUG, 1992.
- EPRI (1988) Criterion for determining Exceedance of the Operating Basis Earthquake, EPRI NP-5930, July 1988
- Györgyi J, Katona T., Lenkei P (2002) Szerkezeti és modellezési problémák a Paksi Atomerőmű földrengésbiztonsága értékelése és megerősítése során. Magyarország földrengésbiztonsága. Tudományos konferencia. , Győr, 2002. november 05.
- Győri E., Tóth L., Gráczer Z., Katona T. (2012), Liquefaction and Post-Liquefaction Settlement Assessment — A Probabilistic Approach, Acta Geod. Geoph. Hung., Vol. 46(3), pp. 347–369 (2011), DOI: 10.1556/AGeod.46.2011.3.6

- Hajmási P., Katona T., Kovács P. (2000), A Paksi Atomerőmű főépületének földrengésállósági megerősítése. In: Tartók 2000: VI. Magyar Tartószerkezeti Konferencia. Budapest, pp. 196-213.(ISBN:963-420-640-9)
- Halbritter A, Katona T., Krutzik NJ, Turi L (1993a) Dynamic Response of VVER-440/213 PAKS Nuclear Power Plant to Seismic Loading Conditions and Verification of Results by Natural Scale Experiments. In: Proceedings of the SMiRT-12 Conference Seminar No. 16 on Upgrading of Existing NPPs with 440 and 1000 MW VVER type Pressurized Water Reactors for Severe External Loading Conditions. Vienna, Austria, 1993.08.23-08.25. Vienna: IAEA, pp. 534-568.
- Halbritter A, Katona T., Krutzik NJ, Ratkai S (1993b) Structural Dynamic Response of the Primary System of the VVER-440/213 PAKS NPP due to Seismic Loading Conditions. In: Proceedings of the SMiRT-12 Conference Seminar No. 16 on Upgrading of Existing NPPs with 440 and 1000 MW VVER type Pressurized Water Reactors for Severe External Loading Conditions. Vienna, Ausztria, 1993.08.23-08.25. Vienna: IAEA, pp. 569-582.
- Halbritter AL, Krutzik NJ, Boyadjiev Z, Katona T. (1998), Dynamic analysis of VVER type nuclear power plants using different procedures for consideration of soil-structure interaction effects. NUCLEAR ENGINEERING AND DESIGN 182:(1) pp. 73-92. (1998)
- IBJ (1996), Paksi Atomerőmű 1-2. blokk Időszakos Biztonsági Jelentés, Paksi Atomerőmű Zrt Paks, 1995-1996. Katona T által írt 1.1.5. és 3.4.6.fejezetek
- IBJ (1999), Paksi Atomerőmű 3-4. blokk Időszakos Biztonsági Jelentés, Paksi Atomerőmű Zrt Paks, 1998-1999, Katona T által írt 1.1.5., 2.2.4. és 3.3.6 fejezetek, illetve 2-3. melléklet
- IBJ (2007), Paksi Atomerőmű 1-4. blokk Időszakos Biztonsági Jelentés, Paksi Atomerőmű Zrt Paks, 2007; ebben Burján T, Katona T, Papp S, 3.3.6.V számú vizsgálati jelentés, A földrengés-tűrés minősítésének felülvizsgálata
- ISSC (2010) International Atomic Energy Agency, International Seismic Safety Center, <http://www-ns.iaea.org/tech-areas/seismic-safety/>
- Katona T., Ratkai S.,Turi L. (1989), Predvaritelnie issledovaniya seismostoykosti na AES Paks, ENERGIEMASHINOSTROENIE 8: (Avgust, 1989) pp. 35-36., Moskva, UDK 699.841.002.5
- Katona T., Turi L., Halbritter A., Krutzik NJ. (1992), Experimental and Analytical Investigation of PAKS NPP Buildings Structures. In: Proceedings of the Tenth World Conference on Earthquake Engineering. Madrid, Spanyolország, 1992.07.19-1992.07.24. Rotterdam: A.A.Balkema, pp. 1609-1618.
- Katona T., Ratkai S., Turi L., Halbritter AL., Krutzik NJ. (1993), Dynamic Analysis of VVER-440 Nuclear Power Plant for Seismic Loading Conditions at PAKS. In: 12th International Conference on Structural Mechanics in Reactor Technology (SMiRT-12). Stuttgart, Németország, 1993.08.15-1993.08.20. Elsevier - North-Holland, pp. 229-234. Paper K08/4.
- Katona T., Ratkai S., Halbritter AL., Krutzik NJ., Schütz W. (1994a), Requalification of the dynamic behavior of the primary system of the VVER-440/213 at PAKS. In: Proceedings 10th European

- Conference on Earthquake Engineering. Vienna, Austria, 1994.08.28-1994.09.02. Rotterdam: Balkema, pp. 2839-2845.(ISBN:90-5410-528-3
- Katona T., Ratkai S., Delinic K., Zeitner W. (1994b), Reduction of operational vibration and seismic design of the feed-water piping system of the VVER-440/213 at Paks. In: 10th European Conference on Earthquake Engineering. Vienna, Ausztria, 1994.08.28-1994.09.02. Rotterdam: A.A.Balkema, pp. 2847-2852.
- Katona T., Ratkai S., Zeitner W., Richter G., Delinic K., Reinsch KH. (1994c), Reduktion der Betriebsschwingungen der Speisewasserleitung des KKW Paks. In: 20th MPA Seminar: Vol. 1-2. Stuttgart, Németország, 1994.10.06-1994.10.07.
- Katona T. (1995a), A Paksi Atomerőmű földrengésbiztonsága. ENERGIAGAZDÁLKODÁS XXXVI:(2) pp. 43-46. (1995)
- Katona T. (1995b), Description of the ASTS at NPP Paks. In: Advisability of an Automatic Seismic Trip System (ASTS) in Nuclear Power Plants, : RER/9/035, IAEA, Vienna, Austria, (1995), pp. 64-78.
- Katona T., Ratkai S., Halbritter A., Krutzik NJ., Schütz W. (1995), Time versus frequency domain calculation of the main building complex of the VVER 440/213 NPP PAKS. In: Riera JD (szerk.), Transactions of the 13th international conference on structural mechanics in reactor technology (SMiRT-13). Porto Alegre, Brazília, 1995.08.13-1995.08.18., pp. 187-192. Paper K032.
- Katona T., Kennerknecht H., Henkel F.O. (1995b), Earthquake design of switchgear cabinets of the VVER-440/213 at Paks. In: Riera J D (szerk.), Transactions of the 13th international conference on structural mechanics in reactor technology (SMiRT-13). Porto Alegre, Brazília, 1995.08.13-1995.08.18. pp. 435-440. Paper K073.
- Katona T., Szepes K. (1997), Seismic assessment and upgrading of the Paks nuclear power plant. SCIENCE AND TECHNOLOGY IN HUNGARY HU ISSN1215-489X: pp. 32-36.
- Katona T. (1997a), Seismic assessment and upgrading of PAKS nuclear power plant. SMiRT-14 Post Conference Seminar No. 16, Vienna, Ausztria, 1997.08.25-1997.08.27. In: Seismic Evaluation of Existing Nuclear Facilities: IAEA-TECDOC-1202, Vienna. 2001, ISSN 1011-4289, pp. 9-17
- Katona T. (1997b), Analysis of the Dynamic Behaviour of the Low-Pressure Emergency Core Cooling System Tank at Paks NPP. SMiRT-14 Post Conference Seminar No. 16, Vienna, Ausztria, 1997.08.25-1997.08.27. In: Seismic Evaluation of Existing Nuclear Facilities: IAEA-TECDOC-1202, Vienna. 2001, ISSN 1011-4289, pp. 305-321
- Katona T, Ratkai S, Halbritter A, Krutzik NJ, Schütz W (1997) Verification of dynamic characteristics and response results of the VVER-440/213 main building complex Paks based on latest blast experiments. In: Transactions of the 14th International Conference on Structural Mechanics in Reactor Technology (SMiRT 14). Lyon, Franciaország, 1997.08.17-1997.08.22. pp. 583-590. Paper KW2/8.
- Katona T, Papp S, Ratkai S, Halbritter A, Krutzik NJ, Schütz W (1999) Dynamic Analysis and Seismic Upgradings of the Reactor Cooling Systems of the VVER-440/213 PAKS 1-4. In: 15th

- International Conference on Structural Mechanics in Reactor Technology (SMiRT 14). Seoul, Dél-Korea, 1999.08.15-08.20. Paper K11/3.
- Katona T, Hajmási P (1999) A Paksi Atomerőmű földrengésbiztonsági programja és a reaktor (üzemi) főépület földrengésállósági megerősítése : I. rész., MAGYAR ÉPÍTŐIPAR 11-12: pp. 346-350.
- Katona T, Bareith A, (1999), Seismic Safety Evaluation and Enhancement, at The Paks Nuclear Power Plant. In: Proceedings of the OECD/NEA Workshop on Seismic Risk: NEA/CSNI/R(99)28. Tokyo, Japán, 1999.08.10-08.12. Paris: Nuclear Energy Agency, Paper III-3.
- Katona T, Hajmási P (2000a) A Paksi Atomerőmű földrengésbiztonsági programja és a reaktor (üzemi) főépületének földrengésállósági megerősítése : II. rész. MAGYAR ÉPÍTŐIPAR 1-2: pp. 39-43.
- Katona T, Hajmási P (2000b) A Paksi Atomerőmű földrengésbiztonsági programja és a reaktor (üzemi) főépület földrengésállósági megerősítése : III. rész. MAGYAR ÉPÍTŐIPAR 3-4: pp. 106-113.
- Katona T (2001) Seismic Safety Evaluation and Enhancement at the Paks Nuclear Power Plant. In: Workshop on the seismic re-evaluation of all nuclear facilities: workshop proceedings. Ispra, Olaszország, 2001.03.26-2001.03.27.
- Katona T. J. (2003) Seismic upgrading of Paks NPP, International Symposium on Seismic Evaluation of Existing Nuclear Facilities, IAEA, Vienna, 2003. Paper IAEA-CN-106/51.
- Katona T. (2006a) Nukleáris létesítmények telephely kiválasztására és vizsgálatára vonatkozó differenciált követelmények. SOM SYSTEM KFT. (2006)
- Katona T. J. (2006b) A Paksi Atomerőmű biztonságának szerkezet-dinamikai aspektusai. In: Györgyi J (szerk.) Szerkezetek dinamikája. Budapest: Műegyetemi Kiadó, 2006. pp. 375-392. (ISBN:963-420-868-1)
- Katona T. J. (2008) A nukleáris energia szerepe a fenntartható fejlődésben, Nukleon 17: 1-11
- Katona T. J. (2010a) Nuclear power generation as a reasonable option for energy strategies (Chapter 1). In: Tsvetkov P (szerk.) Nuclear Power. Rijeka: SCIYO, 2010. pp. 1-15. (ISBN:978-953-307-110-7)
- Katona T. J. (2010b) Options for the treatment of uncertainty in seismic probabilistic safety assessment of nuclear power plants. POLLACK PERIODICA 5:(1) pp. 121-136.
- Katona T. J. (2010c), Új elvi lehetőségek a földrengés PSA bizonytalanságának kezelésében. NUKLEON május:(3. évf.) Paper 63.
- Katona T. J. (2011), Interpretation of the physical meaning of the cumulative absolute velocity. POLLACK PERIODICA Volume 6, Number 1/April 2011, pp 99-106.
- Katona T.J. (2012a) Modeling of fatigue-type seismic damage for nuclear power plants, Elsevier, Computational Materials Science 64 (2012) 22–24,
- Katona T.J. (2012b) Modelling of Fatigue-Type Seismic Damage for Nuclear Power Plants, Open Journal of Safety Science and Technology, 2012, 2, 41-46, doi:10.4236/ojsst.2012.22006 Published Online June 2012 (<http://www.SciRP.org/journal/ojsst>)

- Krutzik NJ, Schutz W, Boyadjiev Z, Katona T (1998) Dynamic analysis of VVER type nuclear power plants using different procedures for consideration of soil-structure interaction effects. NUCLEAR ENGINEERING AND DESIGN 182:(1) pp. 73-92.
- Marosi S, Meskó A (1997) A Paksi Atomerőmű Földrengésbiztonsága, szerkesztette: Marosi Sándor és Meskó Attila, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1997.
- NAÜ (1993) Probabilistic Safety Assessment for Seismic Events. IAEA, Vienna, 1993. IAEA- TECDOC-724. ISSN 1011-4289. Printed by the IAEA in Austria. October 1993
- NAÜ (2000) Benchmark Study for the Seismic Analysis and Testing of WWER Type NPPs. IAEA-TECDOC-1176, 31 October 2000
- NAÜ (2003) Seismic Evaluation of Existing Nuclear Power Plants, IAEA Safety Reports Series No. 28, International Atomic Energy Agency, Vienna, 2003
- OAH (2011), Nemzeti Jelentés a Paksi Atomerőmű Célzott Biztonsági Felülvizsgálatáról, OAH, Budapest, 2011. december 29.
- Tóth L, Győri E, Katona T (2002) A felszíni laza rétegsor hatása a földrengés okozta gyorsulásokra, Magyarország Földrengéskockázata, Győr
- Tóth L, Győri E, Katona T (2008) Current Hungarian Practice of Seismic Hazard Assessment. In: OECD NEA CSNI Workshop on Recent Findings and Developments in Probabilistic Seismic Hazards Analysis (PSHA) Methodologies and Applications. Lyon, Franciaország, 2008.04.07-2008.04.09. OECD NEA, pp. 313-344. Paper NEA/CSNI/R(2009)1.

ELŐADÁS

DR. KATONA TAMÁS JÁNOS

A paksi atomerőmű földrengésbiztonsága a földrengés-veszély
újraértékelésétől a célzott biztonsági felülvizsgálatig

Dr. Katona Tamás János

A Paksi Atomerőmű földrengés-biztonsága

a földrengés-veszély újraértékelésétől a
célzott biztonsági felülvizsgálatig

A Paksi Atomerőmű földrengés- biztonsága

A Paksi Atomerőmű az ország villamosenergia-termelő kapacitásának 20%-át képviseli, de a rendkívül magas rendelkezésre állásának és a legalacsonyabb önköltségének köszönhetően az ország termelésének 43% adja.

A biztonság az üzemeltethetőség elementáris feltétele!

- A paksi atomerőművet nem tervezték és nem készítették fel a földrengések hatásaira.
 - Az erőművet meg kellett erősíteni, minősíteni kellett, és fel kellett készíteni a 10^{-4} /év gyakoriságú rengések biztonságos elviselésére.
- Előadásomban bemutatom,
- miként valósítottuk meg e stratégiai célt, s
 - milyen műszaki-tudományos eredményekkel szolgáltam e cél elérését

Mikor biztonságos az atomerőmű?

Ha az alapvető biztonsági funkciók, úgymint

- a reaktivitás szabályozása, reaktor leállítása és szubkritikus állapotban tartása, a pihentető medence szubkritikus állapotban tartása,
- a reaktorban, pihentető medencében keletkező hő elvonása,
- a radioaktív anyagok környezetbe jutásának megakadályozása vagy korlátozása

megvalósíthatók figyelembe véve

- ✓ a létesítmény telephelyével és annak környezetével kapcsolatos és természeti eredetű veszélyeket;
- ✓ szándékos, de nem célzottan a létesítmény ellen irányuló vagy szándékolatlan telephelyi és telephelyen kívüli emberi tevékenységek következményeként meglévő veszélyeket;
- ✓ a létesítmény üzemeltetéséből, ill. a rendszereinek, rendszerlemeinek véletlenszerű hibájából ered;
- ✓ (a szándékos/ellenséges emberi akciókból eredő veszélyeket).

10/17/2012

3

A külső veszélyek

tervezési inputját képezik, vagy azért mert posztuláljuk, vagy azért, mert a tervezési alap valószínűségi intervallumába esik

- ✓ szélsőséges szél, hőmérséklet, csapadék hatásait,
- ✓ árvíz (beleértve a felvízi mű meghibásodását is) és aszályt,
- ✓ villámcsapást,
- ✓ szélsőséges víz-hőmérsékleteket, jegesedést,
- ✓ földrendést

szűrési szint

10^{-4} /év, vagy a teljes élettartam alatt 0,005 valószínűséggel lehet csak nagyobb esemény, EUROCODE 8: 0,1

- ✓ repülőgép rázuhanást, repülő tárgyak becsapódását,
- ✓ telephelyhez közeli szállítási és ipari balesetek,
- ✓ a külső villamos hálózat/rendszer összeomlását,
- ✓ veszélyt jelentő, telephelyen belüli tevékenységet

szűrési szint

10^{-7} /év

10/17/2012

4

Földrengés-biztonsági program – mérőföldkövek

Konceptcionális kérdések, amelyek helyes megválaszolása előfeltétele volt a biztonsági cél elérésének



1. Milyen megrázottságot kell a tervezés alapjaként figyelembe venni? A 10^{-4} /év gyakoriságú földrengés jellemzése.

2. Milyen rendszerekkel, technológiával tudjuk megvalósítani az alapvető biztonsági funkciókat – azaz a reaktor leállítását, lehűtését, hűtve tartását, s az aktivitás visszatartását – a 10^{-4} /év gyakoriságú földrengés esetére;

3. Milyen módszerekkel lehet elvégezni a felülvizsgálatot, a minősítést és a megerősítést, különös tekintettel arra, hogy egy földrengés hatásaira nem tervezett erőművet kellett, lényegében a tervezési alap követelményei szerint „újratervezni”

10/17/2012

5

A működő atomerőmű körülményeit figyelembe véve a földrengés-biztonság növelése megvalósíthatóságának feltétele

A MÓDSZERTAN HELYES MEGVÁLASZTÁSA

„A tigris előbb gondolatban kell elejteni – a többi csak pusztán formalitás” *Konfuciusz*

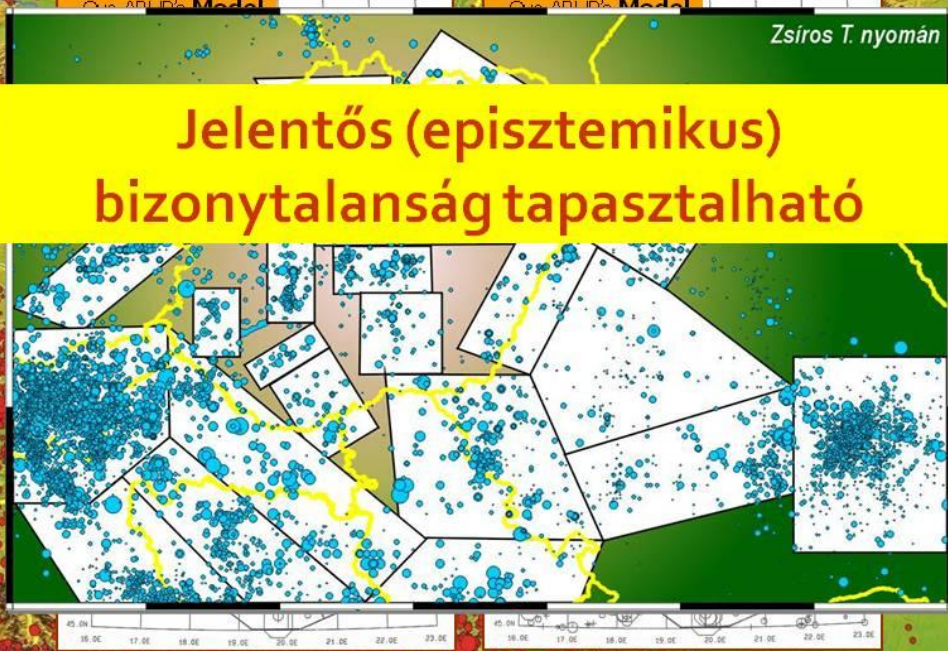
“Ha csak módszereket tanulsz meg, a módszereknek a foglya leszel, míg ha elveket sajátítasz el, akkor saját magad gondolhatod ki a módszereidet.”

Ralph Waldo Emerson

10/17/2012

6

A források azonosítása

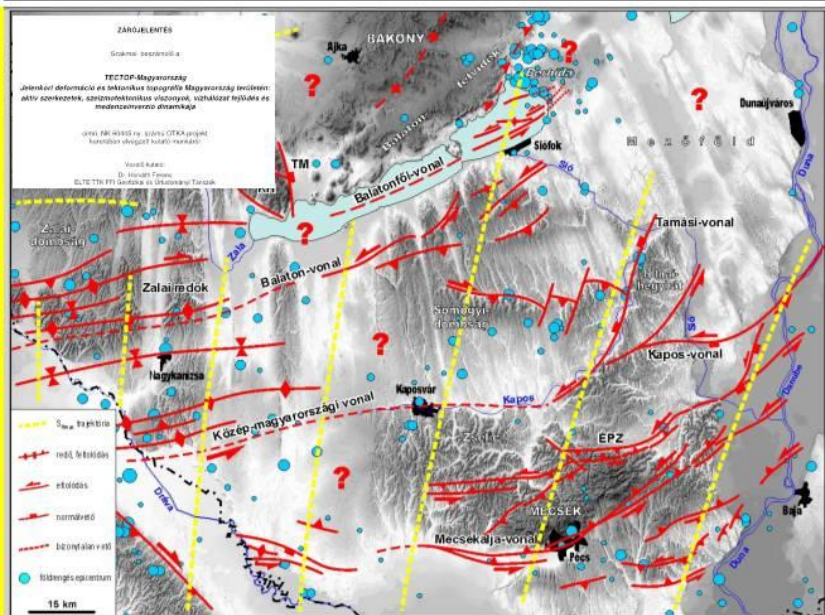


1. probléma

10/17/2012

A tervezés alapját képező rengés meghatározásának módja (10-4/év)

Minél kevesebb az adat, s minél kisebb valószínűségű eseményt kell jellemezni, annál nagyobb a bizonytalanság és annál több éretelmezés lehetséges.



Aktív szerkezetek

1. tétel: „Amíg az ellenkezőjét be nem bizonyítjuk, minden elmélet helyes lehet”

ELSŐ ELV

Ha nem lehet az értelmezések sokféleségét kizárni evidenciák alapján, akkor olyan módszert kell találni, amely módot ad ezek figyelembe vételére.

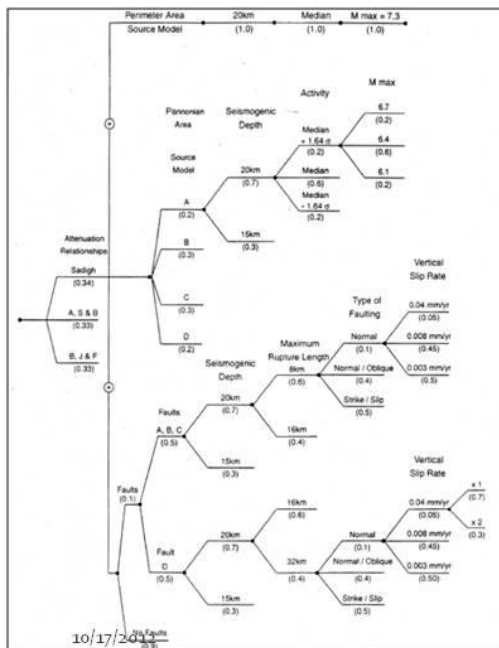
ELSŐ STRATÉGIAI DÖNTÉS

Valószínűségi földrengés-veszély elemzést kell alkalmazni

10/17/2012

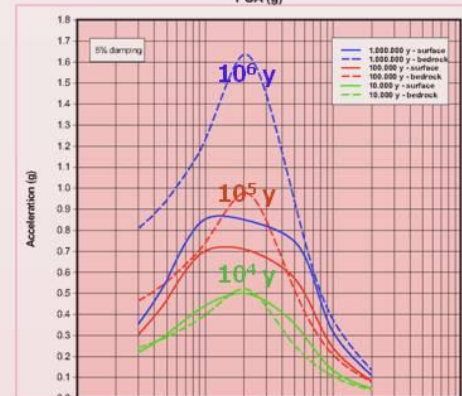
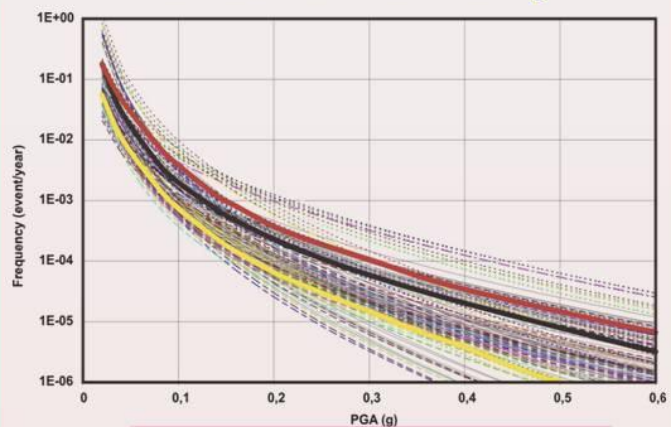
9

Logikai fa – a nézetek, elméletek integrálása



10/17/2012

és az eredmény



10

Van-e capable fault (felszínre kifutó permanens elvetődést okozni képes aktív szerkezet)?

MITTEKINTÜNKANNAK?



10/17/2012

MIÉRT KIZÁRÓ KÖRÜLMÉNY?

Mert ilyen hatásra nem tudunk biztonságosan tervezni.



11

2. probléma

Miként valósítsuk meg, milyen koncepció szerint az alapvető biztonsági funkciókat (reaktor leállítási, hűtés és visszatartás)

Mi függ ettől?

1. Milyen szerkezetek épségét és milyen rendszerek működőképességét kell biztosítani.
2. A feladatok volumene, s a megvalósíthatóság.
3. Meghatározza azt az eljárást és műszerezést, ami szerint az operator tevékenykedik földrengés esetén.

- Szisztematikusan minősítsük az erőművet, vagy
- csak a funkcióhoz szükséges legkisebb területet, egy minimális konfigurációt, amelyet biztonsági rendszerek eléggé drasztikus átalakításával teszünk e feladatra alkalmassá?

Az előbbi választása eltér a nemzetközi gyakorlattól, de biztosítja, hogy formálisan és műszaki értelemben is teljesítsük a tervezési alapra vonatkozó követelményeket, bár látszólag nagyobb ráfordításokkal.

10/17/2012

12

2. tétel: „A szokványos csak egy viszonyítási pont”

MÁSODIK ELV

El lehet térni a szokványos koncepcióktól, s a „bevált” módszerektől, ha az egy teljesebb megoldást kínál.

Elvek, amelyek a fenti alapelv érvényesülését segítik:

- meg kell alapozni a „bátorságot”, s itt „nincs praktikusabb dolog, mint egy jó elmélet”,
- fel kell ismerni a szinergiákat.

MÁSODIK STRATÉGIAI DÖNTÉS

Az erőmű egészét, azaz a biztonsági funkcióval rendelkező rendszerek mindegyikét a vizsgálat és megerősítés tárgyává kell tenni, s nem csak a minimális konfigurációt, így azokat a rendszereket alkalmazhatjuk földrengés esetén is, amelyeket az egyéb üzemzavari helyzetekben, esetleg minimális átalakításokkal.

Ez új megközelítésnek számított a nemzetközi gyakorlathoz képest, de így teljesítettük az új tervezési alakra vonatkozó követelményeket. (Katona, 1995a, 1997)

10/17/2012

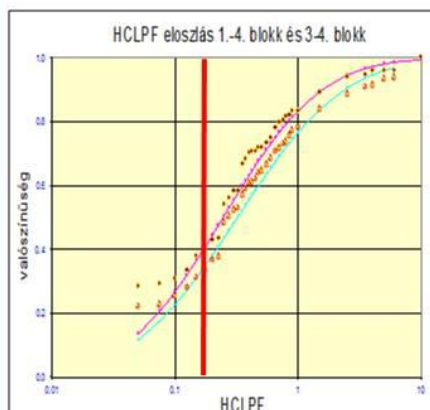
13

A biztonsági koncepció

Mennyivel több csővezeték és komponens megerősítésével kell számolni?

- ◆ Ha a lehűtő rendszert alkalmazzuk, mint egyéb esetben, akkor több csővezeték és komponens kell megerősíteni, mint a minimál-konfiguráció választása esetén.
- ◆ Vajon mennyivel többet? „Nincs praktikusabb dolog, mint egy jó elmélet.”
Segített a centrális határeloszlás tétel.

Hogyan értékelhető a nagyszámú csővezeték szakasz szeizmikus kapacitása és megerősíthetősége?



Ha a csővezeték szakaszok szeizmikus teherbíró képessége (a HCLPF) véletlen tényezők szorzataként képzelhető el, akkor annak logaritmus véletlen változók összege, amelyek elegendő nagyszámú s tetszőleges eloszlású változó esetén lognormális eloszlást mutatnak.

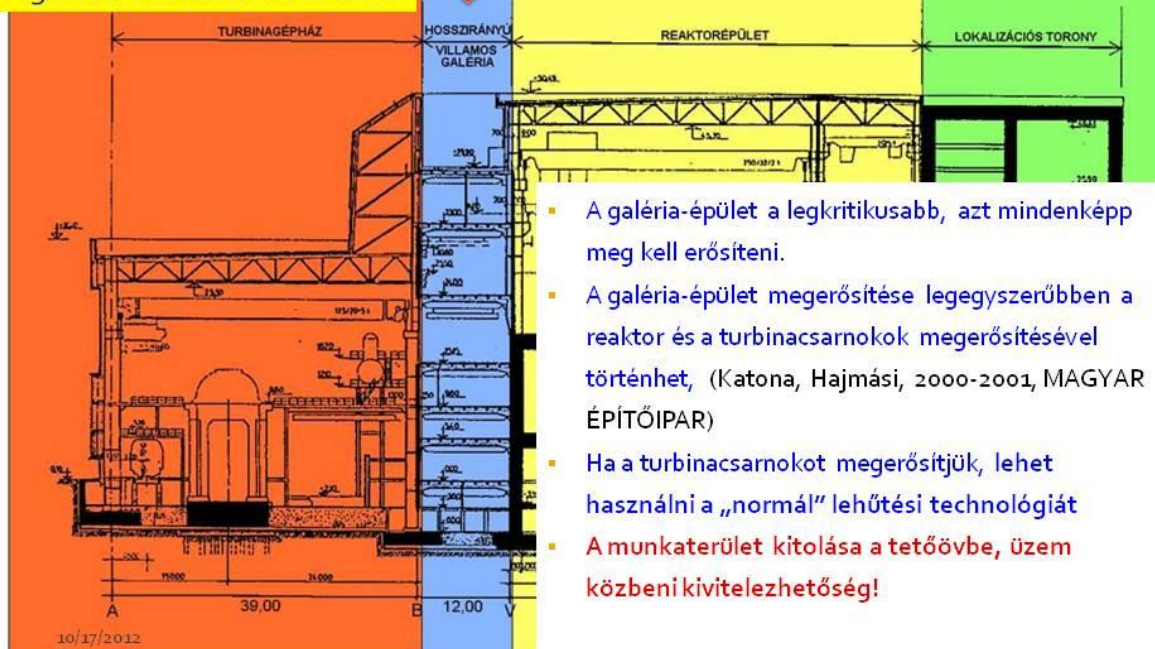
a csővezeték szakaszok zöme alig igényelt megerősítést

10/17/2012

14

A szinergia az épület megerősítés és a technológia koncepciójának megválasztása között

A galéria a kritikus szerkezet



3. probléma

Milyen módszertant alkalmazunk a földrengésállóság felülvizsgálatára és az újraminősítésre?

Mi függ ettől?

1. A számítási-elemzési munka volumene, költsége.
2. Az aktív, illetve a villamos és irányítástechnikai rendszer elemek minősítése.
3. A tervezési munka volumene.
4. A megerősítések kivitelezhetősége.
5. A folyamatos üzemeltethetőség.

Tekintettel arra, hogy a Paksi Atomerőművet nem tervezték, minősítették földrengésre, gyakorlatilag egyfajta újratervezést kellett megvalósítani, még hozzá egy jelentős földrengésre.

Ez példa nélküli feladat volt.

Haa feladatot rosszul értelmezzük, akkor az óriási mérnöki munkavolumenhez, s egy üzemelő atomerőműben ésszerű keretek között kivitelezhetetlen megerősítésekhez vezethetett volna.

3. tétel: „Ágyúval nem lövünk verébre”

HARMADIK ELV

Az atomerőműben elsődleges a biztonság.
A rendszerek, szerelemek biztonsági relevanciája szabja meg, milyen eljárást, mennyire konzervatív módszereket kell alkalmazni.
Ez a biztonság szerinti fokozatosság elve.

HARAMADIK STRATÉGIAI DÖNTÉS

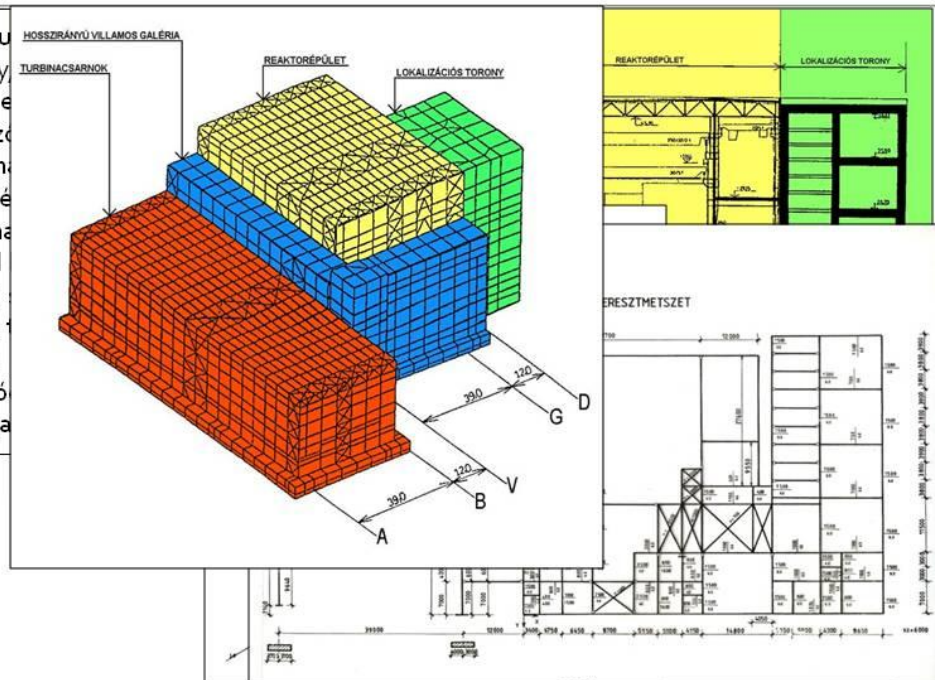
A biztonság szerint gradált módszereket kell alkalmazni a felülvizsgálat és az újraminősítés során, s ennek megfelelő voltát igazolni kell.
(Katona, 1995a, 1997)

10/17/2012

17

A főépület vizsgálatának módszertana

A tesztek és a numerikus elemzések alapján döntöttünk úgy, hogy az egymástól igen eltérő mechanikai jellemzőkkel rendelkező, s egymástól független konténmentet, galériákat, reaktor- és a turbinaházakat egy modellben kell vizsgálni a főépület dinamikai viselkedéséről, illetve a frekvencia tartományban célszerű végezni a választékos spektrum módszerrel.
(Katona et al, 1995a)



10/17/2012

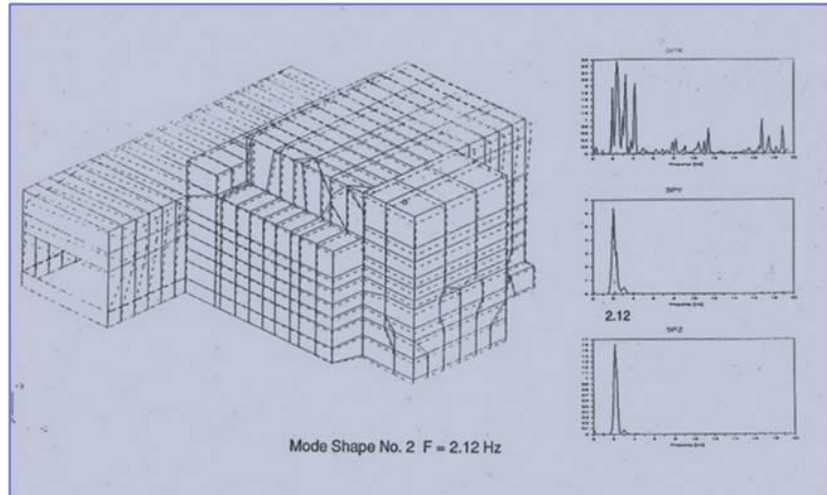
18

Az igazolás

Kísérleti modálanalízis robbantásos gerjesztéssel

Egyedülálló, az egész erőművet gerjesztő robbantásos kísérleti modálanalízist végeztünk.

A rezonancia frekvenciákat és a lengésalakokat összehasonlítottam az előzetes dinamikai számítások eredményével a model és a számítási feltételezések hitelesítése céljából.



(Katona et al 1992; Katona et al, 1993; Halbritter et al, 1993a; Katona et al, 1997).

10/17/2012

19

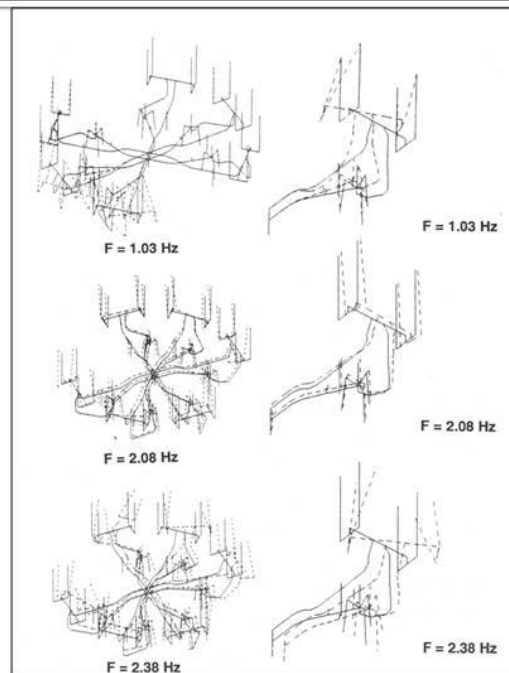
A primerkör vizsgálatának módszertana

Már az előkészítés igen korai szakaszában az üzemi háttér-gerjesztést kihasználva vizsgáltuk a primerkör dinamikai tulajdonságait (Katona, Turi, Rátkai, 1989).

(szinergia: diagnosztikai célú lengéstani vizsgálatok felhasználása)

A tesztek és a numerikus vizsgálatok alapján született meg a döntés, hogy a fővízkör esetében a dinamikai számítás csatolt modellel történjen, s [a főépület speciális modelljébe építettük be a reaktort és a primerkört, amit igen alapos előzetes vizsgálatok indokoltak](#) (Halbritter, 1993b; Katona et al, 1994a).

Később ezt továbbvíve: Numerikus kísérleteket alkalmaztam (Katona et al, 1994a; Halbritter et al, 1993b; Katona et al, 1999) a megerősítések módjára vonatkozó döntés megalapozására.



10/17/2012

20

Az eredmény

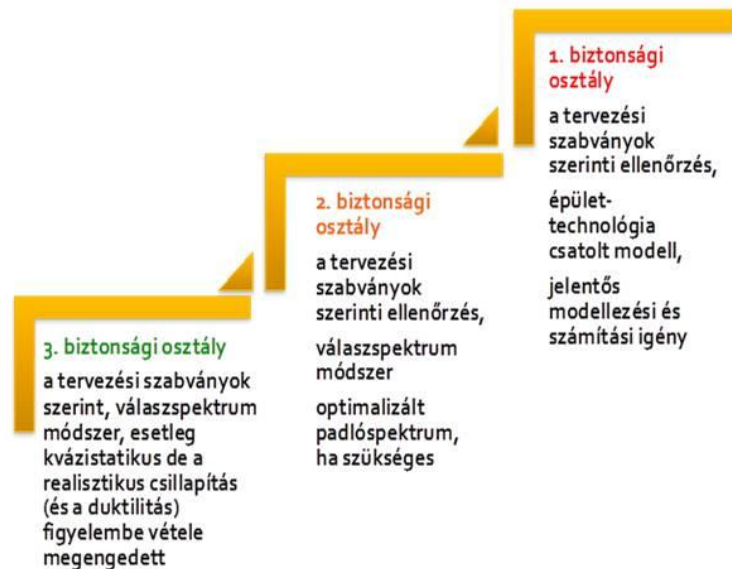
A biztonság szerinti fokozatosság elvére épülő, a tervezési alap követelményeit teljesítő, s megvalósítható elemzési módszer

Mit jelent a a biztonság szerinti fokozatosság elvének alkalmazása?

- ◆ A MODELLEZÉS (pl. csatolt épület-technológia modell, talaj-épület kölcsönhatás modellezése),
- ◆ A SZÁMÍTÁS-IGÉNYESSÉG (pl. megoldás a frekvencia-térben, válaszspektrum analízis),
- ◆ A CSILLAPÍTÁS ÉS A DUKTILITÁS FIGYELEMBEVÉTELE

ILLESZKEDIK A BIZTONSÁGI OSZTÁLYHOZ.

10/17/2012



21

Az eredmény

A biztonság szerinti fokozatosság elvére épülő, a tervezési alap követelményeit teljesítő, s megvalósítható elemzési módszer

ASME Class	1. szeizmikus osztály – működőképesség	2. szeizmikus osztály – szerkezeti integritás, tömörség	3. szeizmikus osztály - a kölcsönhatás szerint
Class 1	Nincs aktív elem ebben a kategóriában	dinamikai elemzés; csatolt épület-primerkör modell, dinamikai számítás az idő vagy frekvencia tartományban, szabványos ellenőrzés	Nincs ilyen elem
Class 2	<i>A nyomáshatároló rész Class 2. A rendszerelem működőképességének minősítése empirikus módszerekkel</i>	dinamikai elemzés vagy konzervatív padlóspektrumokat felhasználó egyszerűsített konzervatív értékelés, optimalizált padlóspektrumok	dinamikai elemzés vagy egyszerűsített konzervatív értékelés; optimalizált padlóspektrumok, CDFM alkalmazható
Class 3	<i>A nyomáshatároló rész Class 3. A rendszerelem működőképességének minősítése empirikus módszerekkel</i>	dinamikai elemzés vagy konzervatív padlóspektrumokat felhasználó egyszerűsített konzervatív értékelés, optimalizált padlóspektrumok, CDFM alkalmazható	dinamikai elemzés vagy egyszerűsített konzervatív értékelés; optimalizált padlóspektrumok, CDFM alkalmazható

10/17/2012

22

A végeredmény

Mindenki tudja, hogy bizonyos dolgokat nem lehet megvalósítani, mígnem jön valaki, aki erről nem tud, és megvalósítja.
Albert Einstein

Egy olyan atomerőművet tudunk lényegében a tervezési követelmények szerint megerősíteni, minősíteni és felkészíteni, amelyet eredetileg földrengésre nem terveztek.

Ez igen komoly előnyt jelentett a Célzott Biztonsági Felülvizsgálat során, hiszen ott a tervezési alapon túli képességeket kellett igazolni.

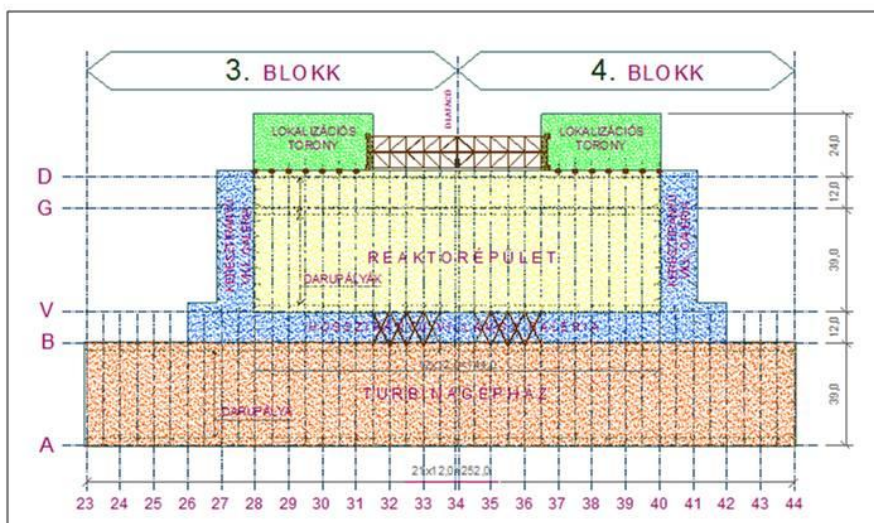
Minősítés és megerősítés	A beépített mennyiség
A primerkör nagyenergiájú csővezetékei és berendezései	250 megerősítés
A főépületi csarnokok (reaktor, turbina) megerősítése	1360 t acélszerkezet
Tartószerkezetek a reaktorépületben a lokalizációs toronyban	300 t acélszerkezet
A primerkör más csővezetékei és berendezései	760 megerősítés
Biztonsági osztályba sorolt csővezetékek és berendezések a szekunder körben, megerősítések és turbina csarnoki acél tartószerkezetek megerősítése	160 t acélszerkezet
Biztonsági osztályba sorolt csővezetékek a primerkörön kívül	1500 megerősítés
Egyéb osztályba sorolt csővezetékek és berendezés	80 megerősítés
A valószínűségi biztonsági elemzés (földrengés PSA) eredményeként meghatározott intézkedések	például a csomópontok megerősítése

10/17/2012

23

A főépület megerősítése

keresztirányú megerősítés: teherlevezetés a lokortornyokra



10/17/2012

24

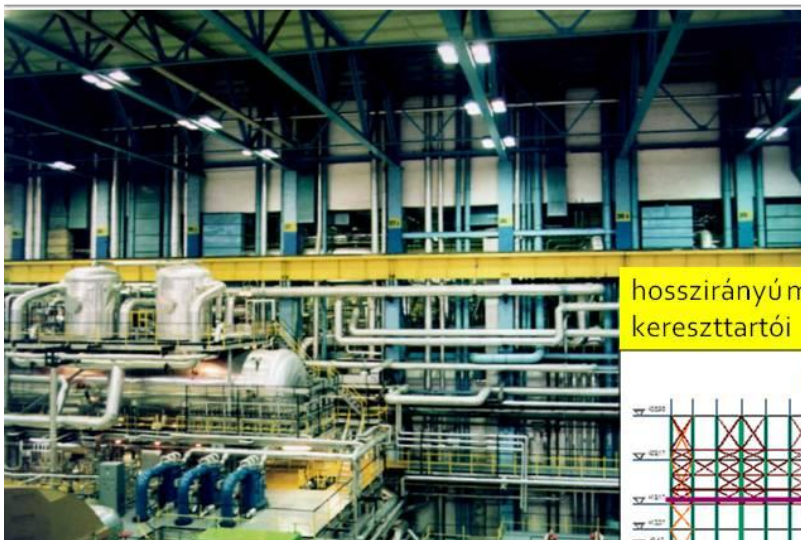
A főépület megerősítése



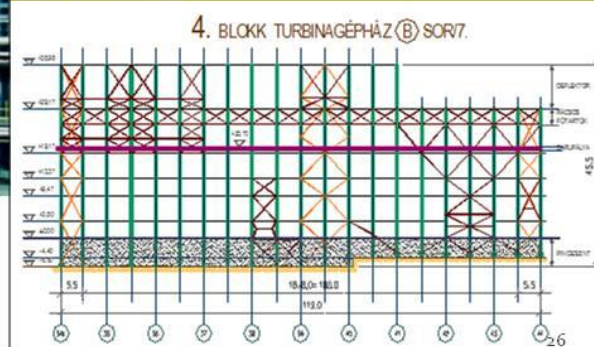
10/17/2012

25

A főépület megerősítése



hosszirányú megerősítés: a pillérsor keresztartói



10/17/2012



10/17/2012

27

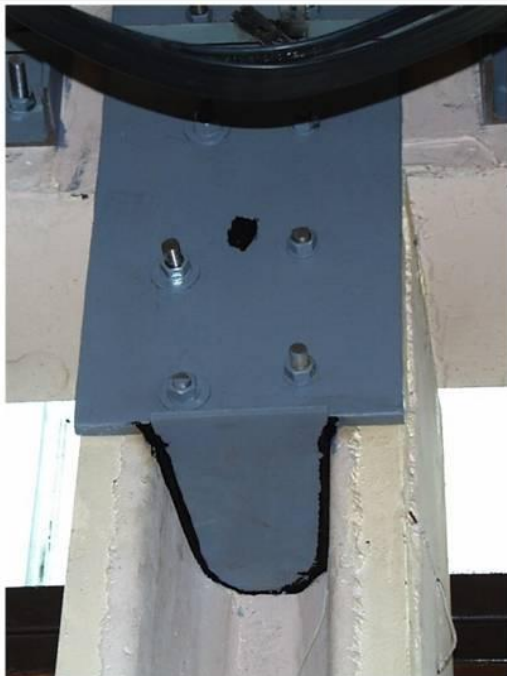
A tetőöv megerősítése



10/17/2012

28

"Brittle", nem duktilis csomópontok megerősítése



10/17/2012



29



Easy-fix: téglafal
és
irányítástechnikai
szekrény
megerősítés

10/17/2012

30

A technológia megerősítése

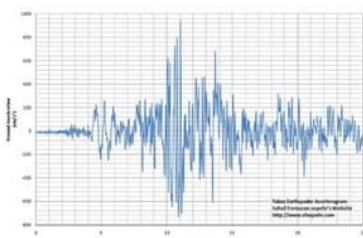


10/17/2012

31

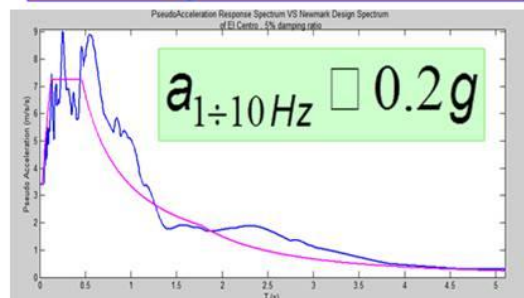
**Mekkora rengésnél állítsuk le a reaktort?
Automatikusan vagy sem? Mi legyen a kritériuma az üzemeltetési
korlát túllépésének? El kell kerülni az indokolatlan üzemszünetet!**

szabadfelszíni mért
gyorsulás (komponens)



Számoljuk ki a CAV értékét és a
válaszspektrumot

$$CAV = \int_0^T a(g) dt \leq 0,16gs$$



Döntés a leállításról

Milyen állapotok uralkodnak
az erőműben?

10/17/2012

Mire irányult a Célzott Biztonsági Felülvizsgálat (stressz-teszt)

éves gyakoriság	erőmű állapot	A SME Section III		EUROCODE
		plant condition	Service Conditions	
üzem	PCC-1	normal	Level A	normal
10^{-1}	PCC-2	upset	Level B	exceptional
10^{-2}	PCC-3	emergency	Level C	accidental
10^{-3}				
10^{-4}	PCC-5	faulted	Level D	Nem értelm ezett
10^{-5}				
10^{-6}				

Földrengés tervezési alap:

NUKLEÁRIS: 10^{-4} - 10^{-5} évi gyakoriság vagy 0.005 meghaladási valószínűség teljes üzemidőre, ami 50 évet véve 10000 éves visszatérési időt jelent

CIVIL –EUROCODE 8: 0.1 meghaladási valószínűség, ami 50 évet véve 475 éves visszatérési időt jelent

A CBF koncepciója:

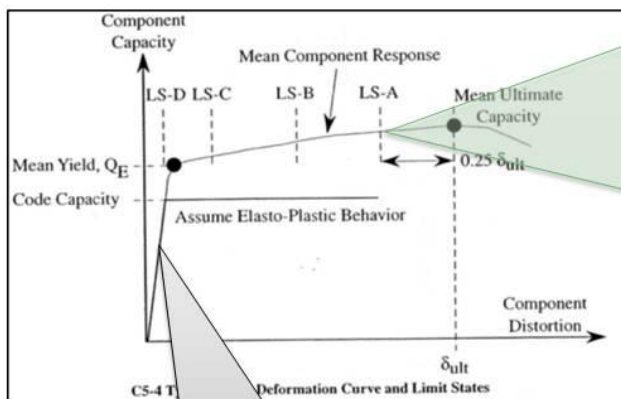
Az, hogy valaminek igen kicsi a valószínűsége, nem mentesít attól, hogy eszközeink legyenek és felkészültek legyünk a rendkívüli helyzet kezelésére.

ez a tartomány a Célzott Biztonsági Felülvizsgálat tárgya

10/17/2012

33

A tervezési alapon túli biztonság



tervezés: konzervatív, nagy tartalék a tönkremenetelig

A „hirtelen halál” cliff-edge effektus elkerülése

A hűtés biztosítása rendkívüli eszközökkel, amihez

Hűtőkör és hűtőközeg, tervezett vagy rendkívüli eszköz
villamos energia kell – mobil dízelek, provizor vízbevezetések

A konténment épségének megőrzése

Szerkezeti integritás (nem szabványos)
Baleseti hidrogén kezelés

Veszélyhelyzet kezelése

telephelyi és környéki logisztika, kommunikáció, evakuáció, stb.

10/17/2012

34

A célzott biztonsági felülvizsgálat és megállapításai

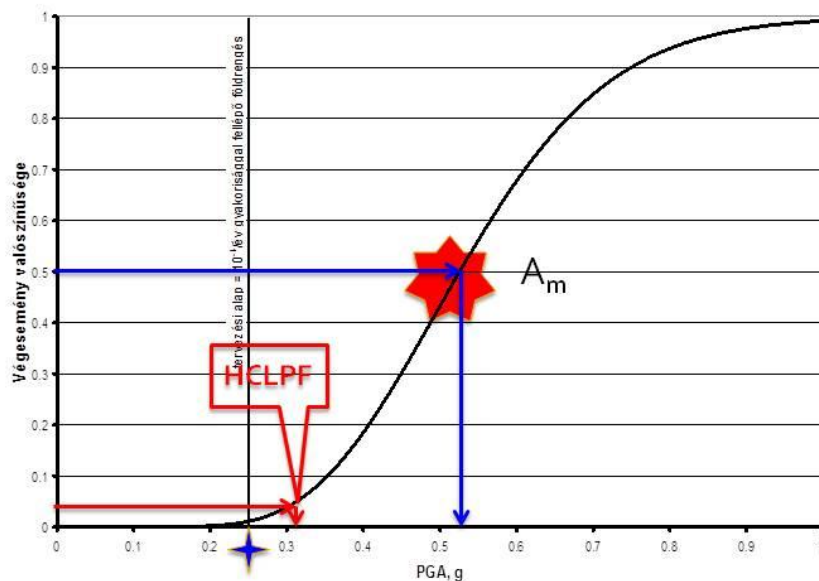
	a veszély jellemzése, a tervezési alap meghatározása	a tervezési alap követelményeinek való megfelelés	a tervezési alapon túli kapacitás, tartalék minősítése	intézkedések
földrendés	korszerű valószínűségi alapú földrengés-veszély elemzés, a tervezési alap meghatározása adekvát	földrendés-biztonsági megerősítések és minősítések megtörténtek	földrendés valószínűségi biztonsági elemzés: zónaolvadási valószínűség $10^{-5}/\text{év}$ nagyságrendű, a tartalékok minősítettek	egyreszerkezetek megerősítése a tervezési alapon túli terhekre, a baleset-elhárítás logisztikai objektumainak minősítése (tűzoltóság épülete, védett vezetési pont) a talajfolyósodás további vizsgálat

10/17/2012

35

A tervezési alapon túli kapacitás minősítése: a konténment-sérülés feltételes valószínűsége

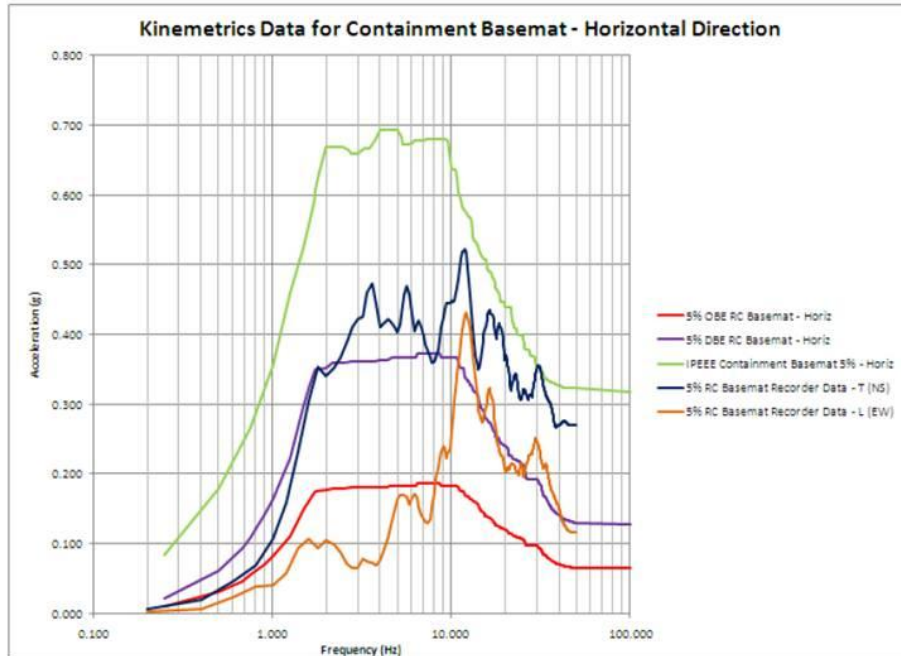
A konténment elvesztésének feltételes valószínűsége



10/17/2012

36

North Anna (USA) 2011



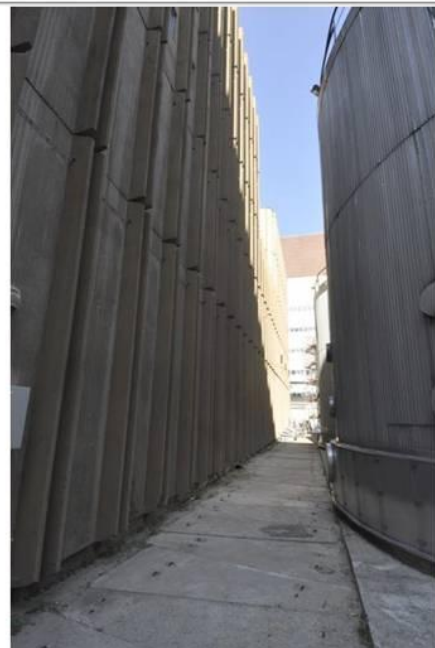
10/17/2012

37

A sótalanvíz tartályok a laborépület fala mellett



10/17/2012



38

Gyakorlat a Védett Vezetési Ponton



10/17/2012

39

Jó érzés, ha az embert az élet igazolja

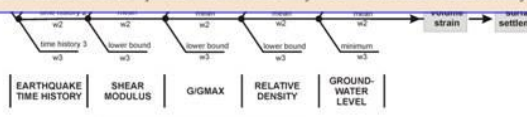
A biztonság nem statikus dolog, hanem egy törekvés, kultúra és igen sok ráfordítás – A Célzott Biztonsági Felülvizsgálat

- az atomerőmű technológiáját tekintve a tervezési alapra vonatkozó követelmények teljesülnek
- egyes, biztos-ami-biztos

LIQUEFACTION SETTLEMENT AS



E GYŐRI¹, L TÓTH¹, Z GRÁCZER¹,



10/17/2012

Coupled site effect and liquefaction analysis

geozikai tárgyu szakcikkeknek elismerésére alapított Meskó Attila díjat.

Budapest, 2012. április 27

Késmárky István
az Egyesület elnöke

Bodoky Tamás
a Tudományos Bizottság
elnöke



40

További feladatok

- hozzájárulás a Célzott Biztonsági Felülvizsgálat következményeinek kezeléséhez,
 - a földrengés által kiváltott épület-süllyedés vizsgálata
 - a sérülékenység vizsgálata a tervezési alapot meghaladó nem szeizmikus külső hatásokra
- a sérülékenység modellezésének elméleti továbbfejlesztése

10/17/2012

41



Köszönetnyilvánítás

- Köszönettel tartozom vezetőimnek és kollégáimnak az MVM Paksi Atomerőmű Zrt.-nél azért, hogy tudományos tevékenységemet jóindulattal és támogatólag kezelték, sőt több kollégám igen hasznos személyes hozzájárulással is segítette.
- Köszönettel tartozom azoknak a szakértőknek, vállalkozóknak, kül- és belföldieknek egyaránt, akik végrehajtóként részt vettek a földrengésbiztonsági és az üzemidő hosszabbítási projektek munkáiban azért, hogy engem együtt alkotó kollégaként kezeltek.

10/17/2012

43

Hidrogén rekombinátorok a konténmentben



10/17/2012

44

Súlyos baleseti dízelgenerátor



10/17/2012

45

PÁLYÁZATI ANYAG

RAGÁCS NIKOLETTA

A globális klímaváltozás humán egészségügyi aspektusai – különös tekintettel a járványügy kockázati tényezőire



MAGYARORSZÁG
SZOLGÁLATÁBAN A
BIZTONSÁGÉRT!



„Katasztrófavédelmi díj” I.

**A globális klímaváltozás humán
egészségügyi aspektusai –
különös tekintettel a járványügy
kockázati tényezőire**



2

012 Ragács Nikoletta

Egyetemi hallgató

Tartalomjegyzék

Bevezetés	2. oldal
I. A klímaváltozás elméleti áttekintése.....	3. oldal
I.1. Mi is a klímaváltozás?	3. oldal
I.2. Hazai hatások	3. oldal
II. Klímaváltozás és a humánegészségügy kapcsolata	4. oldal
III. Hőmérsékletváltozás, hóhullámok hatása a humánegészségügyre	5. oldal
III.1. Megbetegedések	5. oldal
III.2. Halálozás	6. oldal
IV. Az ultraibolya sugárzás károsító hatásai	6. oldal
IV.1. UV sugárzás és az emberi szervezet	7. oldal
V. Allergén növények elterjedése	8. oldal
VI. Járványügyi kockázati tényezők.....	8. oldal
VI.1. Vektorok által terjesztett fertőző betegségek	9. oldal
VII. Elmúlt évek tapasztalatai nemzetközi vonatkozásban.....	14. oldal
VIII. Élelmiszerek és víz eredetű problémák	14. oldal
IX. Magyarország járványügyi helyzete 2001- 2010	15. oldal
X. Kapott eredmények értelmezése, javaslatok, ajánlások.....	17. oldal
X.1. eredmények értelmezése.....	17. oldal
X.2. Javaslatok.....	18. oldal
X.3. Ajánlások	19. oldal
Felhasznált irodalom	20. oldal

Bevezetés

„Nagyjából 250 ezer gyermek vesztheti életét az egyre gyorsuló éghajlatváltozás következtében. Ez a szám 2030. évre akár évi 400 ezerre is nőhet. Véleményünk szerint a következő generációból több mint 900 millió gyermeket fog érinteni az ivóvíz hiánya és 160 milliót az öt év alattiak egyik legkegyetlenebb gyilkosa a malária, amely olyan vidékeken is felbukkan majd, melyeken eddig ismeretlen volt.”

/Save the children nemzetközi

szervezet/

Napjainkban egyre nagyobb mértékben elharapódzó jelenség a klímaváltozás, melynek hatásain belül az egészségügyi és járványügyi komplikációk jelentik az egyik legnagyobb globális környezetbiztonsági kihívást a fertőzött levegő és ivóvíz, illetve a megindult migráció által. E kockázatok motiváltak abban, hogy tudományos munkám témájának a globális klímaváltozás humán egészségügyi hatásainak a vizsgálatát válasszam, a téma vizsgálata során pedig kiemelt figyelmet fordítsak a járványügyi kockázati tényezőire. Az eredeti dolgozat 70 oldalra ölel fel, így egyes fogalmi levezetések, táblázatok, ábrák, képek, interjúk és definíciók kimaradtak, illetve összefoglalt és rövidített formában jelennek meg a tanulmányban. A téma analizálása során vizsgáltam az éghajlatváltozás humán szervezetre gyakorolt hatásait, továbbá kihangsúlyozott figyelmet fordítottam járványügyi tematikájára. A téma feldolgozásában és tanulmányozásában segítséget nyújtott Dr. Földi László mk. alezredes úr, akinek ezúton is szeretnék köszönetet mondani. Külön köszönettel tartozom Dr. Perendi Ágota járványügyi szakorvosnak a riport elkészítéséért. Végül, de nem utolsó sorban Sipőcz András tanár úrnak a témához kapott elemzésekért. Miért is választottam ezt a témát? Nem egy indok navigált abban, hogy e dolgozat napvilágot láthasson. Egyrészt személyes érdeklődésem vezérelt, melyet az egyetemi tanulmányaim és a számos klímaváltozással kapcsolatos rémhír konstruált. Másrészt pedig az a tény, hogy a médiában, hírlapokban, folyóiratokban és az internetes portálokon egyre többet hallhatunk és olvashatunk az éghajlatváltozás egészségre gyakorolt hatásairól, hogy Hazánkban egyre több a vektorok által terjesztett fertőzések száma, hogy az allergiás megbetegedések folyamatos gyarapodást mutatnak és teret nyertek és nyerhetnek olyan fertőző megbetegedések is, melyek az utóbbi években egyáltalán vagy csak csekély mértékben voltak tapasztalhatóak Magyarországon. E számos személyes ok mellett pedig nem elhanyagolható a téma aktualitása sem, hiszen a tömegtájékoztatási eszközök révén több tudósítást hallhatunk a témával kapcsolatban.

Kutatásom célja a klímaváltozás szervezetünkre gyakorolt hatásainak bemutatása, az egyes betegségek prezentálása, illetve a hazai járványügyi helyzet értékelése. Dolgozatom alapját képezi az éghajlatváltozás okozta egészségügyi hatások és járványügyi kockázatok leírása, az egyes betegségek ismertetése, valamint a 2000- 2010 évek közötti hazai járványügyi helyzet elemzése és egy riport Dr. Perendi Ágota járványügyi szakorvossal. Kutatásaim körülbelül 4 hónapot öleltek fel, 2012. év januárjában kezdtem bele a munkába. A téma tanulmányozása érdekében könyvtárat látogattam, internetes forrásokat gyűjtöttem, nemzetközi és hazai szakirodalmat tanulmányoztam, illetve a napi híreket figyeltem a témával kapcsolatban. Dolgozatomban az általam fontosnak ítélt fogalmakat és összefüggéseket kiemeltem, táblázatos és diagramos formában ismertettem. A gyűjtött anyagok és hírek, illetve a levont következtetések és összefüggések alapján megfogalmazódott bennem személyes véleményem, illetve javaslataim és ajánlásaim melyeket a tanulmány végén olvashatóak.

***Tisztelettel: Ragács Nikoletta
A Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katasztrófavédelmi Intézet
Védelmi igazgatás szak
Katasztrófavédelmi szakirány hallgatója***

I. A klímaváltozás elméleti áttekintése

Betegeskedő Földünk egyik legnagyobb kihívása a globális klímaváltozás. Emelkedik az óceánok és a levegő hőmérséklete. Ez a globális folyamat, hogy folytatódik az nem kérdés de, hogy milyen végállapot várható azt felbecsülni sem tudjuk. Napjainkban sokat olvashatunk a globális klímaváltozásról, de vajon tudjuk, hogy ez mit is jelent? Ebben a részben dióhéjban foglalom össze a klímaváltozással kapcsolatos legfontosabb tényeket, melyek elengedhetetlenek a választott téma szempontjából.

I.1. Mi is a klímaváltozás?

Ha megfigyeljük környezetünket, egyre többet tapasztalhatunk a világban árvizeket, pusztító viharokat, hogy a tél egyre melegebb és alig esik a hó, a virágok hamarabb nyílnak és a madarak is előbb érkeznek. Ezek mind a globális klímaváltozás (éghajlatváltozás) jelei vagy, ahogy mindenki ismeri a globális felmelegedését.

Tehát a **globális klímaváltozás** nem más, mint a Föld átlaghőmérsékletének változása, egy részben természetes, részben pedig emberi tevékenység eredményezte olyan folyamat. [1] Az éghajlatváltozás már elkezdődött, ezt bizonyítja az a tény, hogy az 1900-as években a globális átlaghőmérséklet a Föld felszínén 13,7 Celsius fok körül ingadozott, úgy 100 évvel később az átlaghőmérséklet már 14,4 Celsius fok fölé emelkedett. Tehát elmúlt századunk globális átlaghőmérséklete körülbelül 0,6- 0,7 Celsius fokkal nőtt. [2]

Évek óta felmerült kérdés volt, hogy a globális éghajlatváltozást valóban emberi tevékenység okozhatja-e? Kétségtelen, hogy a természet változásában is kereshetünk okokat, de mára már a szakértők nagy része is egyet ért abban, hogy az éghajlatváltozásért főleg az emberi beavatkozás a felelős. A környezetszennyezés olyan anyagokat juttat a légkörbe, melyek kiszámíthatatlan változásokat okoznak. Az erőművek, melyek energiát termelnek, az általunk használt autók és repülőgépek, az árukat előállító gyárak, valamint az élelmet termelő mezőgazdaság szerepet játszanak az éghajlatváltozásban. Légkörünk átlátszó védőtakarót von a Föld köré, átengedi a napfényt és megtartja a hőt. Enélkül a Nap heve azonnal visszaverődne a Föld felületéről a világűrbe. Ebben az esetben mintegy 30°C- kal hidegebb lenne a Földön. A légkör épp ezért egy kicsit ahhoz hasonlóan működik, mint egy üvegház. Ezért beszélünk **üvegházhatásról**. Ezért a hatásért az üvegházhatást okozó gázok felelősek a légkörben, amelyek felfogják a hőséget. A legtöbb üvegházhatást okozó gáz természetes formában fordul elő. A 18. századi ipari forradalom óta azonban az emberi tevékenységnek is nagy szerepe van, hogy ezek koncentrációja a légkörben mostanra ötszörös lett. Ezáltal növekedik az üvegházhatás, ez pedig éghajlatváltozáshoz vezet a Földön. [3] A klímaváltozás konkrét tényekkel igazolható folyamat, mely életünk minden területére hatással van. Ezek a következmények befolyásolják a mezőgazdaságot, erdőgazdálkodást, jégtakarók és gleccserek olvadását, tengerszint emelkedést, tengeri élővilágot, tengeráramlatokat, szélsőséges időjárási eseményeket (viharok, árvizek, szárazság, kánikula), egészségügyet, szárazföldi ökoszisztémát, élővilágot, biodiverzitás (biológiai sokféleség) csökkenését, háborút és a menekültek számát. Azonban ezek a területek csak cseppek a lehetséges és már fennálló következményekből.

I.2. Hazai hatások

Az éghajlatváltozás kockázatának megítélésben lényeges az a tény, hogy Hazánk a Kárpát- medencében a nedves óceáni, a száraz kontinentális, valamint a nyáron száraz, télen nedves mediterrán éghajlati régiók határán helyezkedik el. Az éghajlati övek kismértékű változása azt eredményezheti, hogy Magyarország a három hatás valamelyikének uralma alá kerülhet. Erre bizonyíték, hogy Hazánk átlaghőmérséklete az elmúlt évszázadban a globális mértéket meghaladóan emelkedett (becslés alapján 0,7 Celsius fokot). Az éves csapadékmennyiség a XX. században jelentősen csökkent. Magyarország éghajlata melegszik és egyre szárazabb. A telek egyre melegebbek és csapadékosabbak, ezáltal árvízveszélyt vonva maga után. Nyaraink pedig melegebbek és a csapadék mennyisége csökken, így megnő az aszályveszély kockázati mértéke. A Kárpát- medence életföldrajzi képének alapvonása a flóra- és faunaelemek sokfélesége: a széles elterjedésű és tűrőképességű fajoktól a korlátozott elterjedésű és gyakran szűk tűrőképességű életföldrajzi élőlényekig. Ilyen körülmények között akár egy kisebb mértékű éghajlatváltozás is erős flóra- és faunamozaikot (bevándorlás és kivándorlás) indíthat meg a természetes élővilágban és a növénytermesztésben egyaránt. Fokozza a hazai élővilág érzékenységét az a tény is, hogy az elmúlt évtizedekben az emberi tevékenységtől károsodtak az ökológiai rendszerek. Ezek következtében az egyre szárazabbá váló klíma hatására várható a mediterrán és a balkáni növényfajok nagyobb térhódítása. Várhatóan növekedni fognak az extrém időjárási tényezők károsító hatásai. Ennek jelei a zöldség- és gyümölcsstermésztésben mutatkoznak meg. Módosulhatnak a termőtalajok mechanikai tulajdonságai, nedvességük csökkenhet. A megemelkedett széndioxid koncentráció megváltoztathatja a növényállomány jellemzőit is (például: növényi biomassza gyarapodás). Az élet minőségéhez három vitathatatlan alappillérré van szükség: a megfelelő mennyiségű és minőségű élelmiszerre, a tiszta vízre és a kellemes környezetre. A Föld korlátozott édesvízkészletei egyre keresettebb hiánycikké válnak, hiszen a korlátozott vízkészletből egyre nagyobb igényeket kell kielégíteni. A globális klímaváltozás csak súlyosbítja a vízkészletekért folyó versenyt. Hazánk kedvező adottságai hajlamosak a szélsőségekre. Igen nagy a valószínűsége, hogy a szélsőséges időjárási és vízháztartási helyzetek (árvíz, belvíz, aszály) valószínűsége, gyakorisága, tartama és intenzitása a jövőben egyaránt növekedni fog. A szárazodás, az extrém időjárási jelenségek gyakoriságának és a valószínűsíthető károk nagyságának emelkedése váratlanul és széles körben hathat a társadalomra, a természeti környezetre és a gazdaságra egyaránt. Magyarország gyakran emlegetett édesvízgazdasága csak viszonylagos, vízkészleteink ugyanis korlátozottak. A lehulló csapadék a jövőben sem lesz több – sőt a globális klímaváltozás következtében kevesebb, mint jelenleg és nem fog csökkenni annak tér- és időbeni változékonysága sem. Nem lehet számítani a 85- 90 százalékban szomszédos országokból érkező felszíni vizeink mennyiségének növekedésére sem. Gyakoriabbak és nagyobbak lesznek az árvizek, kisebbek lesznek a kisvízhozamok (például a Duna hosszabb időszakokra nem lesz hajózható). Lesüllyednek a talajvízszintek. Várhatóan a környező országok növelni fogják tározó kapacitásukat, így Hazánk vízkészletei tovább csökkenhetnek. A hőmérséklet emelkedése növeli az erdőtüzek kialakulásának kockázatát. A felmelegedés, a csapadékeloszlás változása, a légkör növekvő széndioxid koncentrációja, a viharok, a szárazság és az erdőtüzek befolyásolják az erdők termékenységét, eltolódást okozhatnak egyes növényfajok földrajzi elhelyezkedésében. Ezek a tényezők pedig hatással lesznek a fakitermelésre és feldolgozásra, a vadállomány

összetételére és életlehetőségeire. De az éghajlatváltozás nem csak a vízháztartásra és az ökológiai sokszínűségekre van hatással, hanem egészségünkre is. Hatásai érzékenyen érintik az emberi szervezetet. Viszont a klímaváltozás problémái megjelennek az állat és növényegészségügyben is. Ugyanakkor ezeken, a hatásokon kívül a klímaváltozás összetettebb hatásai is vannak. Ide tartozik például a természeti csapások (aszály, árvíz, belvíz stb.) bekövetkezésekor a kritikus infrastruktúrávédelem kérdése, vagy a további üvegházhatású gázok kibocsátása következtében az egyre fokozódó légszennyezettség mértékének növekedése. [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10]

II. Klímaváltozás és a humánegészségügy kapcsolata

A globális éghajlatváltozás és az egészségügy kapcsolata egy igen érzékeny pontnak tekinthető. A klímaváltozás következtében a humánegészségügy területén számolnunk kell reverzibilis és irreverzibilis változásokkal is. E változásoknak az egészségügyi aspektusai nem csak a krónikus betegeket, hanem az egészséges szervezetet is egyaránt érintik. Az enyhe telek kedveznek a rovarok által terjesztett betegségek növekedésének, vagy például a bőrrák gyakoribb előfordulásának. A szokatlan légköri változások, főleg a hőhullámok következtében a halálozások száma növekszik. Számolni kell az allergén növények elterjedésével, tér- és időbeli megváltozásával és a légszennyezés fokozódása következtében a légúti megbetegedések növekvő számával. Számíthatunk az egyes fertőző betegségek globális burjánzására és módosulására. A „hordozók” elterjedése különböző fertőzések tekintetében jelentenek veszélyt. Gyarapodni fog az élelmiszerek és ivóvíz által terjesztett fertőzések száma a nem megfelelő kezelés és tisztítás miatt. A szervi problémák főleg a daganatos megbetegedések számában tapasztalhatunk növekvő tendenciát. Tehát a globális éghajlatváltozás több tényezőtől keresztül képes a különböző egészség károsító hatásokat kifejteni. A klímaváltozás egészséggel kapcsolatos hatásainak két nagy csoportját különítjük el, megkülönböztetünk *direkt* és *indirekt* hatásokat:

Direkt (közvetlen) hatások:

- hőmérsékletváltozás és a hőhullámok okozta megbetegedések, halálozások
- UV sugárzás

Indirektek (közvetett):

- allergén növények elterjedése
- élelmiszerek és a víz útján terjedő fertőzések
- vírusos és fertőzőes megbetegedések módosulása és elterjedése
- esőzések és víz eredetű járványok kitörésének lehetősége

Tehát általánosságban elmondható, hogy a környezetnek az emberi szervezetre gyakorolt hatásai felerősödnek, a jelenleginél súlyosabb formában jelentkeznek, sok betegség epidemiológiai jellemzői módosulnak majd, ellenállóbbá válnak és megjelenhetnek olyan területeken, ahol eddig csak csekély mértékben esetleg egyáltalán nem voltak tapasztalhatóak. [11] [12]

III. Hőmérsékletváltozás, hőhullámok hatása a humánegészségügyre

A '90- es évek elején még kevésbé volt a figyelem előterében a klímaváltozás egészségkárosító hatása, azonban az 1990- es évek vége felé ez megváltozott. Hatásai között megtalálhatóak az extrém időjárási helyzetek és a hőhullámok.

A hőhullámnak általánosan a kimagasló hőmérsékleti értékek hosszabb ideig tartó fennállását tekintjük. A hőhullám definíciója nemzetközi szinten nem egységes, azonban Magyarországon a hőhullám definíciója (OKK- OKI Fővárosi ÁNTSZ, OMSZ közös projektje alapján) a 91% gyakorisággal mért napi átlaghőmérséklet feletti átlaghőmérsékleti napok. **Hőhullám= 3 egymást követő napon a napi átlaghőmérséklet 26,6 Celsius fok felett van!**

III.1. Megbetegedések

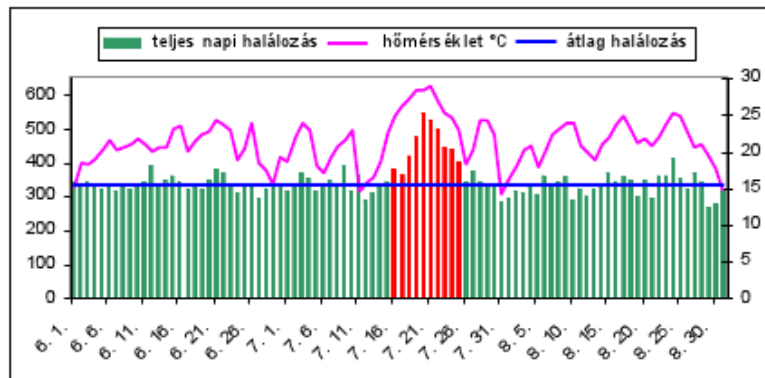
Hőérzetünket elsősorban környezetünk határozza meg: levegő hőmérséklete, nedvességtartalma, a szélesebbesség és a sugárzási hőmérséklet. Az ember ezekre a külvilági ingerekre tudatosan válaszol: hidegben felöltözik, ugrál, melegben árnyékba húzódik. Szervezetünk hőtermelése és hőleadása között egyensúlynak kell lennie. A testhőmérsékletet szabályozó hőközpont ezt különböző hőleadási módszerekkel biztosítja: izzadság párologtatásával, légzéssel, sugárzással, vezetéssel. A nagy melegben az izzadás kiszáradáshoz és nátriumvesztéshez vezet. Az emelkedő hőmérséklet és a hozzá kapcsolódó légköri változások megváltoztathatják egyes betegségek földrajzi eloszlását, míg mások tüneteit súlyosbíthatják. Kánikula idején a „*hőstressz*” súlyos veszélyt jelent az emberi szervezet számára. Ezzel a veszéllyel akkor kell számolni, ha a testhőmérséklet néhány fokkal a normális fölé emelkedik. Elegendő víz nélkül az emberi test szenved a *kiszáradástól* és akár a *keringése is összeomolhat*. A „*hőstressz*” egy másik formája egy életveszélyes állapotú megbetegedés, a *hőguta*. Általában akkor következik be, ha a szervezet már nem tudja kontrollálni a testhőmérsékletet. Egy 2009. évben kiadott francia közlemény alapján a hőhullámok idején megnövekedett a *kiszáradás*, magas hőmérséklet, *vesegörcs*, *veseelégtelenség* és *általános rosszullét* miatt orvoshoz fordulók száma. [13] [14] [15] [16]

III.2. Halálozás

A hőhullámok gyakorisága és intenzitása nagy terhet jelent az emberi szervezet számára. A 25 Celsius fok feletti napi átlaghőmérséklet jelentős mértékben növeli a *napi halálozás kockázatát (1. számú ábra)*, valamint *növeli a szívpanaszok és sürgősségi mentőhívások számát*. A hőhullámok halálozásra kifejtett hatása jóval általánosabb, nem csak a hőguta diagnózissal jelzett halálesetekre terjed ki. Klinikai tanulmányok kimutatták, hogy a napi átlaghőmérséklet minden újabb 5 Celsius fokos emelkedése: 10 százalékkal növeli az összes halálokok miatti halálozás kockázatát, 12 százalékkal a szív- érrendszeri betegségek miatti halálozás kockázatát, 15 százalékkal a szívpanaszok és általános rosszullét miatti *sürgősségi mentőhívások*

száma. [31] A legsúlyosabb hőhullámra 1995. év júliusában került sor Chicagóban, amikor 41 fölé kúszott a hőmérő higanyszála és 11 százalékkal nőtt a lakosság körében a sürgősségi kórházi betegfelvételek száma, a 65 évnél idősebbeknél pedig 35 százalékkal. Pár nap leforgása alatt több mint 600-an veszítették életüket. Azonban hőhullámok terén kiemelhetjük a 2003 nyarán Európában hetekig tomboló 35- 40 Celsius fokos hőséget, ami az erdőtüzek és aszályok mellett több tízezrek életét követelte, többek közt Franciaországban, Németországban, Spanyolországban és Olaszországban. Veszélyeztetett csoportok az idős, 65 év feletti emberek, a csecsemők és fiatal kisgyermek. A szívbetegségek és magas vérnyomásban szenvedők sokkal érzékenyebbek a magas hőmérsékletre. Az idős, gyenge fizikai állapotú és krónikus betegségben szenvedő egyéneknél a dehidratáció fokozottan hozzájárul a hőtermeléssel kapcsolatos megbetegedések kialakulásához. [14] [17] [18] [19]

1. számú ábra: Többlethalalozás 2007. július 16-25. közötti hőhullám során Magyarországon



(Forrás: Páldy Anna (Országos Környezetegészségügyi Intézet: A klímaváltozás egészségi hatásai /hozzáférhető: www.klimaklub.hu/files/file_254_1266926323.pdf.)

IV. Az ultraibolya sugárzás károsító hatásai

A nyári hónapokban rengeteget hallhatunk az úgynevezett „UV sugárzás” károsító hatásairól, de vajon tudjuk, hogy ez a megnevezés mit is jelent? Először is, hogy megértsük azokat az egészségügyi hatásokat, melyeket az UV sugárzás indukál, tudnunk kell, hogy ez a fogalom mit is rejt magában. A Nap sugárzási energiájának 10 százaléka UV tartományban van, aminek egy része a Föld felszínét is eléri. Az UV tartományt három részre szokás osztani:[20]

- UV-A → Jótékony hatással bír, elősegíti a csontképződést és a barnulást.
- UV-B → Az egészségre ártalmas sugárzás. Normális körülmények közt elnyeli a Föld ózonrétege, azonban ha nagy mennyiségben éri a testet rákos elváltozásokat okozhat és károsíthatja a szemet.
- UV-C → A legerősebb, legártalmasabb és legveszélyesebb sugárzás, de az ózonréteg egyelőre kiszűri. [21]

Az emberi tevékenység következtében a légkörbe jutó szennyezések az ózonréteg vékonyodásához vezetnek és ennek következtében alakul ki az ózonlyuk. Ezeken az ózonlyukakon a napfény káros UV sugarai akadálytalanul áthatolnak az ózonpajzson és ez által különböző biológiai hatásokat fejt ki az emberi szervezetre. E hatások legnagyobb hányada a bőrre, a szemre és az immunrendszerre terjednek ki. A sugárzás erősségét az UV index alapján határozzuk meg, melyet az Egészségügyi Világszervezet (WHO) határozott meg (**2. számú. ábra**).

2. számú ábra: UV index skálája és besorolása

	0-2: gyenge sugárzás
	3-5: mérsékelt sugárzás
	6-7: erős sugárzás
	8- 10: nagyon erős sugárzás
	11+: extrém sugárzás

(Forrás: Az UV sugárzás és fajtái, az UV index (grafika) /Hozzáférhető: <http://www.alon.hu/az-uv-sugarzas-es-fajtai-az-uv-index-grafika>, letöltés ideje: 2012.02.26. Készítette: Ragács Nikoletta/

IV.1. UV sugárzás és az emberi szervezet

Az ibolyántúli sugárzás kis mennyiségben hasznos az egészség szempontjából, szerepet játszik a D-vitamin termelésében. Azonban a túlzott UV sugárzás összefügg a bőrrák különböző típusaival, leégéssel, különböző szembetegségekkel, valamint a korai bőröregedéssel. A betegségteher legnagyobb hányadát a szürkehályog és a bőr rosszindulatú daganatai alkotják. A napégést okozó intenzív napfényhatás fokozza bizonyos **bőrbetegségek** kialakulásának kockázatát. Ide tartozik a bőr öregedése és a bőrrák, valamint a fertőzésveszély kockázata is. A bőrre gyakorolt hatások közül a legkiemelkedőbb arányt a bőrrákos megbetegedés alkotja, azaz a melanoma. A bőrráknak három súlyos válfaja veszélyezteti egészségünket: a bőr malignus melanómája, a bőr laphám karcinómája, valamint a bőr basalsejtes karcinómája. A bőr *malignus melanómája* egy életveszélyes rosszindulatú bőrrák. Leggyakrabban festékes anyajegyből indul ki és test bármely részén feltűnhet. A *laphám karcinóma* a rosszindulatú bőrrák egy másik típusa, mely kevésbé fejlődik olyan gyorsan, mint a melanoma, valamint kevesebb az esélye annak, hogy halált okoz. A *basalsejtes karcinóma* pedig egy lassan növekvő bőrrák, mely elsősorban idős korban jelentkezik. A bőrrákok 50% és 90% közötti része az UV sugárzás miatt alakul ki. 2000. évben a világon több mint 200 000 melanómás eset és 65 000 melanómához kapcsolódó haláleset volt. Ezen kívül 2,8 millió laphám karcinóma és 10 millió basalsejtes karcinóma eset is előfordult. A bőr rákos elváltozásai mellett meg kell említenünk a *bőr korai öregedését*. A túlzott napfény okozta leégések felgyorsítják a bőr öregedési folyamatát, ezáltal az illető a koránál idősebbnek fog kinézni. [23] [24] [25]

Az ibolyántúli sugárzás hatások másik nagy csoportja a **szemre gyakorolt hatások**. A *szürkehályog* a szemlencse elszürkülésével járó betegség. A szemlencse átlátszatlaná válik, ami csökkent látást vagy vakságot is okozhat. A szemre gyakorolt hatások közül kiemelkedő a *kúszóhártya* diagnózis. A kúszóhártya a kötőhártya húsos növedéke a szaruhártya mellett. A legtöbb kúszóhártya nem okoz tünetet, de néha irritációt vagy a szaruhártya alakjának torzulását eredményezi, így a látást is rontja. Valamint a szem felszínének egy ritka daganata is az ibolyántúli sugárzás listájára írható, mégpedig a *kötőhártya pikkely sejtés karcinómája*. Világszerte mintegy 18 millió ember vakul meg a szürkehályog miatt, ennek mintegy 5 százaléka lehet az UV sugárzás következménye. [26] [27] Azonban a szemre és bőrre gyakorolt hatásokon kívül fellépnek egyéb egészséget károsító hatások is. Ilyen az **immunválasz csökkenése**, mely a *herpesz simplex vírus* újraaktiválódását okozhatja az ajkakon. A gyermekek és serdülőkorban lévők különösen veszélyeztetettek az UV sugárzás hatásaival szemben. Az egyén bőrtípusa is fontos. A világos bőrű egyének többször égnek le és nagyobb a bőrrák kialakulásának a veszélye, mint a sötétebb bőrűeknél. Azonban a sötétebb bőrűeknél, ha mégis kialakul a bőrrák, akkor általában egy veszélyesebb állapotban veszik észre. [25]

V. Allergén növények elterjedése

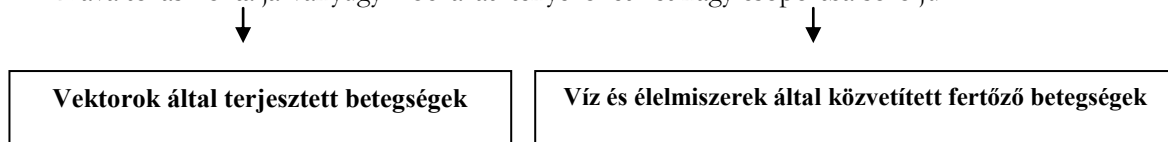
Korunk egyik leggyakoribb civilizációs betegsége az allergia. Az elmúlt 15- 20 évben az allergiás megbetegedések száma egyre jobban nő. Az allergiák közül pedig a leggyakoribb a szezonális, azaz a *pollen allergia*. A tavasz beköszöntével az időjárás a természet is zöldbe borul, ez viszont egyet jelent a pollenek megjelenésével. A klímaváltozás hatásainak egyik legkiemelkedőbb tulajdonsága, hogy az évszakok jellege megváltozik, valamint hatásai eltolódnak. A telek enyhébbekké válnak, a fagyos napok száma pedig lecsökken, ezáltal a növények vegetációs időszaka is megnő. A pollenszezon időszaka hosszabbá válik, a tavaszi fák virágzása előbb várható. Kutatások szerint az akác virágzásának periódusa az elmúlt 150 évben napokkal előbbre tolódott. Tehát a kora tavasszal virágzó fák vizsgálatakor kiderült, hogy virágzásuk a megszokottnál korábban indul. Ezen kívül megváltozik az allergizáló növények térbeli megjelenése is: például parlagfű megjelenése Európa északi területein. Vizsgálatok kimutatták, hogy szén- dioxid koncentráció és az emelkedő hőmérséklet kedvez a parlagfű pollen termelésének és meghosszabbítja a parlagfű szezont. A globális klímaváltozással a pollenek által okozott *allergiás megbetegedések száma növekedni fog*. Az időjárás változása következtében nem csak az allergiás tünetek súlyosbodásával, hanem a *betegek számának növekedésével* is számolnunk kell. Az elhúzódó pollenszezon és a magasabb koncentráció miatt a *szenanáthás tünetek* felerősödnek. Egyre több lesz a pollenekkel szembeni érzékenység. A hazai klíma fokozatos melegedése hatására egyre több melegkedvelő növényfaj jelenik meg. Ezek a növények szubmediterrán, mediterrán, szubtrópusi és trópusi területekről származnak. Egész évben fellépő allergiát okoznak a gomba spórák is. Az enyhe, de csapadékos telek kedveznek a gombáknak és a nyári és őszi asztma gyakori okozói. Hazánk éghajlatában bekövetkező változások egyik fontos eleme lesz a csapadékoszlás változása. Ha ez enyhe, fagyban szegény időjárással párosul, akkor a feltételek adottak a gombák szaporodásának. Ugyanakkor az időjárás változásával kapcsolatosak az *asztmás rohamok* is. Ebben

az egyik legfontosabb tényező az, hogy a levegő allergén összetétele az időjárással változik. Ugyanakkor, ha megered az eső az allergiás tünetek enyhülnek, ugyanis a csapadék kimossa a levegőből a pollent. [28] [29] [30] [31] [32] [14]

VI. Járványügyi kockázati tényezők

Ha megemlítjük a globális klímaváltozás fogalmát, mindenki olvadó hegyekre és otthontalan jegesmedvékre gondol, hiszen a média mindennapjaiban e hatásokról hallhatunk. Azonban Földünket nem csak ökológiai problémák fenyegetik, hanem különböző, az emberi egészséget nagymértékben veszélyeztető fertőző betegségek is. A melegebb telek és a csapadékeloszlás változásból adódóan az egyik éghajlati övezetből a másikba terjednek a humánegészségügyet veszélyeztető járványok. A járványokat megfigyelő egészségügyi szolgálatok az elmúlt években Európa szerte olyan betegségeket regisztráltak, melyeket tíz éve még ismeretlenek voltak ezen a kontinensen. Előrejelzések szerint térségünk egyre nedvesebb és melegebb klímája olyan kórokozók megjelenését hozza magával, melyeket eddig csak Afrikában voltak fellelhetőek. A Nemzetközi Vadvédelmi Szervezet közétett új jelentésében tizenkét olyan kórokozót jelölt meg, melyek a klímaváltozás hatására a jövőben újabb területeket hódítanak meg, egyaránt veszélyeztetve ezzel az emberi egészséget. A „halálos tizenkettőnek” nevezett kórokozók közül a globális hőmérséklet emelkedés miatt szervezetünket fenyegető kórokozó terjedése indulhat meg újabb területeken. Ezek közé tartozik például a kullancsok által terjesztett babeziózis, Lyme kór vagy a kolera is. E betegségeknek tüneteit, előfordulását és változásait ismertetem tudományos dolgozatomban. [14][37]

A klímaváltozás hozta járványügyi kockázati tényezőket két nagy csoportba soroljuk:



De először tudnunk kell, hogy mit is jelent a járvány, illetve a járványtan fogalma. A *járványtan (epidemiológia)* az orvostudomány önálló ága, amely a fertőző betegségek keletkezésének és elterjedésének okait kutatja, a rendelkezésre álló eszközöket felhasználva megelőzésükre, végső soron felszámolásukra törekszik. Epidémiáról, vagyis *járványról* akkor beszélünk, ha a fertőző betegségben megbetegedettek száma egy megadott időpontban és területen meghaladja a több évi átlagot. Ha pedig a járvány több országra, földrészre vagy akár az egész földre kiterjed, akkor *pandémiáról* beszélünk. A fertőzés forrása az élő szervezet, melyben a kórokozó él és szaporodik, innen kikerülve más személyt képes megbetegíteni. *Kórokozó hordozó* az, aki a betegségben látható tünetekkel nem esik át. A kórokozó elhagyja a fertőzött szervezetet, abból közvetlenül, vagy külső környezeten át valamilyen alkalmas tényező közvetítésével más élő szervezetbe jut. A terjedés lehet *direkt* (közvetlen), érintkezés útján (például kézfogás, csókolózás, nemi érintkezés stb.), *indirekt* közvetítő közeg által (például cseppfertőzés, víz, élelmiszerek, rovarok stb.),

tárgyak által (például edények, evőeszközök, ajtókilincs stb.), *talaj* által (például emberi vagy állati fekáliával szennyezett), *seben* keresztül, *ép bőrön* keresztül, *rovarok*, *ízeltlábúak* által (például, ruhatetű, cecelég, patkánybolha stb.), *élelmiszerek* által (például tej), *víz és fürdővíz* által. A *vízjárványok* robbanásszerűen alakulnak ki, a megbetegedettek mind ittak a vízből, a betegek között nemek és kor szerinti különbség nincsen.

VI.1. Vektorok által terjesztett fertőző betegségek

Az elmúlt években fokozott figyelem kísérte a klímaváltozás *vektorok* által terjesztett betegségeit. Előrejelzések szerint az éghajlatváltozás módosítja egyes vektorok (szúnyogok, kullancsok stb.) által terjesztett fertőző betegségek összetételét, földrajzi elhelyezkedését, aktív időszakát és populációjának nagyságát. A melegebb időjárás elősegíti a vektorok szaporodását és lerövidíti a kórokozó fejlődési ciklusát a vektor szervezetében. A *rágcsálók* is rendkívül fontos szerepet játszanak egyes fertőzések szempontjából, áttelelésüket megkönnyíti az enyhe tél, így nő a fertőzések terjesztésének száma. A következő részben néhány fogalmi összevetést taglalok, mely e rész szempontjából elengedhetetlen.

Az előző sorokban is olvashattuk a „járványtan” illetve „járvány” fogalmakat is, azonban hogy a következő részt megértsük feltétlenül meg kell értenünk e jelenségek összefüggéseit, kapcsolatát. Tehát mi is az a *vektor*? A járványtanban a vektor egy fertőző ágens hordozó, annak átvitelét megvalósító élőlény. A vektor viszi át a fertőzést az egyik gazdaélőlényről a másikra. A legismertebb vektorok közé tartoznak az *ízeltlábúak* és a *háziállatok*. *Kórokozók* lehetnek: baktérium, vírus, egyszeltes, fonálféreg. A vektorok szerepe a járványügyi szempontból, hogy a kórokozók a vektorban elszaporodnak vagy a kórokozók a vektorban átalakulnak. **Járvány kitéréséhez a kórokozó és a vektor együttes jelenlétére van szükség.** *Fertőződés* általában vérszívással, a vektor székletéből a kórokozó a bőrbe vakarásával, illetve a nyálkahártyán vagy a szem kötőhártyáján keresztül jut a szervezetbe.

Közvetlen ártalmat okozó magyar vérszívók: kullancsok, csípősszúnyogok, vérszívó atkák, ágyi poloska, emberbolha, fejtetű, lapostetű. **Élelmiszerlátozókatok:** Házi légy selymes döglégy, kék dongólégy, közönséges muslica, német csótány, konyhai csótány, hangyák.

Élelmiszer kártevők: lisztbogarak, tolvajbogár, gabonaszizsik, borsószizsik, élelmiszermolyok.

Környezeti kártevők: házi poratkák. **Különleges ártalmakat okozó:** darazsak, méhek, skorpió, pók, gyapjaslepkehernyó. **Rágcsálók:** patkány, egerek. [33]

Ez után a kis elméleti megközelítés után megértettük, hogy mi is az a vektor, mi szükséges egy járvány kitéréséhez és melyek a legfontosabb vérszívó ízeltlábúak, következhet tudományos dolgozatomnak az a része, mely a vektorok által terjesztett fertőző betegségek megfigyelt és várható alakulását taglalja.

A **vírusos agyvelőgyulladás** a kullancsok által okozott leggyakoribb betegség. Európában és Oroszországban évente 10- 12 ezer esetet regisztrálnak. A kullancs egy apró, potenciálisan veszélyes vérszívó. A kullancs pókszabású ízeltlábú, az atkafélék közé tartozik. Közel 825 válfaja ismert. Kórokozóját úgy adja át más élőlénynek, hogy ő nem betegszik meg. Számos betegség okozója. Hazánkban körülbelül 20 különböző kullancsfaj él. A leggyakoribb a közönséges kullancs, mely nagyban

tehető felelőssé a számos embert megbetegítő kullancsbetegségekért, így a *lyme kór* terjesztéséért is. A vírusos agyvelőgyulladás van, hogy tünetszegény, ilyen esetben csak láz és rossz közérzet van jelen. Máskor azonban láz, fejfájás, elesettség, hányás, súlyosabb esetben tarkó- és hátmerevség, görcsrohamok, bénulások, és eszméletvesztés alakulhat ki. A betegek nagy része meggyógyul, de a kórházban ápolott betegek 15- 20 százalékánál maradandó szövődményt okoz, 1 százalékuk pedig a leggondosabb kezelés eredményére is meghal. Közegészségügyi szempontból jelentős, hogy a kecskék tejükkel ürítik ki a kórokozókat, így a nyerstej fogyasztása emberi fertőzés forrása lehet. A fertőzésekért az Európa szerte elterjedt ricinus kullancs, azaz a tajga kullancs a felelős. A betegség kórokozójának középpontja Közép-Európára, Baltikumra és Oroszországra, valamint a volt Szovjet területekre tehető. Közép-európai változatát már minden európai országban tapasztalták. Kezelésére nincs speciális gyógyszeres terápia. De létezik kullancsencephalitis védőoltás. [14] [35]

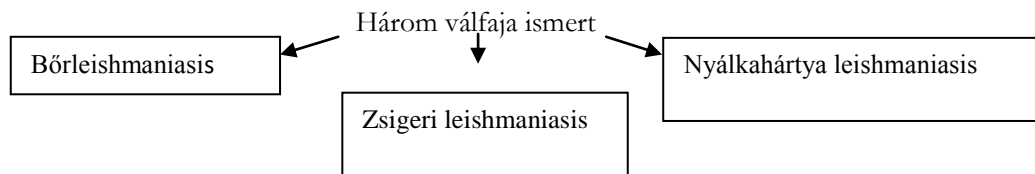
A **lyme betegség** vagy lyme kór is a kullancsok által okozott megbetegedés, kórokozója egy baktérium. Fertőzése során a baktérium bőrbe való behatolását követően megkezdődik szaporodását, később pedig elterjed a testben, megtámadva a lép, vesét, májat, bejutva a gerinc- agy folyadékba, az agyba és ízületekbe. Gyakoriság szempontjából megelőzi a vírusos agyvelőgyulladást. Nem minden kullancsfaj alkalmas a lyme kór terjesztésére. Az Egyesült Államokban élő szarvas kullancs, a nyugati fekete lábú kullancs és a Nyugati- Európában honos ricinus kullancs, valamint a kelet- Európában és Ázsiában előforduló tajga kullancs megfelelő. Világszerte előforduló betegség, minden kontinensen találkozhatunk vele. Az egyének, akik megfertőződtek, az influenzához hasonló tüneteket produkálnak. Másik jellegzetes tünete, a kör alakú, piros kiütés a csípés helyén vagy annak közelében, ez a Lyme folt, melyet égő viszkető érzés kísérhet. Átmérője időről időre nő. Ez a tünet 80- 90 százalékban fordul elő. A kór későbbi időszakában idegrendszeri panaszok, ízületi gyulladás, valamint furcsa viselkedés léphet fel. A lyme betegség ellen nincs védőoltás, de megfelelő kezeléssel gyógyítható. [36] [14]

A **babeziózis betegség** a vörösvérsejtek fertőzése. A Babezióziót ugyanaz a kullancs terjeszti, mint a Lyme kórt vagy a vírusos agyvelőgyulladást. Ez a betegség általában állatokat fertőz meg, de ritkán embert is megtámad. A Babeziózis az Egyesült Államokban, New York és Massachusetts körüli part menti vidékeket és szigeteket érinti. Azonban Európában sem ismeretlen. A Babesia a vörösvérsejtekben élősködik, és mikor azokat elpusztítja, akkor láz, fejfájás és izomfájdalom keletkezik és vérszegénységhez vezethet. Azok a személyek, akiknek például a lépét eltávolították, nagy a kockázata a halállal végződő kimenetelnek, ebben az esetben a Babeziózis a maláriához hasonló tüneteket mutat magas lázat, sötét vizeletet, sárgasággal és veseelégtelenséggel küzd a beteg. Jól működő lép esetén a betegség lefolyása igen lassú és magától, kezelés nélkül is elmúlik. Az enyhébb telek kedveznek a kullancsok növekedésének, így a korábban csak szórványosan előforduló betegség ezután komolyabban kell venni. A babezióziót gyógyszeres kezeléssel eredményesen gyógyítják. [38] [39]

A **hantavírusnak (HV)** két jellegzetes fertőzési formája ismert: Európában és Ázsiában a vérzéses láz veseszindrómával, valamint Amerikában a tüdő szindróma. A hantavírus hordozói a vadon élő rágcsálók, különböző cickányok, patkányok és egerek. A rágcsálók nem lesznek betegek tőle. Az ember az állati vizelettel szennyezett vízzel vagy talajjal érintkezve fertőződhet meg a betegséggel. A kórokozó

légutakon keresztül is bekerülhet a szervezetbe a megszáradt vizeletből képződő porral együtt. De fertőzőképes lehet bőrkontaktuson és felsértett bőrfelületen is. A hantavírus az Egyesült Államok délnyugati részén, Kanada nyugati részén, Paraguayban és Argentínában a legelterjedtebb. Főként a mezőgazdasági munkások és falusi emberek vannak kitéve a fertőzésnek ezeken a területeken, de ritkán észlelték városokban is. A betegség tavasszal és nyáron fordul elő. Emberről emberre nem terjed. Tünetei általában láz, hányás, köhögés, izomfájdalmak, veseelégtelenség, borzongás és légúti tünetek. Európában és Ázsiában évente átlagosan 100 000 esetet regisztrálnak ezzel a betegséggel. A klímaváltozás feltehetően befolyásolja a HV fertőzés elterjedését, ugyanis az enyhébb időjárás és a csapadék kedvez a rágicsálók elszaporodásának. Hazánkban 1952 és 1993 között 191 ilyen esetet észleltek. A fertőzések számának emelkedése a 90-es évektől figyelhető meg, az esetek többsége Dunántúlon, Észak- Magyarországon és az Észak- Alföldön jelent meg. A kezelés elsősorban az életfunkciók fenntartását jelenti. A ribavirin nevű vírusellenes szer - ha elég korán megkezdik az adagolását - hatékony lehet. A vese megbetegedése esetén művese-kezelésre lehet szükség. [38] [39] [40] [41] [42]

A **leishmaniasis** egy ostoros egysejtű által okozott kórkép. A bőrt és a nyálkahártyát érintő megjelenési formájában évente 1- 1,5 millióan, a zsigeri elváltozásokat okozóban pedig körülbelül 500.000-en betegednek meg. A fertőzöttek száma 12 millió főre becsülhető. Gyógyszeres kezeléssel gyógyítható.



A **bőrleishmaniasis** tünete általában arcon és karon megjelenő bőrcsomók, melyek elfekélyesedhetnek, sebek keletkezhetnek utána, melyek 1 évig is megmaradhatnak. Közel- Kelet Oroszországi ázsiai részén a legelterjedtebb, valamint Észak- Afrika, Izrael, Jordánia, Líbia, Irán, Irak, Szaud- Arábia (városokban és sivatagos területeken is) is érintett a betegség szempontjából. Hordozói általában rágcsálók, de a pappadácsi szúnyogok is terjesztik. Legérintettebbek a betegség szempontjából a nők, valamint a gyermekek. A **zsigeri leishmaniasis** gyakran halálos kimenetelű, mivel gyakran téves diagnózist állítanak fel. Tünetei elsősorban a lassan elhúzódó láz, lépnyagobbodás, vérszegénység, nagy súlyvesztés. A Mediterrán országokban fordul elő (Spanyolország, Görögország, Olaszország, Horvátország, Törökország, Észak- Afrika, Szudán, Brazília, India, Kína). A kórokozó terjedése törpeszúnyogokkal történik, a kórokozó hordozói pedig az ember- a vad- és háziállatok (például a kutyák is). Legérintettebbek a betegség szempontjából a gyermekek és a nők. A **nyálkahártya leishmaniasis** leggyakoribb tüneteként az orr és szájkörüli fekélyesedés mutatkozik meg. Dél- Amerika, Amazonas területén a legelterjedtebb a betegség. A törpeszúnyogok terjesztik és a kórokozó hordozói pedig az ember a vad- és háziállatok. A legveszélyeztetettebbek a nők és a gyermekek elsősorban. Hazánkban 2003. évben egy zsigeri leishmaniasisban szenvedő beteget ápoltak. A folyamatosan emelkedő átlaghőmérséklet, az enyhébb telek mind kedvező tendenciák a vektorok és paraziták számára. [42] [43] [44]

A **Rift- völgyi láz** bevezető tünete a hirtelen magas láz, izom- és ízületi fájdalmak, fejfájás. Kóros eltérések a májban, vesében és lépben észlelhetőek. Esetek 5 százalékában a bőrön pontszerű vérzések,

véres széklet, vérhányás alakulhat ki. Szövődményként súlyos vérzések, idegrendszeri tünetek valamint vakság is előfordulhat. Leggyakoribb Kelet- Afrika területein, valamint (Tanzánia, Kenya, Egyiptom) Dél Afrikában (Dél- Afrikai Köztársaság). A vírust a szúnyogok terjesztik állatokról (rágcsálók, birkák stb.) az emberre. Elsősorban azok a személyek betegszenek meg, akik a fertőzött állatok vérével közvetlenül érintkeznek, ilyenek például a farmon dolgozók, mészárosok és állatorvosok. Ezeknek a parazitáknak a terjedésében a klímaváltozás közvetlen szerepe nem feltétlenül bizonyított, azonban a magasabb átlaghőmérséklet és enyhe telek kedveznek a paraziták túlélésének. Jelenleg csak tüneti kezelése lehetséges. [45] [14]

A **maláriát** az Anopheles szúnyogok viszik át egyik emberről a másikra vérszívás közben. Négy faja terjedt el, mely különböző súlyosságú betegséget okoz. A szúnyogcsípés után 6- 16 nappal hidegrázással kezdődik, melyet verítékezés követ. 48- 72 óránként történő rohamok váltják a lázas és láztalan időszakot. Főbb tünetek a lépmájduzzanat, idegrendszeri jelek, veseelégtelenség és sötét színű vizelet. Ritkán előfordul, hogy a tünetek az utazás után hónapokkal jelentkeznek. Napjainkban főleg egzotikus, meleg égövi országokban, magas páratartalmú helyeken fordul elő. A WHO a világot A, B és C zónára osztotta fel a kórokozók elterjedése és gyógyszerérzékenysége miatt: A) Közép- Amerika, Arab-félsziget, Törökország DNY-i része, Észak- Pakisztán, Kína középső területe, Észak- Afrika. B) Namíbia, Venezuela, Kolumbia, Ecuador, Szaud- Arábia, Sri- Lanka, India, Fülöp- szigetek, Pakisztán, Afganisztán. C) Nyugat- Közép- és Kelet- Afrika, Amazonas területe, Hátsó India, Malajzia, Indonézia egyes területei. A 2000. évben Mozambik területén a heves esőzések után a malária incidenciája ötszörösére emelkedett. Európában a klímaváltozás hatására a malária kockázata nem kizárható, azonban előfordulása minimális a fejlett és megfelelő közegészségügyi rendszerek és a hatékony szúnyog elleni védelem miatt. Behurcolt esetekkel számolnak, főként a megnövekedett lakossági migráció következtében. A malária mindenkit megfertőzhet, elsődlegesen a veszélyeztetett vidékekről érkezők hurcolják be a még nem fertőzött területekre a betegséget. A szaporodási fázis megszakításával előzhető meg, vagy gyógyítható a betegség. [45] [46]

A **Nyugat- nílusi láz** nevű megbetegedést a Culex moszkítók terjesztik madarokról emberre, szúnyogcsípés által. Ezek a szúnyogok nappal aktívak. A fertőző betegség 80- 85 százalékban tünetmentes. 15- 20 százalékban enyhe tünetek jelentkeznek melyek nem jellegzetesek, ezért klinikai kép alapján nehezen különíthetők el már vírusbetegségektől. Első tünetei általában hányinger, láz, fényérzékenység, izomfájdalmak, kötőhártya gyulladás, arcpirulás. A testen nyirokcsomó duzzanat mutatkozhat, valamint bőrkiütések jelenhetnek meg a törzsön és a végtagokon. Idősek esetében agyhártya-gyulladás alakulhat ki, így a halálos szövődmény ennél a korcsoportnál gyakoribb. Sajnos védőoltás még nincs ellene. Nagymértékben elterjedt Afrikában, Európa déli részén, Közép- keleten, Indiában, valamint az Amerikai Egyesült Államokban. Azonban az utóbbi években, Romániában és Csehországban is észlelték a betegség megjelenését. Általában azok a személyek fertőződnek meg, akik valamilyen krónikus betegségben szenvednek (például cukorbetegség stb.), valamint az 50 év feletti és a sokáig szabad területen tartózkodó személyek. A meleg nyár felgyorsítja a szúnyogok szaporodási ciklusát, bennük pedig a fertőzés kialakulását. A klímaváltozás hosszabb távú hatásai között szerepelhet, hogy megváltoznak a vonuló

madarak vonulási, telelési és költési szokásai és ehhez kapcsolódóan a trópusi területekről behurcolt vírustörzsek jellege és száma is. [47] [14]

A **Chikungunya-láz** vírust az Aedes féle szúnyogok emberről emberre viszik át. A csípést követő egy héten belül jelentkeznek a tünetek. Leggyakrabban láz lép fel, mely megszűnik, majd körülbelül 3 nap múlva ismételten emelkedik. Második fázisban hidegrázás, fejfájás, hányás, erős ízületi fájdalom, testszerte kiütések jelentkezhetnek. Legtöbb esetben ezek a tünetek 3-6 nap alatt maguktól megszűnnek. Elsősorban Afrikában, Szaud Arábiában, Távol- Kelet egyes országaiban (Malajzia, Fülöp- szigetek stb.), az indiai szubkontinensen, az Indiai- óceán szigetein fordul elő. Idősek, fiatal csecsemők és terhes nők között elhúzódó a betegség és ritkán halálos kimenetelű is lehet. Ezen felül veszélyeztetettek a krónikus betegségben szenvedők (például cukorbeteg stb.) és a hosszabb ideig szabad területen tartózkodó személyek. Védőoltás nincs ellene. [48]

A **pestis** a fertőzött állatról, ritkán fertőzött emberről a patkánybolha vagy más bolha viszi át emberre. Beteg állattal történt közvetlen érintkezés, de beteg állat harapása által is előfordultak emberi megbetegedések. Lappangási ideje 2-6 nap, de van, hogy hosszabb ideig is eltart. Tünetei általában a hirtelen magasra emelkedő láz, zavartság, nyugtalanság. Legtöbbször bolha csípésével kerül az emberi szervezetbe, és a csípés közelében lévő nyirokcsomó megnagyobbodása, gyulladása jön létre. Pestis fajtái: bubópestis, tüdőpestis, szeptikémiás pestis. A tüdőpestis cseppfertőzéssel is terjed, azaz emberről emberre képes fertőzni. A pestis ma már csak rossz higiéniai körülmények között, a trópusi és szubtrópusi országokban jelenik meg. Például: India, Vietnam vagy Madagaszkár. Főleg olyanok veszélyeztetettek, akik patkányok közelségében dolgoznak (például hajléktalanok vagy tengerészek). Pestissel szemben antibiotikumos kezelés szükséges. Tüdőpestis esetén a beteget azonnal megfelelően felszerelt intenzív osztályon kell kezelni. Kezelés nélkül a bubópestis körülbelül 50 százalékban, a tüdőpestis pedig közel 100 százalékban halálos. [50]

A **sárgaláz** okozója egy vírus, melyet a szúnyogok terjesztenek Dél- Amerika és Afrika területein. Tünetei néhány napos lappangás után láz, izomfájdalom, sárgaság majd veseelváltozás. Esetleges vérzéses szövődémmel járó betegség, mely körülbelül 10 százalékban halállal végződik. Védekezni ellene védőoltással lehet. A sárgaláz oltás az alábbi országokba kötelező: Angola, Benin, Burkina- Faso, Burundi, Cameroon, Közép- afrikai Köztársaság, Kongó, Elefántcsontpart, Kongói Demokratikus Köztársaság, Francia Guyana, Gabon, Ghana, Bissau- Guinea, Libéria, Mali, Niger, Ruanda, Sao Tome és Principe, Sierra Leone, Tanzánia, Togo. Az alábbi országok nem kérik ugyan az oltást, de az ország bizonyos területei fertőzöttek: Bolívia, Ecuador, Etiópia, Gambia, Guinea, Guyana, Kenya, Kolumbia, Mauritánia, Nigéria, Panama, Paraguay, Peru, Szenegál, Szomália, Suriname, Trinidad és Tobago, Uganda, venezuela. [51] [52]

A háziállatok és cecelegyek által terjesztett megbetegedés az **álomkór** főleg Nyugat- és Közép Afrika területein elterjedt betegség. A csípés helyén fekély keletkezik, a környéki nyirokcsomók megnagyobbodnak. láz, valamint ízületi fájdalmak lépnek fel. Végső szakaszban remegés és bénulás is felléphet, melyek gyakran vezetnek halálhoz. Kezelése gyógyszeres kezeléssel történik. Elsősorban olyan

turisták kaphatják meg, akik a vadonban tesznek kirándulást. Afrikában 36 országban körülbelül 66 millió embert érint. Évente 25 000- 40 000 esetet jelentenek a WHO-nak. [53] [54]

Az **ebola** vírus kizárólag Afrikában létezik. A trópusi esőerdőkből származó vírus az Ebola nevű folyóról kapta a nevét. Megsérti az erek belső falát, melynek következtében az erek átteresztővé válnak. Az ebola a fertőzöttekkel való direkt kontaktussal vagy a járvány következtében elhunyt személy holttestével való érintkezés útján terjed, majd a gyomor-bél-csatornában és a tüdőben vérzéses tüneteket okoz. Az esetek 30- 90 százalékában a betegség halálos. [77]

VII. Elmúlt évek tapasztalatai nemzetközi vonatkozásban

E rész adatai az elmúlt évek járványügyi tapasztalatait mutatják nemzetközi szinten. Olvasható a betegség megnevezése, hogy a világon hol és mikor fordult elő, valamint, hogy a lakosság körében milyen számban okozott megbetegedést. [56] [57] [64] [65] [66] [67]

<i>Betegség</i>	<i>Hol?</i>	<i>Mikor?</i>	<i>Hány beteg?</i>
Vírusos agyvelőgyulladás	India	2011	több mint 400 fő
Lyme kór	Magyarország (Somogy megye)	2010	124 beteg szeptember végéig
Babeziózis	USA	2011	162 fő
Hantavírus	USA	1993	Lakosság 50 százaléka
Leishmaniasis	Afganisztán (Kabuli területek)	2009	65 000 fő
Rift- völgyi láz	Tanzánia	2007	264 fő (januártól- márciusig)
Malária	Afrika	2008	kb. 212 000 000 fő
Nyugat- nílusi láz	Görögország	2010	kb. 70 fő
Chikungunya- láz	Olaszország	2007	211 fő (szeptember 6-ig)
Pestis	Peru	2010	körülbelül 31 fertőzött beteg
Sárgaláz	Brazília	2007	11 fő
Ebola	Kongó	2007	300 fő

VIII. Élelmiszerek és víz eredetű problémák

A klímaváltozással összefüggésben gyakran kerül előtérbe az *élelmiszer- biztonság* kérdése. Az *élelmiszer- biztonság* fogalmi szempontból az élelmiszer azon biztonságát jelenti, hogy nem okoz egészségi ártalmat. Annak biztosítása, hogy az élelmiszer nem okoz ártalmat a fogyasztóknak, amikor azt a felhasználás szándékának megfelelően feldolgozzák és/ vagy elfogyasztják. A globális klímaváltozás várhatóan komoly kihívásokat fog jelenteni élelmiszer- biztonsági szempontból. A hőmérsékletváltozással összefüggésben a legnagyobb élelmiszer- biztonsági problémát a biológiai, ezen belül is a mikrobiológiai jellegű, élelmiszer- eredetű megbetegedések jelentik. A klímahatásokkal összefüggésben fontos, hogy a veszélyes léghőmérsékletű időszak az év során milyen hosszán áll fenn, hiszen a mikrobák szaporodási sebességének alapvető meghatározója a hőmérséklet. [68]

A **szalmonellózis** az élelmiszerek útján terjedő fertőzések szempontjából a legkiemelkedőbb betegség. A szervezetbe jutó baktériumok a vékony- és vastagbél nyirokmirigyeiben tapadnak meg és okoznak fekélyt, bekerülnek a véráramba. A megbetegedés nem mindig jár hasmenéssel. Kezdeti tünetek általában fejfájás, magas láz és alacsony vérnyomás. Súlyosabb esetben hányás, hasmenés, láz, fejfájás, görcsök jellemzik a betegséget, napi gyakori székletürítéssel. A csecsemők és kisgyermekes esetében gyakran tünetként csak a magas láz jelentkezik, valamint hányás és hasmenés is jellemző. Területi előfordulása nem jellegzetes, mindenhol előfordulhat. Leggyakoribb forrásai általában az állati eredetű alapanyagok (baromfi, egyéb húsok, tej és tejtermékek, tojás), valamint az ürülékkel szennyezett, mosatlanul fogyasztott zöldségek, gyümölcsök. A bélsárral szennyezett tojás szerepe nagy a fertőzés szempontjából. Az egészen fiatal korosztály a legveszélyeztetettebb. A hőmérséklet növekedése elősegíti a szalmonellák szaporodását az élelmiszerlánc bármely pontján. A nyári heteken 180- 320 megbetegedést jelentenek be. Ha feltételezzük, hogy 12 százalékkal nő a megbetegedések száma hőhullámok idején, akkor várható, hogy az előre jelzett hőhullámok idején 20- 40 százalék többletfertőzéssel kell számolnunk. Az esetszámok növekedésével pedig növekszik a járványos megbetegedések kialakulásának kockázata is. [69] [70]

A Campylobacteriosis, Hepatitis A, Cryptosporidiosis betegségeknél általában influenzaszerű tünetek (láz, fejfájás stb.) tapasztalhatóak, valamint hányinger, hányás, hasmenés. HepatitisA vírusnál sárgaság is megjelenhet. Területi előfordulása nem jellegzetes. Általában állati széklettel, valamint fertőzött ember által terjednek. Elsősorban gyermekek, utazókon és csökkent immunitású embereknél jelentkeznek ezek a betegségek. [15]

A **kolera** fő terjesztője a kolerás széklettel, hányadékkal szennyezett víz, valamint szennyvízzel kezelt nyers zöldségek, gyümölcsök. Általában folyóvizek, tengerparti torkolatban, lagúnákban szaporodik. Tünetei általában a súlyos hasmenés és hányás. Gyors kiszáradáshoz vezet. A kolera elsősorban a nyomornegyedek betegsége, ahol a tisztálkodás lehetőségének a hiánya fenn áll. Védőoltás van ellene. [49]

A csapadék nagymennyiségű lehullása növeli a **víz eredetű fertőzések** kockázatát is. A hirtelen lehulló nagy mennyiségű csapadék háromféle lehetséges módon okozhat *vízjárványt*:

1. a nagy mennyiségű csapadékvíz bemossa a szennyezett esővizet a nem védett vízgyűjtő területre, így a közösségi vízellátórendszer, vagy az egyedi kutak fertőződnek, 2. a nagy mennyiségű csapadékvíz szennyezi a felszíni vizet, beleértve a természetes fürdővizeket is, 3. a nagy mennyiségű csapadékvíz bekerülhet a meghibásodott vízmű rendszerbe, így fertőzheti az ivóvizet. A csapadék egyetlen eloszlása miatt számíthatunk nagy esőzésekre, melyek áradásokhoz vezethetnek és vízzel terjedő járványok kitörését eredményezhetik. A szennyvízcsatornák kiömlése nagy területekre kiterjedő vízfertőzést okoz. A vízzel terjedő fertőző betegségek között lehetnek bakteriális kórokozók (például: Salmonellák vagy E. Coli), paraziták (például bélférgesek), vírusok (például Rota- vírus). A vezetékes ivóvíz szennyeződése fontos problémát okoz Európában. Világszerte gondot okoznak azok az egysejtű élősködők, melyek természetes- és szennyvizekben fordulnak elő. Ezek általában az állatok gyomrában és légutakban élnek. Igen ellenállóak, hideg vízben 3-6 hónapig is élnek, melegebb nyári hónapokban életképességük lecsökken néhány napra. Vízben fertőzött emberi és állati széklettel kerülnek be a szervezetbe. Egészségügyi szempontból azért veszélyesek, mert a fertőtlenítőszerrel szemben

sokkal ellenállóbbak és az ivóvízbe kerülve hasmenéses, hányásos járványokat okozhatnak. Legveszélyeztetettebbek a nyersvizek, valamint azok a helyek, ahova a fertőzés könnyen bekerülhet, így a folyók, tavak, tározók, védtelen karszt kutak, ahonnan közvetlenül veszik ki az ivóvíz előállításához a nyersvizet. [15] [37]

IX. Magyarország járványügyi helyzete 2001- 2010

Ebben a részben bemutatom Hazánk járványügyi helyzetét 2001. évtől a 2010. évig azokra a betegségekre rávetítve, melyekre a globális klímaváltozás hatással van, és amelyeket az előző részben részletesen ismertettem. A 2001-2010. évek közötti időszakban összesen a vizsgált fertőző betegségekből 176 450 fő betegedett meg. A legtöbb fertőzöttet a 2001. évben regisztrálták (20 905 fő), a legkevesebbet pedig a 2007. évben (14022 fő). A legtöbb beteget követelő fertőzés a szalmonella volt (82 409 fő), a legkevesebbet pedig a Nyugat- nílusi láz szedte a vizsgált időszakban (**3. számú ábra**). Hazánkban a kullancsok szinte mindenhol jelen vannak, azonban a legnagyobb rizikójú területek Észak- és Nyugat Magyarország. Magyarországon egyaránt előforduló betegség a Lyme kór és a **vírusos agyvelőgyulladás** is. Agyvelőgyulladás szempontjából emelt kockázatú területek: Észak Magyarország, Nyugat- Magyarország, Duna menti térségek, valamint a Balatoni régió. Fertőzött megyéink: Zala megye, Somogy megye, Vas megye és Nógrád megye. 1995 óta 93 igazolt emberi vírusos agyvelőgyulladás esetet lehetett kapcsolatba hozni a nyers kecsketej fogyasztásával. A 2007. évben 25 ember megbetegedésével járó járványkitörés alkalmával a kecskéket a meleg és aszályos időjárás miatt kiszáradó legelőről egy olyan bokros, bozótos területre terelték legelni, melyet korábban ilyen célokra nem használtak, ez játszhatott szerepet a kecskék megfertőződésében.

27. számú ábra: Bejelentett fertőző megbetegedések 2001- 2010

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Össz.
Vírusos agyvelőgyulladás	55	60	73	76	53	57	69	77	70	50	640
Lyme betegség	1283	1258	1223	1224	1433	1231	947	1811	1738	2355	14503
Malária	21	14	7	7	4	18	7	5	8	5	96
Nyugat- nílusi láz	-	-	-	-	-	-	-	19	7	19	45
Szalmonellózis	10433	10721	9457	7557	8157	9752	6891	7166	6029	6246	82409
Campylobacteriosis	8775	9234	8274	9086	8293	6829	5856	5563	6583	7201	75694
Hepatitis A	337	489	556	381	279	287	252	168	107	207	3063
											176450

(Forrás: Bejelentett fertőző megbetegedések 2001- 2005 /Hozzáférhető:

<http://www.oek.hu/oek.web?nid=509&pid=2&to=&lang=hun> , letöltés: 2012.03.07/

Bejelentett fertőző megbetegedések 2006-2010

/Hozzáférhető: <http://www.oek.hu/oek.web?nid=509&pid=2&to=&lang=hun> , letöltés ideje: 2012.03.07/ ,

Készítette: Ragács Nikoletta)

Vírusos agyvelőgyulladásal összesen 640 beteget regisztráltak a vizsgált az időszakban. A vírusos agyvelőgyulladás tekintetében 2004. évben volt a legtöbb fertőzött beteg, a legkevesebb pedig 2010- ben. A betegség tekintetében változó tendencia figyelhető meg. 2001. évtől a 2004. évig folyamatos emelkedés mutat a tendencia, majd 2005. évben egy hirtelen csökkenés után 2008. évig újra nő a fertőzések száma. 2009. évtől pedig újra csökkenést tapasztalhatunk. Az összes fertőzés 0,003 százalékát teszi ki a vírusos agyvelőgyulladás. E betegséggel ellentétben a **Lyme- kór** az egész országra kiterjedő problémát jelent. Elsősorban a vidéki bokros és erdős, 1000 méteres tengerszint alatti területeket kedvelik a kullancsok és a Nyugat és Észak- Magyarországi területeken a legelterjedtebb a betegség. Lyme betegségben összesen 14.503 fő betegedett meg az elmúlt 10 évben, ebből a 2010. évben a legtöbben (2355 fő) és a 2007. évben a legkevesebben (947 fő). 2001. évtől 2004. évig közel azonos értékeket mutatnak a megbetegedési arányok, azonban 2005. évtől változó tendencia figyelhető meg. Az összes vizsgált fertőző betegség 0,08 százalékát teszik ki a Lyme- kórral fertőzöttek. **Nyugat nílusi lázban** betegedtek meg a legkevesebben a vizsgált időszakban, mindössze 45-en. 2001. évtől egészen 2007. évig nem volt tapasztalható Hazánkban a betegség. Azonban 2008. évben 19 főt regisztráltak, mely a klímaváltozás okán megindult migráció tudhat maga mögött. A fertőzötteket az ország több pontján tapasztalták: Győr- Moson Sopron, Vas, Pest, Csongrád, Jász- Nagykun- Szolnok, valamint Hajdú Bihar megyében. Majd 2009 és 2010. évben összesen 26 főt jegyezték fel. **Maláriában** összesen 96 importált fertőzést regisztráltak. Ebből 2001. évben volt a legtöbb (21 fő) tapasztalt betegség, valamint a legkevesebb 2005. évben (5 fő). 2001. évtől folyamatos csökkenés figyelhető meg a 2006. évig, ahol hirtelen kiugrást tapasztalhatunk a tendenciában, 4 fő után 18 fő beteget regisztráltak. **Szalmonellában** 82 409 fő betegedett meg. Ebből a legtöbben a 2002. évben (10.721 fő), valamint a legkevesebben a 2009. évben (6029 fő). A vizsgált időszakban végig változó tendencia figyelhető meg, azonban az első negyedben megközelítőleg 10 000 fő körül ingadozik a fertőzések aránya, majd 2006. év után már 7000 fő az arány. Az összes vizsgált betegség legtöbb százalékát -megközelítőleg a felét- ez a betegség adja. **Campylobacteriosisban** összesen 75 694 beteget regisztráltak az elmúlt 10 évben. A megbetegedési ráta ennél a betegségnél is igen magas, akárcsak a szalmonellánál. 5000 fő alatt egyik évben sem volt a megbetegedés. A legtöbbet 2004. évben regisztrálták (9086 fő), legkevesebbet pedig a 2007. évben (5856 fő). Ennél a betegségnél is változó tendencia figyelhető meg, valamint az összes vizsgált betegség 42 százalékát mutatja. **Hepatitis A** vírusban 3063-an betegedtek meg összesen a vizsgált intervallumban. Ennél a fertőző betegségnél nem mutatnak túl nagy számokat az évek. A legtöbb beteget 2003- ban regisztrálták, mindösszesen 556 fővel. A legkevesebben pedig 2009. évben fertőződtek meg (107 fő). A 2003. év után szinte folyamatos csökkenést figyelhetünk meg. Az összes vizsgált betegség 0, 17 százalékát teszi ki ez a betegség. A 2005 és 2010. évek közötti időszakban a legtöbb Maláriás megbetegedéseket a szeptemberi és az októberi hónapokban, Pest megyében regisztrálták. A nyugat- nílusi lázban szenvedők közül a 4 év alatt 1 halálos áldozat volt. A legtöbb Szalmonellával fertőzött esetet a júliusi és augusztusi hónapokban tapasztalhattuk és a legtöbben Budapesten és Csongrád megyében betegedtek meg. Borsod- Abaúj- Zemplén megyében és Szabolcs- Szatmár- Bereg megyében jegyezték fel a legtöbb Hepatitis A vírussal fertőzött személyt. 2006- 2010 közötti években ez a fertőző betegségnek 2 halálos áldozatot követelt. [71] [94] [95] [96] [97] [98] [99] [100] [101] [102]

X. Kapott eredmények értelmezése, javaslatok, ajánlások

A dolgozat utolsó fejezete az összegzést, a javaslatot és ajánlást tartalmazza. Ebben a fejezetben fejtem ki a dolgozat írása közben kialakult gondolataimat, véleményeimet, javaslataimat és ajánlásaimat a témával kapcsolatban.

X.1. Eredmények értelmezése

Földünkön számos programot és intézkedést készítenek elő annak érdekében, hogy segítségükkel előre jelezhetőek legyenek a klímaváltozás várható hatásai. Hazánkban a Magyar Tudományos Akadémia VAHAVA programja foglalkozik ezzel a kérdéssel.

A globális klímaváltozás egészségügyi vonatkozásai megkérdőjelezhetetlenek. Jelenlegi adatok, kutatásaim és a kapott interjúk (melyeket a terjedelem korlátozása miatt a dolgozatomból kihagytam) alapján a hőmérsékletváltozás szervezetünkre számos olyan hatást gyakorol jelenleg és a jövőben is, melyek ellen mostantól fel kell venni a harcot. Tudományos dolgozatom e hatásokat mutatja be, valamint kiélezve elemzi a járványügy rizikófaktorait. Dolgozatomnak két fő szempontja van: először is bemutatom a klímaváltozás egészségügyi hatásait, másrészt kiemelten foglalkozom és rávilágítok a járványügy kockázati tényezőire. Kutatásaimat összegezve a következő eredményekre jutottam: a globális klímaváltozás következményeként számos tételt fel lehet sorakoztatni melyek között húzódnak az egészségügyi aspektusok is. E hatások közül is az indirekt, azaz a közvetett hatások dominálnak. Vizsgálataim rávilágítottak arra, hogy a szív- érrendszeri és légúti megbetegedések és halálozások száma kiemelkedően magas eredményt mutatnak hőhullámok idején. Ezen kívül nem elhanyagolhatóak az UV sugárzás károsító hatásai, illetve az allergiás megbetegedések sem. A téma feltérképezése alatt bizonyosodást nyert az a tény, hogy az ultraibolya sugárzás akadálytalan behatolása nagy számban növeli a bőrdaganatos megbetegedések számát, illetve a látászervi kóros elváltozásokat. Bizonyítást nyert, hogy az allergén növények virágázása a hőmérsékletváltozás következtében előbb kezdődik, ezáltal növelve az allergiás megbetegedések számát. Azonban tudományos vizsgálataim középpontjában a járványügyi hatások kaptak fő szerepet. Azért is emeltem ki e tényezőket, mert az utóbbi években a különböző vírusok sokkal immunisabbakká váltak, valamint a fertőző betegségek megjelentek olyan területeken ahol eddig egyáltalán, vagy csak csekély mértékben voltak tapasztalhatóak. Valamint az a tény sem mellőzhető, hogy ez a probléma Hazánkat is nagymértékben érinti. Kutatásaim alatt arra jutottam, hogy a vektorok által közvetített megbetegedések dominálnak az élelmiszeres és víz eredetű járványos megbetegedésekkel szemben. A vektorok közül a legtöbb megbetegedést pedig a kullancsok okozzák. Bizonyodást nyert az is, hogy a globális hőmérsékletváltozás befolyással van arra a tényre, hogy egyes fertőző betegségek átalakuláson mennek át, és ezek megjelennek eddig még nem tapasztalt területeken is. A vektorok léte szempontjából a klímaváltozás egy pozitív hatás, ugyanis az enyhe telek kedveznek a szaporodásuk és túlélésük

szempontjából. Ez azért is nagy probléma, mert számos fertőző megbetegedésre nincsen oltóanyag, illetve gyógy terápia. Valamint a fertőzött területekről a még sterilekre behurcolhatják az egyes betegségeket, melyek ott elterjedhetnek.

Hazánkat sem kerüli el a klímaváltozás egészségügyi szempontból. Döntő többségben az ételmérgezéses fertőző megbetegedések vannak, főleg a nyári időszakokban. Számtani adatok kimutatták, hogy az elmúlt években a kullancsok által terjesztett megbetegedések száma – ha csekély mértékben is – de nőtt. Ezen felül 2008. évben megjelent Hazánkban, eddig még nem tapasztalt betegség a Nyugat- nílusi láz, mely bizonyítja azt a tényt - melyet az előző sorokban is kifejtettem-, hogy a klímaváltozás hatására Hazánkban is megjelennek olyan megbetegedések (ha csak behurcolt formában is) melyek eddig egyáltalán nem voltak fellelhetőek. Az összes fertőző megbetegedés legveszélyeztetettebb csoportjai az idősek korosztálya, a gyermekek, a szegényebb közösségek valamint a betegségben szenvedők. Tehát a klímaváltozás kedvezőtlen egészségügyi hatásai Hazánkat is ugyanúgy érintik, mint a világ bármely más pontját. Kutatásaim alapján arra a következtetésre jutottam, hogy a globális hőmérsékletváltozás nagymértékben veszélyezteti szervezetünket mind mentális, mind járványügyi szempontból illetve, hogy az eddig távolinak tűnt halálos kórokkal már itthon is találkozhatunk és az ezek elleni védekezést mostantól sokkal komolyabban kell kezelnünk.

X.2. Javaslatok

A klímaváltozás jelenségének káros egészségügyi számottevőivel a lakosság nagy része nincs tisztában, ezen kívül pedig gyermekeinket már legkisebb kortól nevelnünk kell a környezettudatos életre, illetve tájékoztatni kell őket erről a globális környezeti problémáról és káros hatásairól, ezért javaslataim elsősorban a megelőzés felé orientálódnak. Polgári védelem szempontjából az ifjúságvédelmi felkészítés területén „A gyermek- és ifjúságfelkészítés 3X3-as akcióterv” megnevezésű programba a legkisebb kortól fokozatosan be kell építeni a klímaváltozás jelenségét, illetve ezekhez színes figyelemfelkeltő és vicces formában promóciós anyagok párosítását javaslom, valamint a pedagógusok felkészítését az éghajlatváltozás témájában. A katasztrófavédelmi ifjúsági versenyek állomásai közé vagy azokba beékelni a klímaváltozás környezet és egészségkárosító hatásainak, illetve járvány kitörésekor az általános teendők ismeretét, hiszen maga az éghajlatváltozás egy globális környezeti problémává nőtte ki magát, mely számos katasztrófát indukál világszerte és e tudás hiánya gondolataim szerint elengedhetetlen egy katasztrófavédelmi verseny során. Ezen kívül a család minden tagjának biztosítani kell a globális felmelegedés következményeinek ismeretét, ezt pedig „Családi klíma napok” néven szervezett rendezvényeken lehetne megvalósítani, ahol a gyermekek számára figyelemfelkeltő, színes és humoros játékokkal és ajándékokkal, illetve nagyobbak számára elrettentő képekkel, előadásokkal lehetne felkelteni a figyelmet arra, hogy védjék szervezetüket és környezettudatosabban éljenek. A nemzeti alaptantervbe elmélyültebb formában helyezni a klímaváltozással kapcsolatos legfontosabb tényeket, illetve az ellene való védekezés mechanizmusát. Gyermekek számára foglalkoztató füzetek kiadása (mint például a „Biztonságos ünnepek” című kiadványok). Hőhullámok és UV expozíció terén a lakosságot minél

szélesebb körben kell tájékoztatni a magas hősről, illetve az ultraibolya sugárzás károsító hatásairól. Ez a tájékoztatás jelenjen meg a médiában, szórólapokon, újságokban, plakátokon, valamint iskolai környezetben is (főleg fiatalok szempontjából). Magas hőség esetén, közterületeken való ivóvíz osztása. Turisták figyelemfelkeltése hőség, vagy UV riasztás szempontjából. Az allergiás megbetegedésekkel szemben fokozottabb ellenőrzés gyommentesítés szempontjából, valamint pollenfigyelő hálózat bővítése, az előrejelzések fokozottabb közzététele a lakosság felé. Vektorok által közvetített megbetegedések megelőzésére javaslatom a vektorok elterjedésének kontrollálására irányul. Fokozottabb kullancsirtás és szúnyogirtás. A kullancsok előfordulási helyei követlen közelében figyelemfelkeltő plakátok elhelyezése. Humán védőoltások kifejlesztése, epidemiológiai adatok gyűjtése, cselekvési tervek generálása és azok összehangolása, valamint a vektorok közelében dolgozó munkások beoltása. Járványügyi tervek kidolgozása, oltóanyagok fejlesztése. Turisták felkészítése külföldre látogatásuk előtt. Ételmérgezések szempontjából az élelmiszer- biztonság valamint az ivóvíz minőségének fokozottabb ellenőrzésére lenne szükség. Ezen kívül pedig szükségesnek érzem az egészségügyi rendszerek ellátó képességének a bővítését, illetve hogy hazai és nemzetközi szervezeteinkkel, egyesületeinkkel összehangolt munka során védekezzünk az éghajlatváltozás várható hatásai ellen.

X.3. Ajánlások

1. Tudományos munkámat ajánlom orvos, környezetvédelmi és katasztrófavédelmi szakembereknek, illetve járványüggyel foglalkozó személyeknek, ugyanis orvostani és környezetvédelmi szempontból is átfogó ismereteket nyújt.
2. Ajánlom jogalkotás szempontjából, főleg a lakosságkommunikáció, illetve járványügyi tervek kidolgozása terén.
3. Ajánlom a szakoktatásban, a Nemzeti Közszolgálati Egyetem katasztrófavédelmi oktatásában, illetve más egyetemen és főiskolán katasztrófavédelmi, környezetvédelmi és egészségügyi oktatásban.
4. Ajánlom dolgozatom sokszorosítását szórólapos formában lakosságtájékoztatás szempontjából, illetve a téma népszerűsítése érdekében is.

Felhasznált irodalom

1. HADMÉRNÖK IV. évfolyam 1. szám, Hankó Mária, Földi László: *A klímaváltozás várható nemkívánatos hatásai és a kritikus szektorok*
2. Takács- Sánta András, Kiss Maja: *A globális éghajlatváltozás (2007) / hozzáférhető: www.vedegylet.hu/globfesz2/anyag/Eghajlat_web.pdf / letöltés ideje: 2012. 02. 03/*
3. *Európai Bizottság: Éghajlatváltozás- mi is az egyáltalán? Bevezetés fiataloknak 2. (2006, kiadta: Az Európai Községek Hivatalos Kiadványainak Hivatala)*
4. „KLÍMA- 21” FÜZETEK- KLÍMAVÁLTOZÁS- HATÁSOK- VÁLASZOK 2010. 59. szám
5. *Sohyosi József Dsc dolgozat: A klímaváltozás és hatásai (2008)*
6. *A globális klímaváltozás és várható hatásai a növénytermesztésben / hozzáférhető: <http://mezohir.hu/mezohir/2005/06/a-globalis-klimavaltozas-es-varhato-hazai-batasai-a-novenytermesztésben/> / letöltés ideje: 2012.02.05/*
7. *Dittrich Ernő (egyetemi adjunktus, PTE PMMK Környezetmérnöki Tanszék): A klímaváltozás hatásai Hazánk vízgazdálkodására / hozzáférhető: tkk.pte.hu/kornyeztudomany/download/oktatas/k.../2ea_kieg.pdf / letöltés ideje: 2012.02.05/*

8. Prof. Dr. Solymos József: *A klímaváltozás várható nemkívánatos hatásai, kritikus szektorok és a katasztrófavédelmet érintő indikátorok vizsgálata, kidolgozása* / hozzáférhető: www.vedelem.hu/letoltes/tanulmany/tan166.pdf / letöltés ideje: 2012.02.05 /
9. Globális klímaváltozás: *Hazai hatások és válaszok (KVM-MTA „VAHAVA projekt”) előzetes összefoglalása* / hozzáférhető: mta.hu/fileadmin/2005/09/vahava0915.pdf / letöltés ideje: 2012.02.05 /
10. Besze Szilvia- Doroka Áron: *Klímaváltozás (2008, EU POLGÁR: tudás*
11. AZ EURÓPAI KÖZÖSSÉGEK BIZOTTSÁGA- BIZOTTSÁGI SZOLGÁLATI MUNKADOKUMENTUM-FEHÉR KÖNYV: *Az éghajlatváltozás hatása az emberek, az állatok és a növények egészségére (Brüsszel, 2009)* / hozzáférhető: ec.europa.eu/health/archive/ph_threats/.../com_2009-147_hu.pdf, letöltés ideje: 2012.02.18 /
12. Baji Gábor, erdey Mercédesz, Erdélyi Szabolcs, Feiler József, Lugosi Krisztián, Mihók Barbara, Staller Sára: *Klímaváltozás* / Hozzáférhető: mek.oszk.hu/01100/01154/01154.rtf, letöltés ideje: 2012.02.08 /
13. Bartha Enikő- Boglár (ELTE, szakdolgozat): *A globális klímaváltozás egészségügyi hatásai Európában és Magyarországon (2010)* / Hozzáférhető: nimbus.elte.hu/hallgatok/graduated/docs/.../BarthaBoglarka_2010.pd..., letöltés ideje: 2012.02.19 /
14. HUMÁN- ÉS ÁLLAT EGÉSZSÉGÜGYI MUNKACSOPORT SZCENÁRIÓJA- *Környezeti jövőkép – környezet és klímabiztonság: Éghajlatváltozás várható hatásai a humán- és állategészségügy területén (2009)*
15. Páldy Anna (Országos Környezetegészségügyi Intézet): *Klímaváltozás hatása a munkavállalók egészségére* / Hozzáférhető: www.panmed.hu/letoltesek/tovabbkepzes.2011.02.26_Paldy_Anna.pdf, letöltés ideje: 2012.02.21 /
16. Milos Ákos: *A hőstressz megértése I. rész* / Hozzáférhető: http://tuztorony.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=54:a-bstresz-megertese-i-resz&catid=1:toltosaggal-kepcsolatos-informaciok&Itemid=39, letöltés ideje: 2012.02.21 /
17. Fodor József (Országos Közegészségügyi Központ, Országos Környezet- egészségügyi Intézet): *Mit tegyünk a hőhullámok kedvezőtlen hatásai ellen?* / Hozzáférhető: <http://lakossag.katasztrofavedelem.hu/?pageid=79&content=1>, letöltés ideje: 2012.02.14 /
18. Gyakoribb hőhullámok a klímaváltozás számláján / Hozzáférhető: <http://www.idojaras.hu/gyakoribb-hohullamok-klimavaltozas-szamlajan>, letöltés ideje: 2012.02.22 /
19. *Hitze fordert in Chicago an einem Tag 56 Opfer* / Hozzáférhető: http://www.welt.de/print-welt/article660404/Hitze_fordert_in_Chicago_an_einem_Tag_56_Opfer.html, letöltés ideje: 2012.02.22 /
20. Papp Elemér: *Ultraibolya sugárzás* / Hozzáférhető: http://www.enc.hu/1enciklopedia/fogalmi/fiz_atom/ultraibolya_sugarzas.htm, letöltés ideje: 2012.02.28 /
21. *Az UV sugárzás és fajtái, az UV index (grafika)* / Hozzáférhető: <http://www.alon.hu/az-uv-sugarzas-es-fajtai-az-uv-index-grafika>, letöltés ideje: 2012.02.26 /
23. *BŐRBETEGÉGEK: Melanoma malignum* / Hozzáférhető: <http://www.euromedica.hu/index.php?id=18>, letöltés ideje: 2012.02.03 /
24. Dr. Zsurga Judit: *A lélegs veszélyei* / Hozzáférhető: <http://www.webbeteg.hu/cikkek/borbetegsegek/238/a-leeges-veszelyei> letöltés ideje: 2012.02.30 /
25. World Health Organization: *Ultraibolya sugárzás és egészség* / Hozzáférhető: www.napsugarzas.hu/downloads/who_uv_allasfoglalas.pdf, letöltés ideje: 2012.03.30 /
26. *Betegséglexikon: Szürkebágyog* / Hozzáférhető: <http://www.bazipatika.com/betegseglexikon/szurkebalyog/107?HPID=E14791CC-19170FBE-E749EBF5-BOBF1BF2>, letöltés ideje: 2012.02.30 /
27. Mark H. Beers: *MSD Orvosi kézikönyv a családban (2. bővített kiadás)*
28. Apatini Dóra, Novák Edit, Bobvos János, Páldy Anna (Országos Környezetegészségügyi Intézet): *A klímaváltozás hatása az allergén növények megjelenésére – mi várható hazánkban?* / Hozzáférhető: www.vahavahalozat.hu/files/Kecskemet/1_Szekcio.../7_Apatini.pdf, letöltés ideje: 2012.03.10 /
29. Dr. Horváth Levente (MTA- BCE Alkalmazkodás a klímaváltozáshoz kutatócsoport): *Alkalmazkodási kihívások és eszközök az éghajlatváltozási kerettörvényben* / Hozzáférhető: www.nfft.hu/.../Alkalmazkodasi_kihivasok_es_eszkozok_az_eghajlat..., letöltés ideje: 2012.03.25 /
30. *Allergiát okozó anyagok (allergének)* / Hozzáférhető: <http://www.allergiaoktor.com/index.php?oldal=allergia/allergiatokozo.html>, letöltés ideje: 2012.03.25 /

31. A klímaváltozás várható egészségügyi hatásai /Hozzáférhető: <http://www.meteoline.hu/?m=214> , letöltés ideje: 2012.03.25/
32. Demeter Rabin: A klímaváltozás hatásai az egészségügyre /Hozzáférhető: nimbuselte.hu/.../6-Demeter-R-... , letöltés ideje: 2012.03.25/
33. Egészségügyi kártevők /Hozzáférhető: [www.sze.hu/...1 környezetegészség/Természettetegészségtan HB.pdf](http://www.sze.hu/...1_kornyvegeszseg/Termeszettetegeszsegtan_HB.pdf) , letöltés ideje: 2012. 03. 14/
35. Dr. Mód Kázmér Richárd: Kullancs betegségek – Agyvelőgyulladás (kullancsencephalitis) /Hozzáférhető: <http://www.kullancsvedelem.hu/betegsegek/agyvelogyulladas-kullancsencephalitis/> , letöltés ideje: 2012.03.14/
36. Dr. Mód Kázmér Richárd: Kullancs betegségek – Lyme kór (lyme borreliosis) /Hozzáférhető: <http://www.kullancsvedelem.hu/betegsegek/lyme-kor-lyme-borreliosis/> , letöltés ideje: 2012.03.14/
37. Dr. Kobut László: A globális klímaváltozás egészségügyi vonatkozásai (konferencia anyag)
38. Mark H. Beers: MSD kézikönyv a családban – Babeziózis (2. bővített kiadás)
39. Zöld Újság: Járványok – a klímaváltozás következménye (2009.03. szám)
40. Informationen zur Vermeidung von Hantavirus- Infektionen /Hozzáférhető: www.charite.de/virologie/hantapraen.pdf , letöltés ideje: 2012. 03. 20 /
41. Hantavírus- fertőzés /Hozzáférhető: http://www.informed.hu/betegsegek/betegsegek_reszletesen/infections/viral/hantavirus , letöltés ideje: 2012.03.20/
42. Morbus betegség- beavatkozás kereső /Hozzáférhető: http://www.pharmasoft.hu/morbus/disease.jsp?id=41735&page_id=1&letter=L&search= , letöltés ideje: 2012.03. 30/
43. Országos Epidemiológiai Központ, betegségleírás: Leishmaniasis /Hozzáférhető: <http://www.oek.hu/oek.web?nid=307&pid=1> , letöltés ideje: 2012.03.30/
44. László János, Szinger László: Leishmaniasis előfordulása Hazánkban (Szent László Korbácz) /Hozzáférhető: http://www.informed.hu/?tPath=/print/betegsegek/gyacs/application&article_print=yes&article_id=107097
45. Országos Epidemiológiai Központ, betegségleírás: Malária /Hozzáférhető: <http://www.oek.hu/oek.web?nid=230&pid=1> , letöltés ideje: 2012.03.30/
46. Máriáss Márta: Betegségek A-Z – Malária /Hozzáférhető: http://www.bazipatika.com/betegsegek_a_z/malaria/244 , letöltés ideje: 2012.03.30/
47. Országos Epidemiológiai Központ, betegségleírás: Nyugat- Nílusi láz /Hozzáférhető: <http://www.oek.hu/oek.web?nid=872&pid=1> , letöltés ideje: 2012.03.30/
48. Országos Epidemiológiai Központ, betegségleírás: Chikungunya- láz /Hozzáférhető: <http://www.oek.hu/oek.web?nid=482&pid=1> , letöltés ideje: 2012.03.30/
49. Országos Epidemiológiai Központ betegségleírás: Kolera /Hozzáférhető: <http://www.oek.hu/oek.web?nid=343&pid=1> , letöltés ideje: 2012.04.04/
50. Pestis leírása (BNO10: A20) /Hozzáférhető: www.weborvos.hu/adat/files/Pestis.doc , letöltés ideje: 2012.04.07/
51. Országos Epidemiológiai Intézet, betegségleírás: Sárgaláz /Hozzáférhető: <http://www.oek.hu/oek.web?nid=325&pid=1> , letöltés ideje: 2012.04.07/
52. Dr. Hováth Balázs: A sárgaláz [http://www.webbeteg.hu/cikkek/egzotikus betegsegek utazas/68/sargalaz](http://www.webbeteg.hu/cikkek/egzotikus_betegsegek_utazas/68/sargalaz)
53. Afrikai álomkór – Trypanosomiasis /Hozzáférhető: <http://www.csaladi-nyaralas.ro/egeszseg/Vedoottasok/afrikai-alomkor-trypanosomiasis.html> , letöltés ideje: 2012.04.07/
54. Országos Epidemiológiai Intézet, betegségleírás: Álomkór /Hozzáférhető: <http://www.oek.hu/oek.web?nid=305&pid=1> , letöltés ideje: 2012.04.07/
55. OKF Lakosságfelkészítés – járványok /Hozzáférhető: <http://lakossag.katasztrofavedelem.hu/?pageid=91&content=1> , letöltés ideje: 2012.04.07/
56. Vírusos agyvelőgyulladás Indiában /Hozzáférhető: http://www.infocelldomok.hu/bir_olvas/permalink:virusos-agyvelogyulladas-gyilkol-indiaban-2011-10-13-141300/ , letöltés ideje: 2012.04.08/
57. Lyme kóros megbetegedések / Hozzáférhető: [http://kapos.hu/birek/kis szines/2010-10-16/nott a lyme-koros megbetegedések szama .html](http://kapos.hu/birek/kis_szines/2010-10-16/nott_a_lyme-koros megbetegedések_szama.html) , letöltés ideje: 2012.04.08/
64. Pestis járvány Peruban/Hozzáférhető: http://bvg.hu/egeszseg/20100813_peru_pestisjarvany , letöltés ideje: 2012.04.08/
65. Sárgaláz tombol Brazíliában /Hozzáférhető: <http://www.utazaselott.hu/brazilia-sargalaz.html> , letöltés ideje: 2012.04.08/
66. Ebola járvány Kongóban /Hozzáférhető: [http://lightscience.blog.hu/2007/09/12/ebola jarvany kongoban](http://lightscience.blog.hu/2007/09/12/ebola_jarvany_kongoban) , letöltés ideje: 2012.04.08/

67. Dr. Horváth Levente: *Alkalmazkodási kibívások és eszközök az éghajlatváltozási kerettörvényben* www.nfft.hu/.../Alkalmazkodasi_kibinasok_es_eszkozok_az_eghajlat...
68. Hasmenés és kiszáradás (minden a hasmenséről és kiszáradásról egy helyen) <http://hasmenes-kiszaradas.hu/szalmonella> , letöltés ideje: 2012.04.09/
69. *Szalmonellózis /Hozzáférhető:* http://www.tqconsulting.hu/index.php?bir_id=170&oldal=bir&m1=7&m2=42&m3= , letöltés ideje: 2012.04.09/
70. Magyarország 2001. évi járványügyi helyzete *Epinfo 9. évfolyam 7. különszám,*
71. Magyarország 2002. évi járványügyi helyzete *Epinfo 10. évfolyam 6. különszám,* Magyarország 2003. évi járványügyi helyzete *Epinfo 11. évfolyam 5. különszám,* Magyarország 2004. évi járványügyi helyzete *Epinfo 13. évfolyam 3. különszám,* Magyarország 2005. évi járványügyi helyzete *Epinfo 14. évfolyam 2. különszám,* Magyarország 2006. évi járványügyi helyzete *Epinfo 15. évfolyam 3. különszám,* Magyarország 2007. évi járványügyi helyzete *Epinfo 18. évfolyam 2. különszám,* Magyarország 2008. évi járványügyi helyzete *Epinfo 18. évfolyam 3. különszám,* Magyarország 2009. évi járványügyi helyzete *Epinfo 18. évfolyam 7. különszám,* [Magyarország 2010. évi járványügyi helyzete](#) (előzetes jelentés) *Epinfo 2011; 26-27. szám .*

ELŐADÁS

RAGÁCS NIKOLETTA

A globális klímaváltozás humán egészségügyi aspektusai – különös tekintettel a járványügy kockázati tényezőire

Készítette: Ragács Nikoletta

Nemzeti Közszolgálati Egyetem

Katasztrófavédelmi Intézet

Védelmi Igazgatás szak

Katasztrófavédelmi szakirány



A globális klímaváltozás humán egészségügyi aspektusai – különös tekintettel a járványügyi kockázati tényezőire

Fő tartalmi elemek

- 1. Klímaváltozás direkt – indirekt hatásai**
- 2. Hőhullámok hatása, ultraibolya sugárzás, allergén növények egészségügyi hatásai**
- 3. Vektorok általi megbetegedések**
- 4. Élelmiszerek és víz eredetű problémák**
- 5. Hazai járványügyi helyzet értékelése**
- 6. Összegzés**

Témaválasztás

- **Vektorok által terjesztett megbetegedések számának drasztikus növekedése**
- **Allergiás és daganatos megbetegedések drasztikus növekedése**
- **Eddig nem tapasztalt fertőző megbetegedések megjelenése nem tapasztalt területeken**

Kutatási célkitűzés

- **A klímaváltozás szervezetünkre gyakorolt hatásainak lényegre törő elemzés**
- **Járványügyi kockázatok ismertetése**
- **Hazai járványügyi helyzet értékelése**

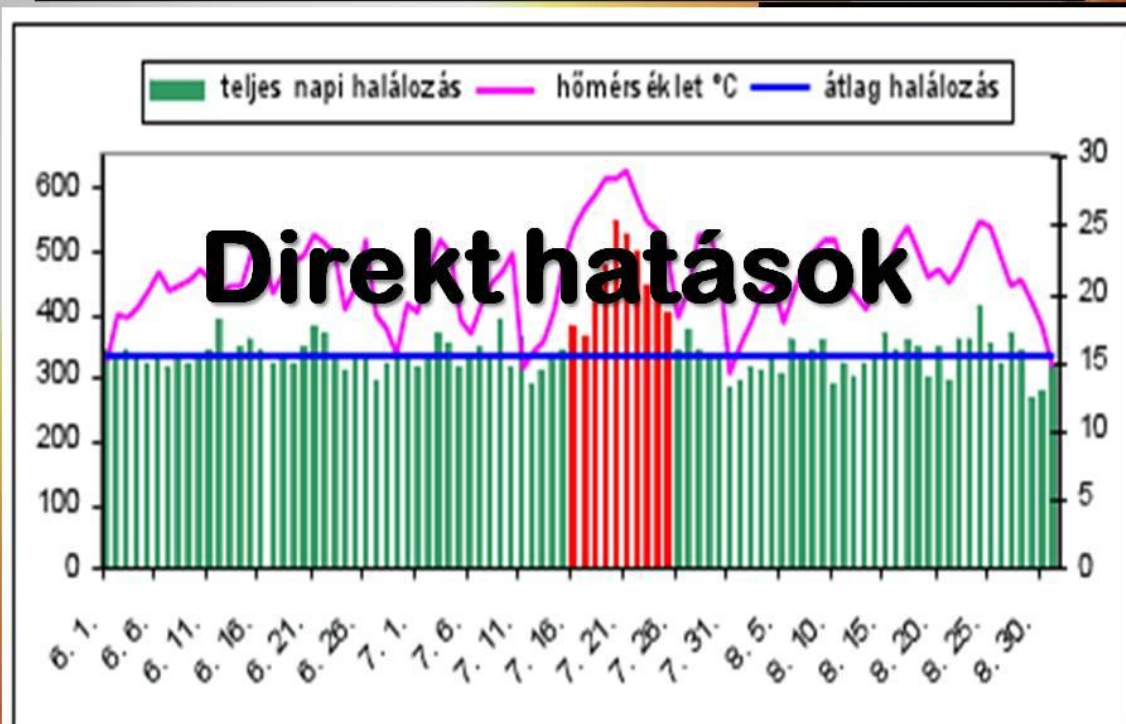
Kutatási módszerek

- **Internetes forrás**
- **Riport készítés**
- **Könyvtár látogatás**
- **Nemzetközi, hazai szakirodalom**
- **Média figyelése**

Klíímaváltozás egészségügyi hatásai



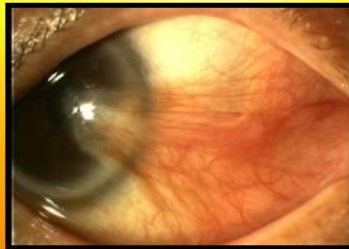
Hőmérsékletváltozás, hőhullám



Ultraibolya sugárzás

BŐRRE GYAKOROLT

- Bőrrák
- Leégés → Bőr öregedése
- 2000.év → 200 000 melanomás haláleset
- Szürkehályog → összes vakság 5%-a



SZEMRE GYAKOROLT

- Szürkehályog
- Kúszóhártya
- Szem felszíni daganata

Allergén növények

TAVASZ → POLLEN → ALLERGIA

- Allergiás megbetegedések növekedése
- Szénanátha
- Asztma, asztmás rohamok

Indirekt hatások



Járványtan

(EPIDEMIOLOGIA)

keletkezés

elterjedés

megelőzés, felszámolás

KLÍMAVÁLTOZÁS

Vektorok által

Víz és élelmiszerek által

Vektorok általi megbetegedések

Vektor →

- vérszívók
- élelmiszerlátogatók
- élelmiszer- kártevők
- környezeti kártevők
- különleges ártalmat okozó
- rágcsálók



Kullancs általi megbetegedések

- Vírusos agyvelőgyulladás
- Lyme- kór
- Babeziózis



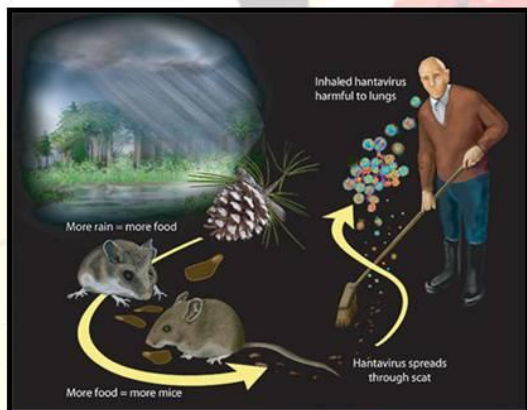
Szúnyog általi megbetegedések

- Leishmaniasis
- Rift- völgyi láz
- Malária
- Nyugat-nílusi láz
- Chikungunya láz
- Sárgaláz



Egyéb vektorok általi megbetegedések

- Rágcsáló → Hantavírus
- Bolha → Pestis
- Cecelégylet → Álomkór

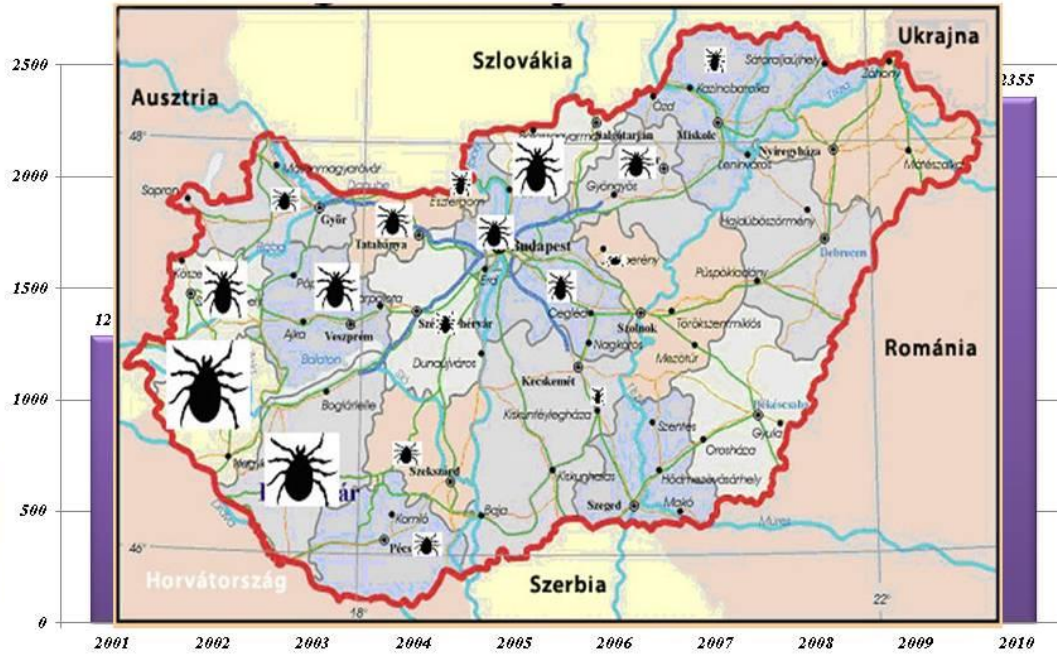


Élelmiszerek, víz eredetű problémák

- Szalmonellózis
- Campylobacteriosis, Hepatitis A
- Víz eredetű fertőzések (E. Coli, bélférgek, Rota-vírus stb.)
- Kolera
- Ebola

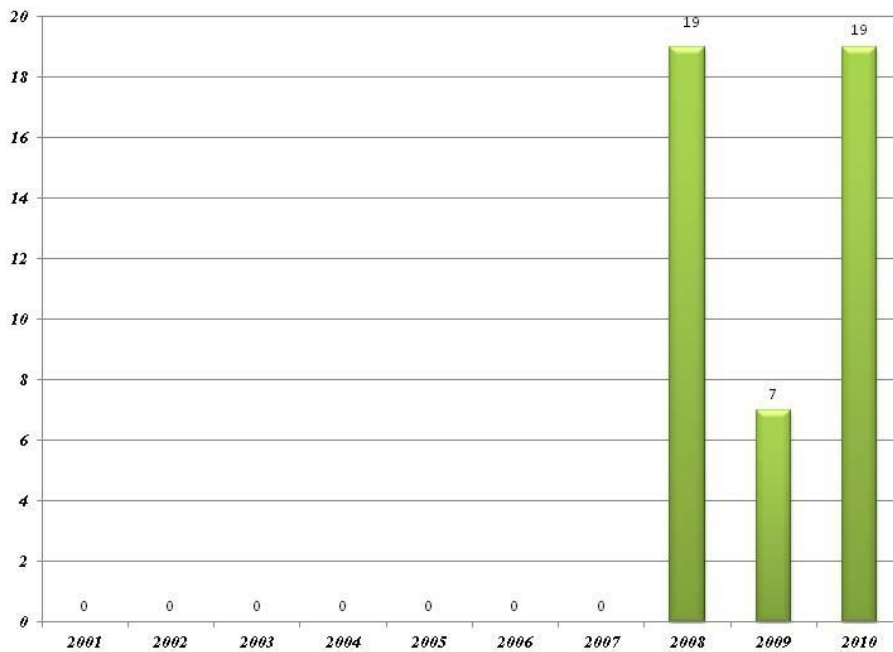


Hazai járványügyi helyzet



Hazai járványügyi helyzet

Nyugat- nilusi láz fő/év



Kapott eredmények értelmezése

- Indirekt hatások dominálnak
- Szív- és érrendszeri megbetegedések hűhullám idején → kiemelkedően magas
- Bőrdaganatos megbetegedések számának drasztikus növekedése
- Látószervi kóros elváltozások
- Enyhe telek kedvező hatása → vektorok drasztikus elszaporodása
- Fertőző megbetegedések megjelenése eddig nem tapasztalt területeken
- Fertőzött területekről steril területekre behurcolt megbetegedések

Kapott eredmények értelmezése

- Számos betegségre nincs oltóanyag
- Hazánkban az ételmérgező fertőző betegségek dominálnak
- Kullancsok számának növekedése

Javaslatok

- „A gyermek- és ifjúságfelkészítés 3X3-as akcióterv” → klímaváltozás beépítése
- Ifjúsági versenyek állomásiba
- „Családi klíma napok”
- Nemzeti alaptanterv
- Foglalkoztató füzetek gyermekeknek
- Hőhullám, UV sugárzás → lakosság tájékoztatása
- Fokozott ellenőrzés gyommentesítés szempontjából
- Pollenfigyelő hálózat bővítése
- Fokozott kullancs és szúnyogirtás
- Figyelemfelkeltő plakátok elhelyezése
- Humán védőoltások fejlesztése
- Vektorok közelében dolgozó munkások beoltása

- Járványügyi tervek kidolgozása, oltóanyag fejlesztés
- Felkészítés külföldre utazás előtt
- Élelmiszerek és ivóvíz minőségének fokozottabb ellenőrzése
- Egészségügyi rendszerek bővítése

Ajánlások

- Környezetvédelmi, katasztrófavédelmi és orvos szakembereknek
- Jogalkotás szempontjából (lakossággkommunikáció, munkavédelem)
- Oktatásban
- Sokszorosítás szórólapos formában lakosságtájékoztatás szempontjából

LEMENT AZ ÁRVÍZ,
JÖHET A CSODÁS
NYÁR!

**Köszönöm a megtisztelő
figyelmet!**



PÁLYÁZATI ANYAG

Prof. Dr. SZAKÁL BÉLA

CIMER ZSOLT

Problémák a robbanóanyagok tárolásából származó kockázatok
elemzésében (Tanulmány)

Problémák a robbanóanyagok tárolásából származó kockázatok elemzésében

(Tanulmány)

Bevezetés

Olyan veszélyes üzemek vonatkozásában, ahol a szilárd vagy folyékony robbanóanyagok egyidejű detonálása jelenti a veszélyt, a robbanások következményeit kell elemezni a (Katasztrófa törvény szerinti) biztonsági dokumentációk készítésekor. Az elemző módszerek azonban nem kifejezetten a lakossági kockázatok számítására lettek kifejlesztve, ezért több nehézség merült fel alkalmazhatóságuk vonatkozásában. E tanulmány ezen ellentmondásokat részletezi és javaslatot tesz megoldásukra, és egy gyakorlati példán keresztül mutatja be a módszer alkalmazását.

I. Problémafelvetés:

A robbanóanyagok jelenlétéből származó kockázatok elemzésére nincs egyértelműen alkalmazható módszer. A pontszerű forrásból kiinduló robbanás, mint jellemző folyamat pillanatszerűen játszódik le, így a „hagyományos” módszereket – mint például probit analízis – nem jellemzően alkalmazzák.

A (Katasztrófa törvény szerint meghatározott) veszélyes üzemi biztonsági dokumentációk (biztonsági jelentés, biztonsági elemzés) készítése során a robbanóanyagok jelenlétéből származó veszélyek értékelésére az alábbi értékelési módszerek használatosak:

II. 2/1987. (II. 17.) IpM számú rendelettel kiadott Robbanóanyag-ipari Biztonsági Szabályzat

A módszer – információink szerint – annak ellenére, hogy a magyar jogrendben már nem hatályos, nemzetközileg elfogadott módszerre épül. E módszer lényege, hogy a (nem hatályos) jogszabályban ismertetett képletek segítségével meghatározhatók a különböző funkciójú létesítmények és a veszélyes üzem közötti minimális biztonsági távolságok. A módszer előnyei:

- alkalmazása egyszerű,
- gyors,
- figyelembe veszi az üzem helyi sajátosságait, a természetes és mesterséges csillapítási tényezőket, mint kockázatsökkentő intézkedéseket.

Hátránya: a módszer nem felel meg a jelzett törvény végrehajtási kormányrendelete (a továbbiakban: Rendelet) előírásainak, segítségével a halálozás egyéni-, a társadalmi és a sérülés egyéni kockázat nem határozható meg.

III. A Rendelet előírásainak megfelelő módszer

A Rendeletnek megfelelő módszer – halálozás egyéni kockázat, társadalmi kockázat, sérülés egyéni kockázat meghatározása – több lépésből áll:

a) Az esemény gyakoriságának meghatározása

A robbanás bekövetkezésének lehetséges gyakoriságára (frekvenciára) a nemzetközi szakirodalom (Guidelines for quantitative risk assesment („Purple Book”) és a Controlling risks around explosives stores, HSE, 2002.) vonatkozó fejezetei javasolnak frekvencia értékeket az eddigiekben bekövetkezett események alapján. A „Purple Book” 1×10^{-5} /év, a HSE 3×10^{-4} /raktár év, illetve 2×10^{-4} /raktár év értéket javasol. Tapasztalat szerint a magyar jogrend szerint az ezt felülvizsgáló hatósági szervezet, a Magyar Kereskedelmi és Ellenőrzési Hivatal (a továbbiakban: szakhatóság) ezeket az értékeket közvetlenül nem fogadja el, így a biztonsági dokumentációkat készítő szakértőknek javasolt felülvizsgálni ezeket valamilyen elemző – többnyire hibafa – módszerrel. Tapasztalatunk szerint a hibafa módszerrel felülvizsgált, és a szakirodalmi értékek között nincs jelentős eltérés.

Ugyanakkor a szakhatóság állásfoglalás szerinti néhány – természeti csapás és repülőszerencsétlenség – alapesemény figyelembevételén el kell gondolkodni. A robbanóanyag tárolására épített tároló-helyek megerősített szerkezetűek, nincs pontos információ arra, hogy a földrengésnek milyen mértékben állnak ellen. Az biztos, hogy számottevően jobban mint a lakóépületek. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy földrengés során a következmények magából a földrengésből adódóan várhatóan nagyobbak lesznek, mint esetlegesen a másodlagos hatásként jelentkező robbanásnál. Hasonló gondolatmenet érvényes a repülőszerencsétlenségre is, hiszen feltételezhetően a repülőgép utasai meghalnak az esemény következtében, illetve a repülőgép több tonna kerozint tartalmazhat, amelynek robbanása komolyabb következményekkel jár, mint a robbanóanyagok felrobbanása. Például, ha veszünk egy repülőgép baleset előfordulási gyakoriságát 1×10^{-8} /év frekvenciával, továbbá feltételezzük, hogy lezuhanása során a rajta utazó maximum 300 fő elhalálozik, a szállított kerozin felrobbanása következtében a lakott területen további 100 fő hal meg, akkor a társadalmi kockázat szempontjából – az üzemben belüli robbanástól eltekintve – már az esemény nem felel meg a Rendeletben foglalt kritériumoknak. Azt viszont nehezen lehet nevesíteni, hogy az elsődleges hatástól – repülőgép lezuhanása – vagy a másodlagos hatástól – üzemben belüli robbanás – hány személy halálozik el.

b) Az esemény következményeinek értékelése

A robbanóanyagok felrobbanása során az alábbi következményekkel lehet számolni:

1. Romboló hatás: a robbanás közvetlen környezetének szétroncsolásában jelentkezik, maradó deformációt okoz.
2. Detonáció-átadás (dominóhatás): a felrobbanó robbanóanyag (aktív töltet) olyan áthatása egy másik robbanóanyagra (passzív töltetre), amelytől az felrobban.
3. Légnyomás: a robbanás által létrehozott és a levegőben haladó ütőhullám frontjának nyomása, azaz ütőhullám maximális nyomása.

4. Szeizmikus hatás: a robbanóanyagok felrobbanásánál - főleg a talajszint alá telepített robbanóanyagok robbanásánál - felszabaduló energia egy része rugalmas hullámok (rezgések) formájában a talajon keresztül érvényesíti károsító hatását az építményekre.
5. Repesz- (törmelék-) hatás: az épületszerkezeti elemek, berendezési tárgyak, szerelvények robbanás hatására történő szétszóródása és azok veszélyeztető (károsító) hatása.
6. Robbanást követő gyújtóhatás: a robbanás közvetlen hőhatása és a repeszhatás következtében szétszórt égő vagy felhevült anyagok, szerkezeti elemek által okozott gyújtóhatás.
7. Mérgező égéstermék keletkezése: A robbanás során a robbanóanyag összetételétől függően mérgező égéstermék keletkezhet, amely a levegőben terjedhet.
8. Biológiai hatás:
 - a robbanás hanghatása impulzus jellegű zaj formájában jelenik meg, amely a hallószerv károsodását idézheti elő;
 - a robbanás füsthatása - a felrobbanó robbanóanyagok fajtájától függően a belőlük képződő mérgező hatású égéstermékek (pl. nehézfém gőzök, szén-monoxid, nitrozus gázok), valamint a széntronsolt környezetből származó por belégzése útján - egészségkárosodást okozhat;
 - a robbanás hőhatása - a magas (1500-3000 °C-os) láng hőmérséklet révén vagy hősugárzás útján - égési sérüléseket okozhat;
 - a robbanást követő légnyomás és repeszhatás az élő szervezetek súlyos sérülését, végső soron pedig halálát okozhatja.

A következmények értékelésénél azonban csak az alábbi lehetőségek vannak:

1. Szoftveres elemzéssel a kialakuló léglökési hullám hatásainak elemzése: Az általunk alkalmazott szoftverek (DNV PHAST, SAVE II.) alkalmasak a léglökési hullám (túlnyomás) távolság diagram ábrázolására, ugyanakkor ezek az eredmények csak tájékoztató jellegűek, hiszen egyik szoftverben sem lehet figyelembe venni a természetes és mesterséges védelmi (csillapítási) tényezőket.
2. Dominóhatás vizsgálat az előző vizsgálat alapján történhet, bár a valóságban bekövetkezett események (például 2008. júliusban a NIKE- FIOCCHI Kft. balatonfűzfői gyárában bekövetkezett robbanás) az eredményeket cáfolták.
3. A mérgező égéstermékek modellezhető szoftveresen a DNV PHAST, illetve a SAVE II segítségével, fontos viszont a kezdeti a paraméterek – elsősorban hőmérséklet – helyes definiálása. Tapasztalataink szerint az 1%-os elhalálozást okozó mérgező füstfelhő (elsősorban N_2O_x) maximális terjedési távolsága – több tonna robbanóanyag robbanása esetén – néhány száz méter, így a kockázatelemzés során megítélésem szerint elhanyagolható.
4. Repeszhatás modellezésére nincs szoftveres lehetőség, a HSE módszer tartalmaz egy elég nehezen követhető leírást.

c) A kockázatok elemzése

A kockázatok elemzésére ismereteim szerint kizárólag a HSE módszer alkalmazható, ugyanakkor a módszer alkalmazása során ellentmondásba ütköztem. A halálozás egyéni kockázat az alábbi képlet alapján számolható ki:

$$IR = P * FE * (TO * Lo + TI * Li), \text{ ahol:}$$

P: az esemény frekvenciája

FE: a kockázatnak való kitettség időarányos értéke (az év azon törtrésze ameddig egy személy egy adott távolságban tölt el). Helyi lakosok esetében ez az érték 1. Az FE ezen értéke szabvánnyá vált a QRA esetében.

TO: az idő azon tört része, amennyit egy személy házon kívül tölt el. Értéke 11%, mely szintén tipikus értéknek tekinthető.

Lo: annak a személynek a halálozási valószínűsége, akik a robbanás idején szabad levegőn tartózkodnak

TI: az idő azon tört része, amennyit egy személy házon belül tölt el (0,89)

Li: annak a személynek a halálozási valószínűsége, akik a robbanás idején épületen belül tartózkodnak

A fenti képletben Li és Lo meghatározása az alábbi képletekkel történik:

$$Lo = \frac{e^{(-5,785 * (R / Q^{1/3}) + 19,047)}}{100}$$

$$Log(Li) = 1,827 - 3,433 * Log\left(\frac{R}{Q^{1/3}}\right) - 0,853 * \left(Log\left(\frac{R}{Q^{1/3}}\right) \right)^2 + 0,356 * \left(Log\left(\frac{R}{Q^{1/3}}\right) \right)^3$$

ahol Lo: Robbanásból származó halálozási valószínűség szabadterén

Li: Robbanásból származó halálozási valószínűség épületben

R: a vizsgált távolság (m)

Q: a robbanóanyag mennyisége (kg)

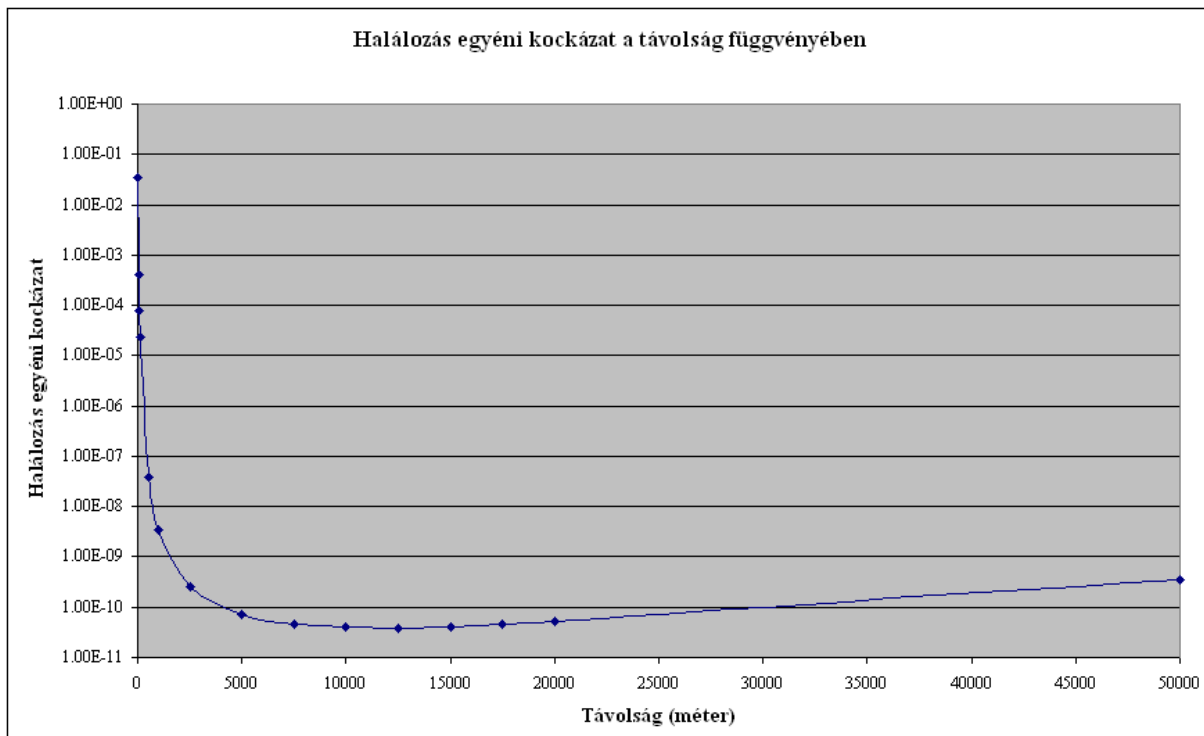
Egyszerű példaeset:

Alapadatok:

Esemény frekvenciája: $2e-4$ /év

Q = 8000 kg

A számításokat és a halálozás egyéni kockázatot a távolság függvényében ábrázolva:



1. sz. ábra Egyéni kockázatok változása (saját anyag)

Az ábrán látható, hogy a halálozás egyéni kockázat a távolság függvényében nem 0-hoz konvergál.

További probléma hogy olyan távolságra is értelmezi a kockázatot például 5000 méterre, ahol az eseménynek már nincs hatása.

A másik probléma, hogy a HSE módszer alapján meghatározható egy ún. LÉT érték, amely a legközelebbi lakóépület építési távolságát határozza meg:

$$LÉT = \frac{22,4 * Q^{1/3}}{[1 + (3175/Q)^2]^{1/6}}$$

ahol: LÉT: Lakott épületek távolsága (m)

Q: A robbanóanyag mennyisége (kg)

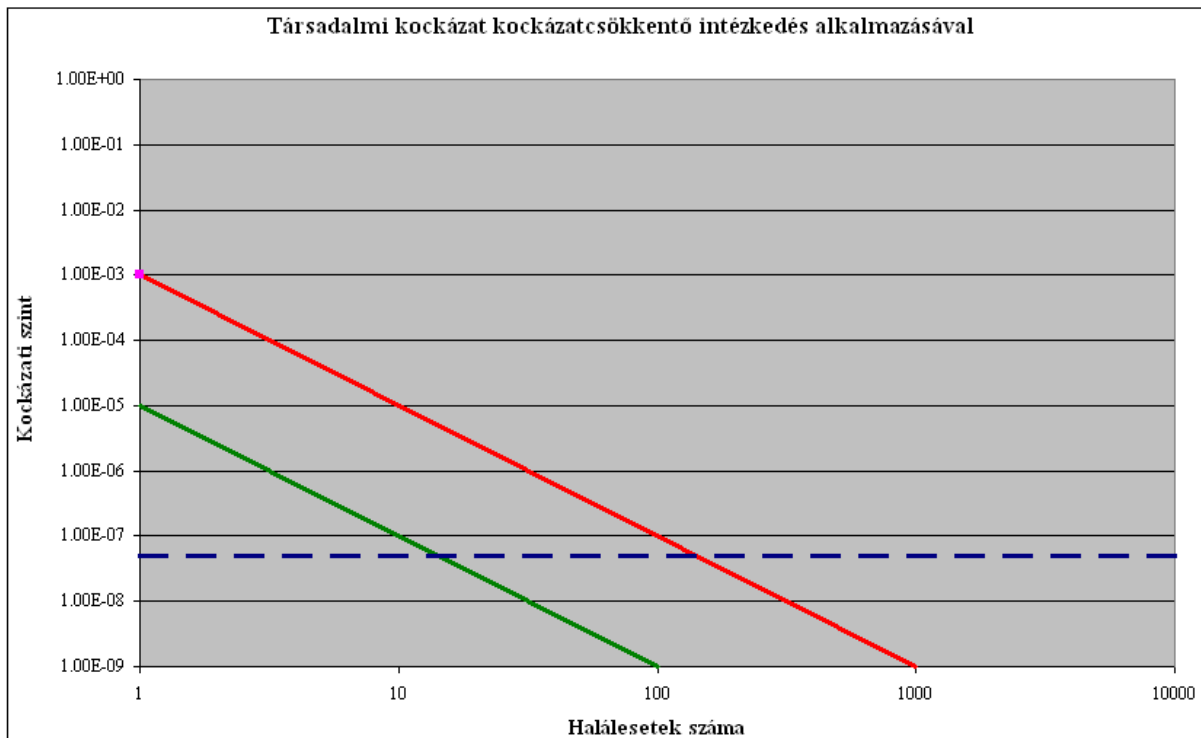
A fenti esetpéldára elvégezve a számításokat:

$$LÉT = \frac{22,4 * 8000^{1/3}}{[1 + (3175/8000)^2]^{1/6}} = 461,18 \text{ méter}$$

Ami azt jelenti, hogy 468 méterre a telephelytől lakóépületet lehet építeni. 468 méterre a fenti képlet alapján a halálozás egyéni kockázat értéke 4.92 E-8, azaz a Rendeletben előírt halálozás egyéni kockázat kritériumnak eleget tett.

DE!!!

A fenti képlet kiegészítéseként – amit a HSE nem ír – figyelembe kell venni a társadalmi kockázatot az alábbi ábra szerint:



2. sz. ábra Társadalmi kockázatok változása (saját anyag)

Ha a LÉT távolságra olyan létesítmény épülne, ahol társadalmi kockázat szempontjából például 100 fővel kellene számolni akkor az üzem nem felelne meg a társadalmi kockázat előírásainak.

A HSE módszerben bemutatásra kerül a repeszhatásokra vonatkozó számítás is. A számítás során a HSE tanulmány peremfeltételként az 5600 kg-os tömeghatárt definiálja, e feletti robbanóanyag tömeg esetén repeszhatással nem szükséges számolni. A HSE tanulmányban előírt képletek viszont nagyon szűk keresztmetszetűek, illetve elemzéseim azt mutatják, hogy amennyiben 5600 kg-nál nagyobb robbanóanyagok esetében a kockázat nagyobb, mint a kisebb robbanóanyag tömegnél meghatározott (a repeszhatást is beleértve) kockázat.

A megállapítást esetpélda segítségével:

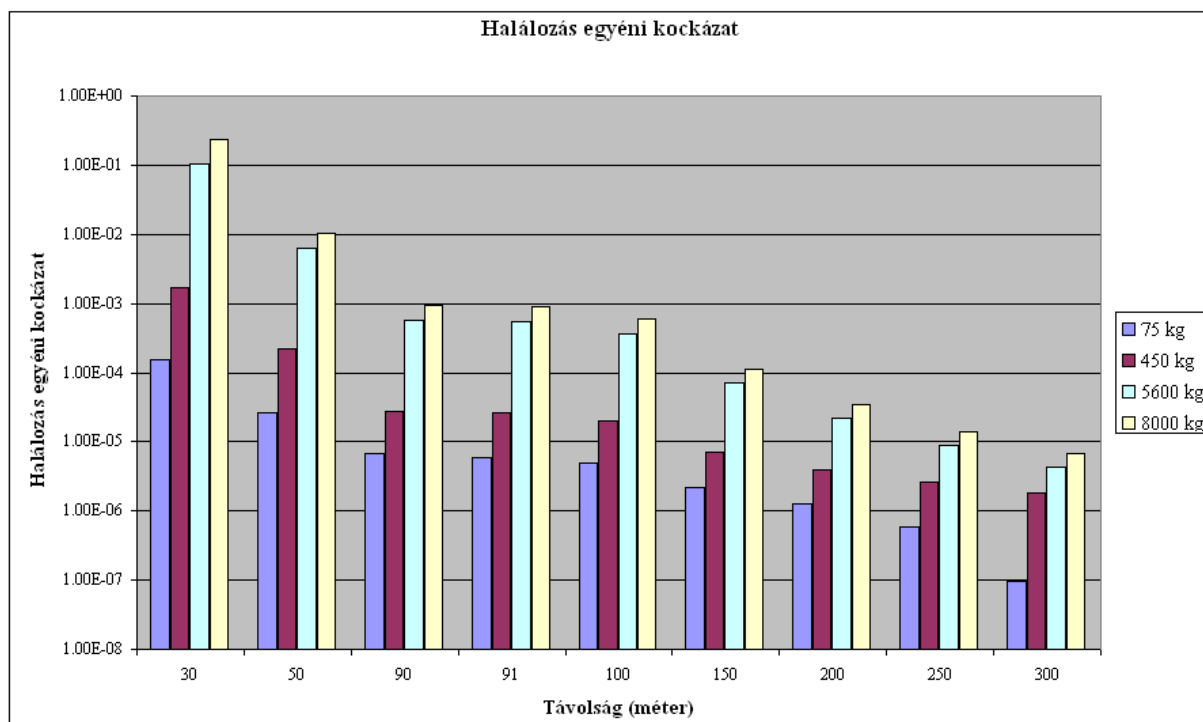
Esemény frekvenciája: 5E-3.

Robbanóanyag mennyisége: 75 kg (repszhatás is figyelembe véve)

450 kg (repszhatás is figyelembe véve)

5600 kg (repszhatás nélkül)

8000 kg (repszhatás nélkül)



3. sz. ábra Egyéni kockázatok összetevői (saját anyag)

Az ábra a fenti megállapítást igazolja, miszerint a kockázat nagyobb mértékben függ a robbanóanyag mennyiségétől, mint a repeszhatástól.

Összegezve a HSE módszer hátránya:

1. *Az halálozás egyéni kockázat a távolság függvényében nem 0-hoz konvergál.*
2. *Olyan távolságra is értelmez kockázatot, ahol az eseménynek már nincs hatása.*
3. *A repeszhatás vizsgálatra vonatkozó számítások csak igen szűk keresztmetszetben alkalmazható.*
4. *A HSE módszer számítása csak peremfeltételekkel alkalmazható, azonban ezeket a peremfeltételeket a módszer nem írja le.*

IV. A módszer használhatóságának elemzése egy a valóságban bekövetkezett detonáció példáján keresztül

Az esemény körülményei

A 2008. június 28-án délelőtt a Nike-Fiocchi Kft. balatonfűzfői telephelyén az 5-ös számú raktárépület egyik helységében tűz keletkezett, majd robbanás történt.



5. sz. ábra A veszélyes üzem (saját anyag)

Az 5-ös számú raktárépület összterülete 207 m², 9 db 23 m²-es teremből áll. Az épülethez tartozik továbbá egy 86 m² fedett rámpa. A raktártereket harántirányban és északi hosszirányban robbanás-biztos vasbeton falak határolják. A déli oldalon hasadó-nyíló felületként fémvázaz üveg, mint térelhatároló, illetve kőszivacs repülőtető épült. A bejárati ajtók előtt 60 cm magas rámpa van. Az épület falszerkezete vasbeton vázszerkezet között 10 cm illetve 15 cm vastag kőszivacs lapokból falazott, hasad-nyíló felületként kialakított falazat. Födémszerkezet alul bordás vasbeton, illetve vázszerkezethez kapcsolt hosszanti merevítő keretek. Nyílászárók fém, sík acél lemezelt ajtók. Padozat simított beton, illetve szikramentes aszfalt. Az épület földsáncokkal bevédett.



6. sz. ábra A robbanóanyag raktár (saját felvétel)

A robbanás a raktárépület 8-as számú helységében keletkezett, ahol az üzemeltető a gyártási selejtként nagy mennyiségben felhalmozódott hulladék csappantyút, füstpatront, ködtermékeket, gyújtózsínort, villanógránátot és ködgyertyát tárolt. A tárolt robbanóanyagok mennyisége 225 kg TNT ekvivalens tömegnek felt meg. A robbanás feltételezett oka az, hogy az előző éjszakai jelentős esővel járó vihar vízbefolyást eredményezett, amely kiváltotta a hexaklóretános ködtermék melegegését, öngyulladását, amely a későbbiekben detonációhoz vezetett. (2)

A továbbiakban összehasonlítom a kockázatelemzés készítése során alkalmazott számítási módszerek eredményeit a gyakorlati - bekövetkezett esemény következményei - tapasztalatokkal.

III. A robbanás következményeinek elméleti elemzése

A robbanás következményei nehezen modellezhetőek, tekintettel arra, hogy az esemény időben pillanatszerűen játszódik le, nem beszélhetünk a hagyományos értelemben vett veszélyes anyag terjedésről, így a hagyományos elemző módszerek – pl.: probit-analízis – nem, vagy csak komoly megkötéssel alkalmazhatók. A modellezést tovább nehezíti, hogy a robbanóanyagok tárolására speciális építészeti követelmények – pl.: védősánc, erdősáv... – vonatkoznak, melyek figyelembevétele rendkívül nehéz. A robbanás során elméletileg az alábbi káros következményekkel kell számolni:

- a) Romboló hatás: a robbanás közvetlen környezetének szétroncsolásában jelentkezik, maradó deformációt okoz.
- b) Detonáció-átadás (dominóhatás): a felrobbanó robbanóanyag (aktív töltet) olyan áthatása egy másik robbanóanyagra (passzív töltetre), amelytől az felrobban.
- c) Léglökési hullám: a robbanás által létrehozott és a levegőben haladó léglökési hullám frontjában a maximális túlnyomás.
- d) Szeizmikus hatás: a robbanóanyagok felrobbanásánál - főleg a talajszint alá telepített robbanóanyagok robbanásánál - felszabaduló energia egy része rugalmas hullámok (rezgések) formájában a talajon keresztül érvényesíti károsító hatását az építményekre.
- e) Repesz- (törmelék-) hatás: az épületszerkezeti elemek, berendezési tárgyak, szerelvények robbanás hatására történő szétszóródása és azok veszélyeztető (károsító) hatása.
- f) Robbanást követő gyújtóhatás: a robbanás közvetlen hőhatása és a repeszhatás következtében szétszórt égő vagy felhevült anyagok, szerkezeti elemek által okozott gyújtóhatás.
- g) Mérgező égéstermék keletkezése: A robbanás során a robbanóanyag összetételétől függően mérgező égéstermék keletkezhet, amely a levegőben terjedhet.
- h) Közvetlen egészségkárosító hatás:
 - a robbanás hanghatása impulzus jellegű zaj formájában jelenik meg, amely a hallószerv károsodását idézheti elő;

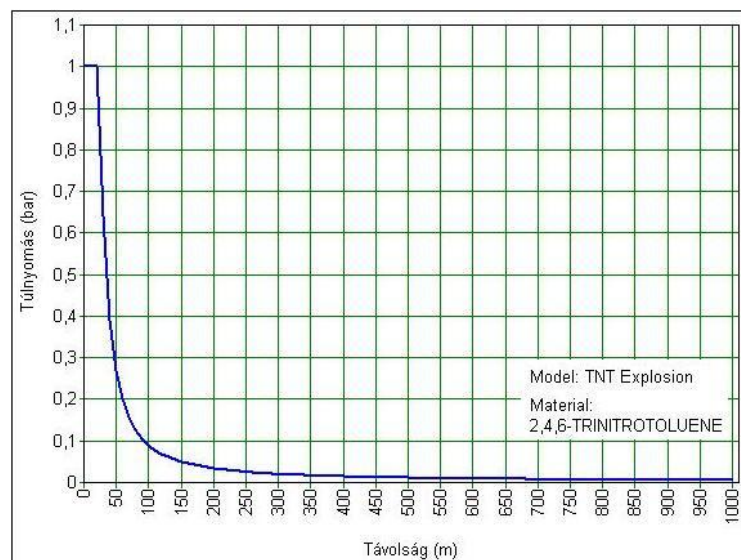
- a robbanás füsthatása - a felrobbanó robbanóanyagok fajtájától függően a belőlük képződő mérgező hatású égéstermékek (pl. nehézfém-gőzök, szén-monoxid, nitrózus gázok), valamint a szétroncsolt környezetből származó por belégzése útján - egészségkárosodást okozhat;
- a robbanás hőhatása - a magas (1500-3000 °C -os) láng hőmérséklet révén vagy hőszugárzás útján - égési sérüléseket okozhat;
- a robbanást követő légnyomás és rezeshatás az élő szervezetek súlyos sérülését, végső soron pedig halálát okozhatja.

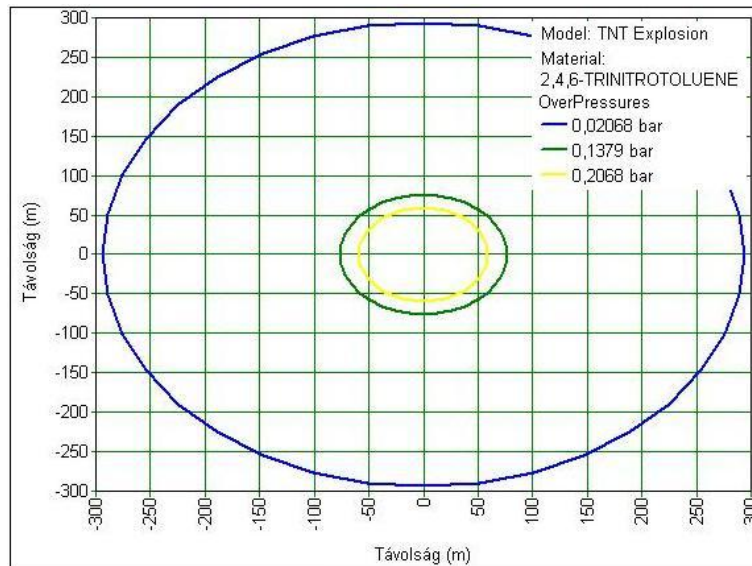
Szoftveres modellezés

A súlyos ipari baleset következményeinek modellezése általában valamilyen következményelemző szoftver segítségével történik. Az általam használt következményelemző szoftverek – DNV Phast és SAVE II szoftverek – nem robbanás-specifikusak, többnyire gázok, folyadékok gőzei légkörbe való terjedésének modellezésére, illetve a következmények értékelésére alkalmasak. Azonban mindkét szoftver segítségével a robbanás során kialakuló lökeshullám (túlnyomás) modellezhető, azonban egyik szoftver sem tudja egyrészt figyelembe venni a különböző csillapítási – vasbeton falszerkezet, védősánc, védőerdő, domborzat... - tényezőket, másrészt a rezeshatást modellezni.

A DNV Phast, illetve a SAVE II. szoftver történő modellezést eredményét, azaz 225 tonna ekv. tömegű TNT robbanásakor keletkező túlnyomást a távolság függvényében az alábbi ábrák mutatják be:

DNV Phast modellezés eredményei(3)





7. sz. ábra A következményelemzés (saját felvétel)

SAVE II. modellezés

Explosion: Shockwave	
Pressure [Pa]	Distance [m]
3E4	44
1E4	95.6
3E3	255
1E3	701

A nemzetközi szakirodalomban foglaltak szerint az egyes túlnyomási értékekhez köthető fizikai hatásokat az alábbi táblázat foglalja össze:

Túlnyomás (bar)	Hatás
0,001379	Zavaró hanghatás
0,002069	A nagy ablakok ablaküvegei nagy valószínűséggel betörnek
0,002758	Hangos zaj
0,006895	A kis ablakok ablaküvegei nagy valószínűséggel betörnek
0,010343	Az üvegbetörés tipikus nyomása

0,020685	“Biztonsági távolság” határa, amelyen kívül 95%-os valószínűséggel komoly sérüléssel nem kell számolni
0,02758	Kisebb szerkezeti károsodás határa
0,048265	Kisebb szerkezeti károsodás a házakban
0,089635	Acélszerkezetek eltorzulnak
0,1379	A házak fala és teteje részlegesen összeomlik
0,172375	Alsó határa a súlyos szerkezeti károsodásnak
0,158585	A téglafalás házak 50%-a összedől
0,20685	Az épületek acélszerkezete eltorzul
0,2758	Az olaj tankok repednek
0,48265	A házak közel teljes összedőlése
0,48265	A megrakott vasúti vagonok felborulhatnak
0,62055	A megrakott zárt tehervagon teljesen felborul
0,6895	A házak teljes szerkezete valószínűleg lerombolódik

***Biztonsági távolság meghatározás a Robbanóanyag-ipari Biztonsági Szabályzat alapján
(4)***

A robbanóanyag-ipari létesítmény létesítésénél figyelembeveendő biztonsági távolságok meghatározására szolgál a 2/1987. (II. 17.) IpM számú rendelettel kiadott Robbanóanyag-ipari Biztonsági Szabályzat (továbbiakban: Szabályzat). A robbanóanyag-ipari létesítmény telepítésénél közte és a környezetében levő más, védendő létesítmények között, azok irányában, legalább olyan biztonsági távolságokat kell megtartani - ha külön előírás eltérően nem rendelkezik -, hogy a robbanóanyag-ipari létesítmény legközelebbi, legnagyobb biztonsági távolságot igénylő „RV-besorolású” építményeiben az esetleg bekövetkező robbanás lökési hullámának nyomásmaximuma a védendő létesítmények kerítésének, építési telekhatárának vagy nyomvonalának legközelebbi pontjánál ne lépje túl az alábbi értékeket:

- a) 110 kPa-nál (0,1 bar túlnyomásnál) kisebb
- a belterület mellé vagy külterületi lakott területnél, országos közútnál (autópálya, autóút, egyéb főközlekedési út), közforgalmú vasútnál, honvédelmi létesítménynél és repülőtérnél, illetőleg különleges védelmet igénylő más létesítményeknél (torony, távközlési létesítmény, függőhíd, gyárkémény, villamos-mű, vízmű-telep és közcsőhálózat, kőolaj-, kőolajtermék- vagy gázvezeték külszíni létesítménye stb.).

- a vállalati robbanóanyag-megsemmisítő telep környezetében levő minden építménynél.
- b) 120 kPa (0,2 bar túlnyomás)
- a vállalati központi építményeknél (központi irodáknál, műhelyeknél, raktáraknál, laboratóriumoknál és szociális épületeknél);
 - a 20 fő feletti létszámú, nem robbanóanyag-ipari üzemi épületeknél.
- c) 130 kPa (0,3 bar túlnyomás)
- a legfeljebb 20 fős létszámú, nem robbanóanyag-ipari üzemi építményeknél;
 - a 20 fő feletti létszámú, robbanóanyag-ipari üzemhez tartozó, OTSZ szerinti besorolású építményeknél;
 - a 10 fő feletti, „RV-besorolású” építményeknél;
 - a létesítményen belüli főközlekedési utaknál és iparvágánynál.
- d) 150 kPa (0,5 bar túlnyomás)
- a legfeljebb 20 fős létszámú, robbanóanyag-ipari üzemhez tartozó, OTSZ szerinti besorolású építményeknél;
 - a legfeljebb 10 fős létszámú, „RV-besorolású” építményeknél.
- e) 500 kPa (4,0 bar túlnyomás)
- a robbanóanyag-raktáraknál;
 - a robbanóanyag-ipari üzemhez tartozó, állandó munkahely nélküli segédanyag-raktáraknál;
 - a létesítmény külső kerítésénél.

A biztonsági távolságokat 50%-kal meg kell növelni, ha a robbanóanyag-ipari létesítményt belterület mellé vagy külterületi lakott terület, országos közút (autópálya, autóút, egyéb főközlekedési út), közforgalmú vasút, honvédelmi létesítmény és repülőtér, illetőleg különleges védelmet igénylő más létesítmény (torony, távközlési létesítmény, függőhíd, gyárkémény, villamos-mű, vízmű-telep és közcsőhálózat, kőolaj-, kőolajtermék- vagy gázvezeték külszíni létesítménye stb.) közelébe tervezik telepíteni. A biztonsági távolságok meghatározására szolgáló módszert részletesen, mintapéldákkal prezentálva a Szabályzat 2. sz. melléklete tartalmazza. A számítási eredmények az 5-ös számú raktárépület vonatkozásában:

1. $A^3 \sqrt{(MxE)}$ érték meghatározása

- amennyiben a 8-as számú helységben lévő anyagmennyiséggel (225 kg TNT ekvivalens tömeg) számolunk:

$$M = 225 \text{ kg;}$$

$$E = 1,$$

$$^3\sqrt{(MxE)} = 6,08$$

- amennyiben az 5-ös számú raktárépületben jelenlévő összes anyagmennyiséggel (13300 kg TNT ekvivalens tömeg) számolunk:

$$M = 13300 \text{ kg};$$

$$E = 1,$$

$$\sqrt[3]{(MxE)} = 23,69$$

2. Figyelembe vett csillapítási tényezők:

- egyszeres védősánc vagy vasbeton védőfal esetében, amely akár a veszélyes, vagy akár a védendő építmény közelében van $C_1 = 0,7$;
- legalább 50 m szélességű, átláthatatlan, sűrű erdős sáv esetében, az erdős sáv irányában $C_2 = 0,4$;
- Csillapítási tényezők: $C = C_1 \times C_2 = 0,7 \times 0,4 = 0,28$.

3. A110, A120, A130, A150 és A500 értékek a csillapítási tényezők szorzatának függvényében

C	A110	A120	A130	A150	A500
0,28	6,82	5,17	3,91	2,75	1,59

4. Biztonsági távolságok meghatározása $M = 225 \text{ kg}$ (8-as számú helységben lévő anyagmennyiség) esetében

R₁₁₀	R₁₂₀	R₁₃₀	R₁₅₀	R₅₀₀
41,5	31,4	23,8	16,7	9,7

5. Biztonsági távolságok meghatározása $M = 13300 \text{ kg}$ (5-ös számú raktárépületben jelenlévő összes anyagmennyiség) esetében

R₁₁₀	R₁₂₀	R₁₃₀	R₁₅₀	R₅₀₀
161,6	122,5	92,6	65,2	37,7

6. Az 50%-kal megnövelt R₁₁₀ érték

M	R₁₁₀	1,5 x R₁₁₀
225	41,5	62,25
13300	161,6	242,4

Biztonsági távolság meghatározás HSE, Controlling risks around explosives stores, 2002. c. kiadvány alapján (4)

A robbanószerkeket tároló telepekkel szembeni fő követelés, hogy megfelelő távolság legyen a raktár és a lakott épületek, közterületek között. A távolság nagysága függ a tárolt robbanószer mennyiségétől. A távolság értéke meghatározható a mennyiség - távolság táblázatokból. A távolságok nagy részének meghatározása a II. világháború alatti bombázások hatásának elemzéséből származik. A lakott épületek távolságának képlete a robbanás központjától a következő.

$$LÉT = \frac{22,4xQ^{1/3}}{[1 + (3175/Q)^2]^{1/6}}$$

ahol: LÉT: Lakott épületek távolsága (m)

Q: A robbanóanyag mennyisége (kg)

1. Amennyiben a 8-as számú helységben lévő anyagmennyiséggel számolunk:

$$Q = 225 \text{ kg;}$$

$$LÉT = 56,33 \text{ m}$$

2. Amennyiben az 5-ös számú raktárépületben jelenlévő összes anyagmennyiséggel számolunk:

$$Q = 13300 \text{ kg;}$$

$$LÉT = 525,8 \text{ m}$$

Értékelés

A DNV Phast szoftveres modellezés szerint a Biztonsági távolság határa - amelyen kívül 95%-os valószínűséggel komoly sérüléssel nem kell számolni – 225 kg TNT ekv. tömegű robbanóanyag felrobbanása esetén az epicentrumtól számított közel 300 méteres övezet; a Save II. szoftver szerint szintén hasonlóak az eredmények.

A Szabályzat, illetve HSE ajánlása alapján a számításokat a létesítményre kell elvégezni, így a biztonsági távolság meghatározásánál az 13000 kg robbanóanyag mennyiségre meghatározott eredmények szolgálnak alapul. A Szabályzat alapján számolt biztonsági távolság 242 méter, míg a HSE szerint 526 méter.

A szoftveres elemzés, illetve a Szabályzat és a HSE ajánlás is egyértelműen feltételezi egy esetleges kamrában történő robbanás a dominóhatás kialakulását, ezért is kell a számításokat létesítményre vonatkozóan elvégezni.

A robbanás valós következményei

A 8. számú helységben bekövetkezett robbanás az alábbi következményekkel járt:

- a) Romboló hatás – a robbanás közvetlen környezetének maradó deformáció jelentkezett. A robbanás következtében a csappantyúval érintkező vasbeton fal 1-1,5 m² területen átszakadt, a hasadó-nyíló felületek megnyíltak, a vasajtó a szemközti földbevédezésre repült. Az épület villámhárítója részben, illetve a védődomb területén lévő kerítés részlegesen megsérült.



8. sz. ábra A valós következmények (saját felvétel)

- b) Légnyomás – a közelben található épületek üveglablakai betörték. a kb. 50-60 méterre található 1. számú üzemi épület, illetve az SZ17-es raktárépület ablakai részben betörték. (Az alábbi térképen az üvegtárat sárga téglalappal jelöltük.)
- c) Repesz- (törmelék-) hatás – A robbanást követő helyszíni bejárás során megállapítható volt, hogy a repülőtető téglatörmelékei (a térképen piros övezettel jelölt terület) az epicentrumtól déli irányba (kifúvás iránya) a védősánc szélességében a bobbálya kerítéséig hullottak szét. Ezen övezeten belül lehetett a tárolt anyagok csomagoló részeit is megtalálni. Az SZ5-ös raktártól 30 méter szintkülönbséggel alacsonyabban, légvonalban dél-keleti irányba 150 méterre közút és az uszoda parkolója, 220 méterre az uszoda épülete fekszik. Ezen a területeken törmelék nem találtak.
- d) Szeizmikus hatás nem alakult ki.
 - i) Robbanást követő gyújtóhatás nem alakult ki.
 - j) Mérgező égéstermék keletkezése: Az esemény során kb. 5 – 6 perc időtartamban különféle, elsősorban káliumklorát-porcukor-amonoklorid, illetve hexaklóretán-cinkpor keverékéből álló füstök, füstelegyek

keletkeztek. A füst az üzem határán túl nem terjedt, lakossági intézkedést nem kellett fogantatosítani. A beavatkozó tűzoltóegységek az oltási munkálatokban légzőt alkalmaztak.

k) Biológiai hatás, személyi sérülés nem történt.

A számított és a valós következmények összevetése

A bemutatott szoftveres elemzések eredményei a valós hatásterületnél nagyobbat eredményeztek. Ez egyértelműen bizonyítható az ablaktörést okozó légnyomás nagyságának vizsgálatával, hiszen a valóságban 60 méteres övezeten kívül ablaktöréssel már egyáltalán nem, a 60 méteres övezeten belül is csak részleges ablakbetörés keletkezett. A szoftveres elemzés pedig azt mutatják, hogy az epicentrumtól 300 méteres övezetben (5-ször nagyobb hatásterületen) kialakuló légnyomás nagysága elérte az ablaktöréshez szükséges túlnyomás értéket. A szoftveres elemzések alapján a 225 kg TNT ekv. tömegű robbanóanyag robbanáskor 40 – 60 méteres övezeten belül olyan túlnyomásértékek alakulnak ki, amelyek következtében a házak fala és teteje részlegesen összeomlik, ugyanakkor a valóságban a 40 – 60 méteres övezetben található létesítmények – eltekintve a szomszédos kamráktól - szerkezetében nem keletkezett kár.

A Szabályzat alapján a raktártól számított 38 méteres övezeten kívül épülhet másik raktár (R_{500} érték), míg a lakossági létesítmény vonatkozásában a minimális távolság 242 méter, míg ugyanerre a HSE módszer 526 métert javasol. Az SZ5-ös raktár közvetlen környezetében az üzemi épület illetve az SZ17-es raktár helyezkedik el, de a köztük lévő távolság valamivel nagyobb, mint a számítások alapján meghatározott 38 méter. A robbanás során sem az üzemi épületben, sem az SZ17-es épületben nem keletkezett szerkezeti kár, így megítélésünk szerint a távolság érték elfogadhatónak tekinthető. Az SZ5 raktártól kb. 220 méterre található az uszoda, mely a robbanás következtében nem sérült, területén a hanghatáson, illetve a látványon kívül semmiféle következmény nem történt.

Összegzés, konklúzió

A fenti elemzések alapján megállapítható, hogy a valóságban – feltételezhetően a csillapítási tényezőknek köszönhetően – a hatások jóval kisebbek voltak, mint az eleméleti módszerekkel meghatározott várt következmények. A vizsgálatok szerint leginkább a szoftveres modellezés eredményei által prognosztizált hatásterület nagysága tért el a valóságtól, esetenként 5-szörös mértékben felülbecsülve azt. A valós következményekhez a Szabályzatban foglalt módszerrel kiszámolt védőtávolságok méretei állnak a legközelebb, tekintettel arra, hogy a raktár legfontosabb építészeti és természeti paraméterei kockázatcsökkentő tényezőként figyelembe vehetők.

1. A robbanóanyagok biztonsági dokumentációjában javaslom a következmény- és kockázatelemzést az alábbi módon elvégezni:
 - a) 2/1987. (II. 17.) IpM számú rendelettel kiadott Robbanóanyag-ipari Biztonsági Szabályzat bemutatása a deklarált értékek meghatározása (R_{110} és $1,5x R_{110}$).
 - b) Tájékoztató jelleggel szoftveres következményelemzés (túlnyomás-távolság diagram), mérgező égéstermékek terjedésének vizsgálata, illetve kiszűrhetésének bizonyítása.
 - c) HSE tanulmányban leírt módszerrel a kockázatok meghatározása az alábbi peremfeltételekkel:

- LÉT érték meghatározása.
- A kockázatszámítás – az ellentmondások feloldása céljából – csak a LÉT vagy a Robbanóanyag-ipari Biztonsági Szabályzat alapján meghatározott 1,5x R₁₁₀ távolságig történjen, hiszen azt követően egyik eljárás sem javasol építési korlátozást. A LÉT, illetve a 1,5x R₁₁₀ érték alkalmazása a nagyobb értékhez kötődjön.
- Amennyiben az eseménysorban a robbanóanyag tömege nagyobb, mint 5600 kg a repeszhatás vizsgálat elhagyása.

Felhasznált források:

[1] Solymosi J.- Szakál B.- Tatár A. – Lévai Z: A súlyos balesetek megelőzéséért, Katasztrófavédelmi Szemle, 2001. II.szám 1-31. oldal

[2] NIKE FIOCCHI ügyvezető által készített jelentés, OKF vizsgálati és jelentési rendszer, 2008, augusztus

[3] NIKE FIOCCHI biztonsági elemzés, nyilvános változat,

[4] 2/1987. (II. 17.) IpM számú rendelettel kiadott Robbanóanyag-ipari Biztonsági Szabályzat (jogszabály)

[5] HSE, Controlling risks around explosives stores, Peter Moreton, 28 Hazelborough Close Gorse Covert Warrington WA3 6UL United Kingdom 2002. pp. 22-23

ELŐADÁS

Prof. Dr. SZAKÁL BÉLA

CIMER ZSOLT

Problémák a robbanóanyagok tárolásából származó kockázatok
elemzésében (Tanulmány)

Problémák a robbanóanyagok tárolásából származó kockázatok elemzésében

ELŐADÁS

2012. Október 10-én

Problémafelvetés

A robbanóanyagok jelenlétéből származó kockázatok elemzésére nincs egyértelműen alkalmazható módszer. A pontszerű forrásból kiinduló robbanás, mint jellemző folyamat pillanatszerűen játszódik le, így a „hagyományos” módszereket – mint például probit analízis – nem jellemzően alkalmazzák. Az alkalmazott módszerek:

- 2/1987. (II. 17.) IpM számú rendelettel kiadott Robbanóanyag-ipari Biztonsági Szabályzat,
- A 218/2011. Kormányrendelet előírásainak megfelelő módszer

A 2/1987. (II. 17.) IpM számú rendelettel kiadott Robbanóanyag-ipari Biztonsági Szabályzat

A módszer előnyei:

- alkalmazása egyszerű,
- gyors,
- figyelembe veszi az üzem helyi sajátosságai, a természetes és mesterséges csillapítási tényezőket, mint kockázatcsökkentő intézkedéseket.

Hátránya:

- a módszer nem felel meg a jelzett kormányrendelet előírásainak, segítségével a halálozás egyéni-, a társadalmi és a sérülés egyéni kockázat nem határozható meg.

A 218/2011. Kormányrendelet előírásainak megfelelő módszer alkalmazása

Az egyéni kockázatok meghatározásának lépései:

- veszélyazonosítás (súlyos baleseti szcenáriók meghatározása),
- gyakoriságelemzés,
- következményelemzés,
- egyéni kockázatok meghatározása,
- egyéni kockázatok minősítése.

Veszélyazonosítás

A súlyos baleseti scenáriók meghatározása nem különösebben igényes feladat. A robbanóanyag raktárak semmiféle szűrési módszerrel nem vonhatók ki a további kockázatelemzés alól. A robbanóanyag raktárak esetében a jelenlévő összes anyag detonációjával számolunk, amennyiben a folyamat beindul.

Gyakoriságelemzés

A gyakoriságra a nemzetközi szakirodalom (Guidelines for quantitative risk assesment („Purple Book”), és a Controlling risks around explosives stores, HSE, 2002.) javasolnak frekvencia értékeket az eddigi bekövetkezett események alapján.

A „Purple Book” 1×10^{-5} /év, a HSE 3×10^{-4} /raktár év, illetve 2×10^{-4} /raktár év értéket javasol. Tapasztalat szerint az ezt felülvizsgáló hatóság ezeket az értékeket közvetlenül nem fogadja el, így a szakértőknek javasolt felülvizsgálni ezeket valamilyen eseményelemző – többnyire hibafa – módszerrel.

Tapasztalatunk szerint a hibafa módszerrel felülvizsgált, és a szakirodalmi értékek között nincs jelentős eltérés.

Következményelemzés

A robbanóanyag raktárak detonálásakor az alábbi következményekkel számolunk:

- **Romboló hatás:** a robbanás közvetlen környezetének szétroncsolásában jelentkezik, maradé deformációt okoz.
- **Detonáció-átadás** (raktáron belüli dominóhatás): a felrobbanó robbanóanyag olyan áthatása egy másik robbanóanyagra (passzív töltetre), amelytől az felrobban.
- **Léglökési hullám:** a robbanás által létrehozott és a levegőben haladó léglökési hullám frontjának nyomása, azaz a pozitív fázis maximális nyomása.
- **Szeizmikus hatás:** a robbanóanyagok felrobbanásánál - főleg a talajszint alá telepített robbanóanyagok robbanásánál - felszabaduló energia egy része rugalmas hullámok (rezgések) formájában a talajon keresztül érvényesíti károsító hatását az építményekre.
- **Repsz- (törmelék-) hatás:** az épületszerkezeti elemek, berendezési tárgyak, szerelvények robbanás hatására történő szétszóródása és azok veszélyeztető (károsító) hatása.
- **Robbanást követő gyújtóhatás:** a robbanás közvetlen hőhatása és a repeszhatás következtében szétszórott égő vagy felhevült anyagok, szerkezeti elemek által okozott gyújtóhatás.
- **Mérgező égéstermék keletkezése:** A robbanás során a robbanóanyag összetételétől függően mérgező égéstermék keletkezhet, amely a levegőben terjedhet.
- **Másodlagos hatások:** épületek, azok szerkezeti sérüléseiből (például ablakok betörése, rosszul felfekvő gerendák lezuhanása stb.) eredő sérülések .
- Egyéb hatások: toxikus égéstermékek, hőhatást stb.

A következmények értékelésénél azonban csak az alábbi lehetőségek vannak

- Szoftveres elemzéssel a kialakuló léglökési hullám hatásainak elemzése: Az általunk alkalmazott szoftverek (DNV PHAST, SAVE II.) alkalmasak a léglökési hullám (túlnyomás) távolság diagram ábrázolására, ugyanakkor ezek az eredmények csak tájékoztató jellegűek, hiszen egyik szoftverben sem lehet figyelembe venni a természetes és mesterséges védelmi (csillapítási) tényezőket.
- Dominóhatás vizsgálat az előző vizsgálat alapján történhet, bár a valóságban bekövetkezett események az eredményeket cáfolták.
- A mérgező égéstermékek modellezhető szoftveresen a DNV PHAST, illetve a SAVE II segítségével, fontos viszont a kezdeti a paraméterek – elsősorban hőmérséklet – helyes definiálása. Tapasztalataink szerint az 1%-os elhalálozást okozó mérgező füstfelhő (elsősorban N_yO_x) maximális terjedési távolsága – több tonna robbanóanyag robbanása esetén – néhány száz méter, így a kockázatelemzés során elhanyagolható.
- Repszhatás modellezésére nincs szoftveres lehetőség, a HSE módszer tartalmaz egy elég nehezen követhető leírást.

A kockázatok elemzése

A halálozás egyéni kockázat az alábbi képlet alapján számolható ki:

$$IR = P * F_E * (T_O * L_o + T_I * L_i),$$

ahol:

P: az esemény frekvenciája

F_E : a kockázatnak való kitettség időarányos értéke (az év azon törtrésze ameddig egy személy egy adott távolságban tölt el). Helyi lakosok esetében ez az érték 1.

T_O : az idő azon tört része, amennyit egy személy házon kívül tölt el. Értéke 11%, tipikus értéknek tekinthető.

L_o : annak a személynek a halálozási valószínűsége, akik a robbanás idején szabad levegőn tartózkodnak

T_I : az idő azon tört része, amennyit egy személy házon belül tölt el (0,89)

L_i : Robbanásból származó halálozási valószínűség épületben

- A fenti képletben L_i és L_o meghatározása az alábbi képletekkel történik:

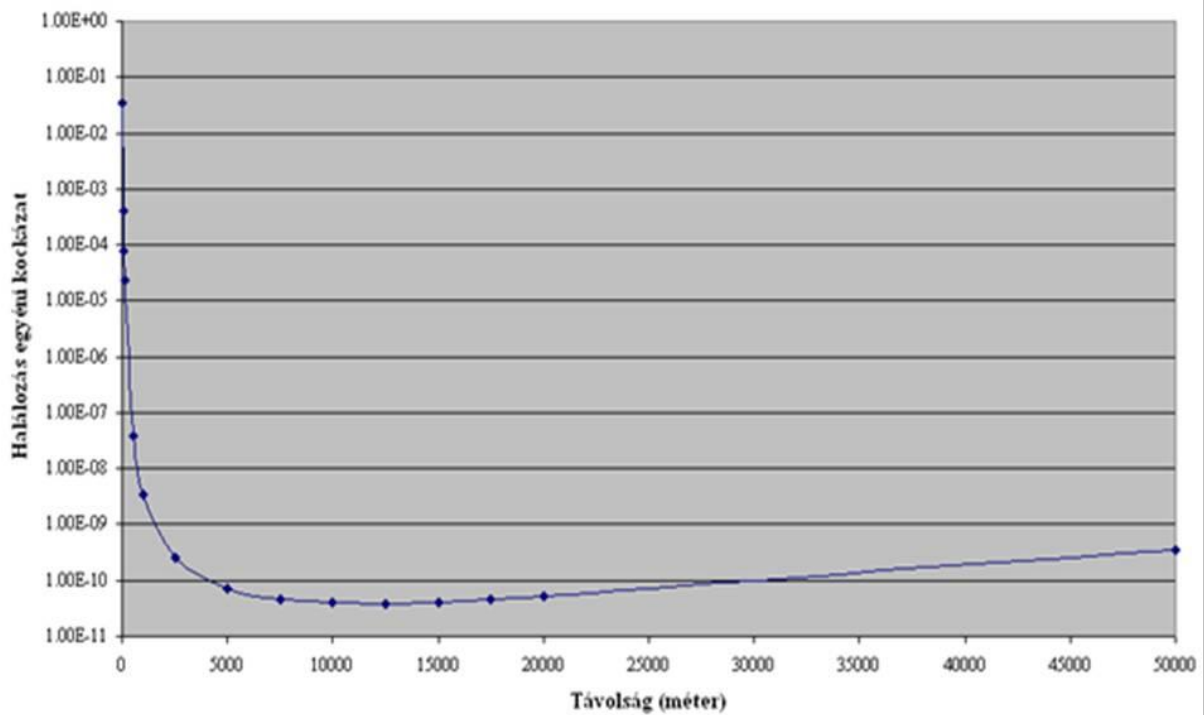
$$L_o = \frac{e^{(-5,785 * (R/Q^{1/3}) + 19,047)}}{100}$$

$$\text{Log}(L_i) = 1,827 - 3,433 \text{Log}\left(\frac{R}{Q^{1/3}}\right) - 0,853 \left(\text{Log}\left(\frac{R}{Q^{1/3}}\right)\right)^2 + 0,356 \left(\text{Log}\left(\frac{R}{Q^{1/3}}\right)\right)^3$$

- ahol : L_o Robbanásból származó halálozási valószínűség szabadtéren
- L_i : Robbanásból származó halálozási valószínűség épületben
- R: a vizsgált távolság (m)
- Q: a robbanóanyag tömege (kg)

Frekvencia: $2e-4/\text{év}$, $Q = 8000 \text{ kg}$

Halálozás egyéni kockázat a távolság függvényében



A módszer használhatóságának elemzése egy a valóságban bekövetkezett detonáció példáján



Az esemény körülményei

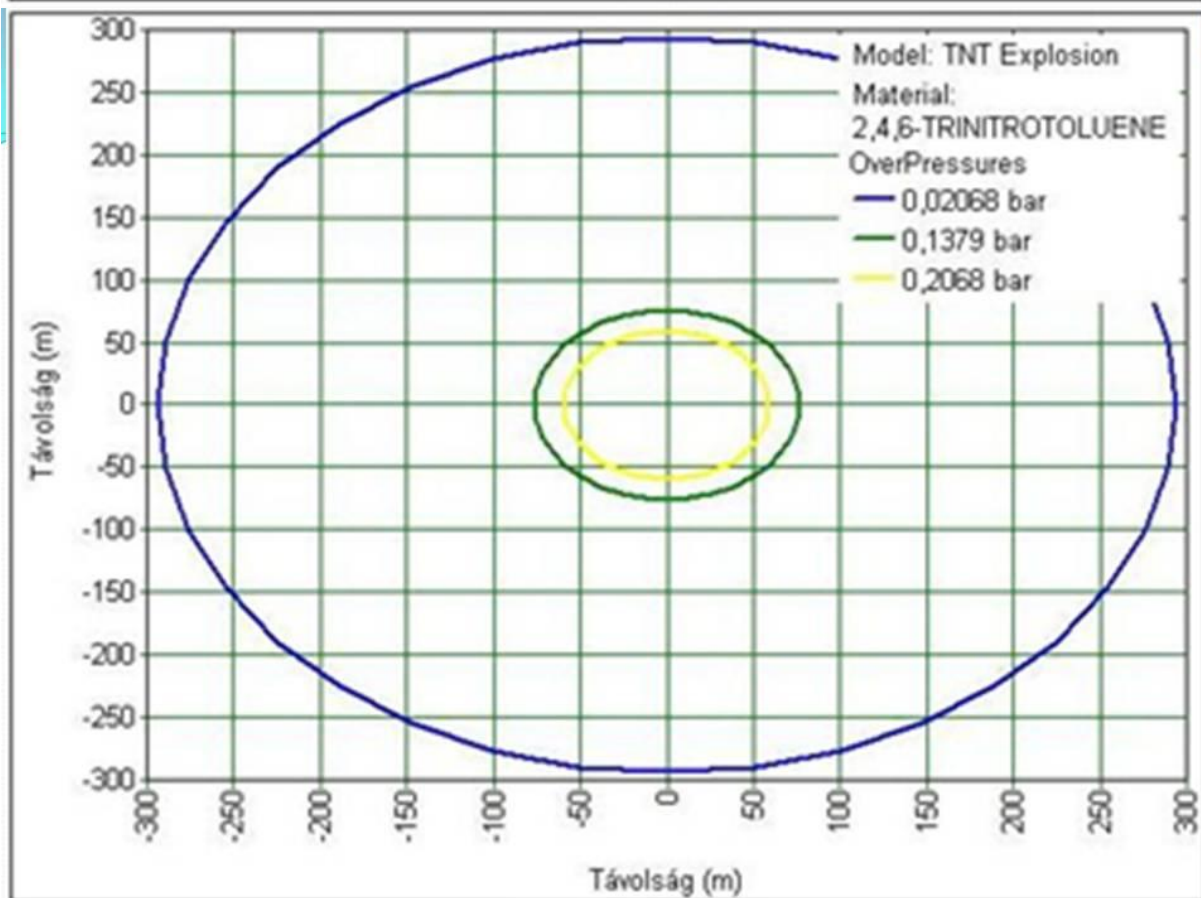
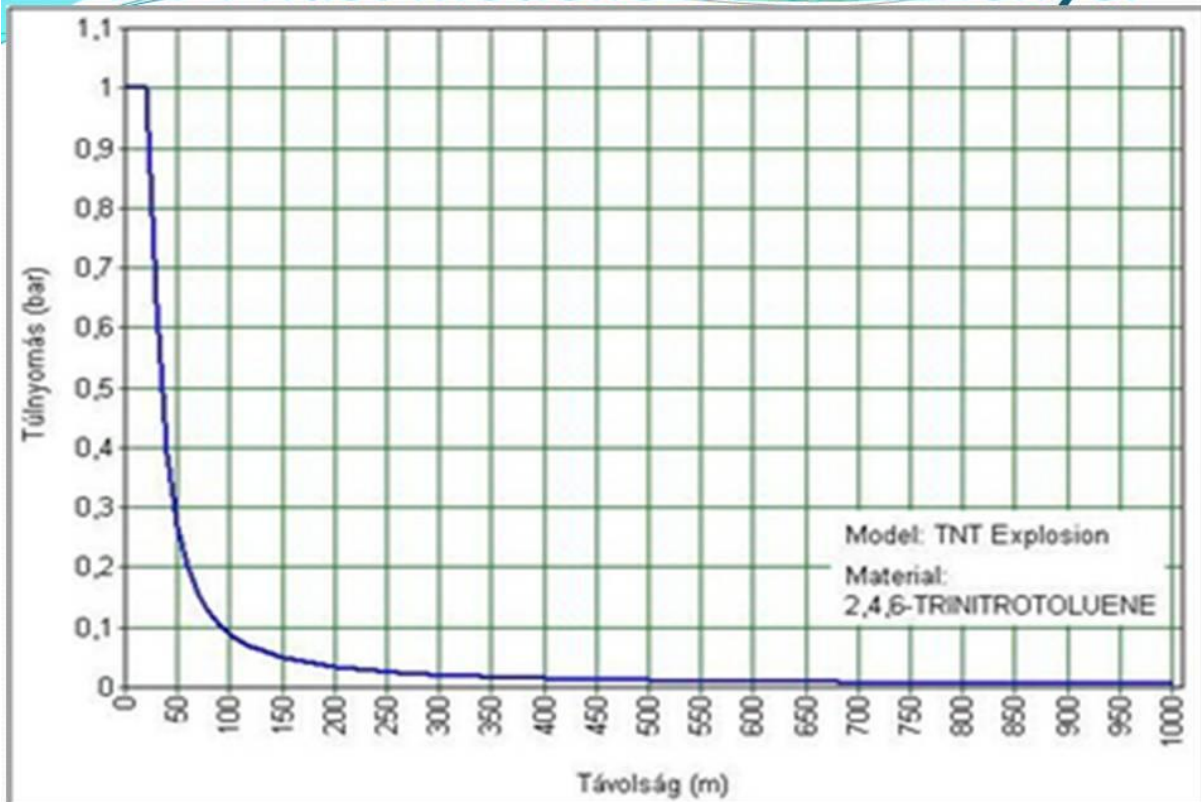
2008. június 28-án délelőtt a Nike-Fiocchi Kft. balatonfűzfői telephelyén az 5-ös számú raktárépület egyik helységében tűz keletkezett, majd robbanás történt. A raktártereket harántirányban és északi hosszirányban robbanás-biztos vasbeton falak határolják. A déli oldalon hasadó-nyíló felületként fémvázás üveg, mint térelhatároló, illetve kőszivacs repülőtető épült. A bejárati ajtók előtt 60 cm magas rámpa van. Az épület falszerkezete vasbeton vázszerkezet között 10 cm illetve 15 cm vastag kőszivacs lapokból falazott, hasad-nyíló felületként kialakított falazat. Födémszerkezet alul bordás vasbeton, illetve vázszerkezethez kapcsolt hosszanti merevítő keretek. Nyílászárók fém, sík acél lemezelt ajtók. Padozat simított beton, illetve szikramentes aszfalt. Az épület földszáncokkal bevédett.

A robbanás a raktárépület 8-as számú helységében keletkezett, ahol az üzemeltető a gyártási selejtként nagy mennyiségben felhalmozódott hulladék csappantyút, füstpatront, ködtermékeket, gyújtózsínort, villanógránátot és ködgyertyát tárolt. A tárolt robbanóanyagok mennyisége 225 kg TNT ekvivalens tömegnek felt meg.

A robbanás feltételezett oka az, hogy az előző éjszakai jelentős esővel járó vihar vízbefolyást eredményezett, amely kiváltotta a hexaklóretános ködtermék melegedését, öngyulladását, ami a későbbiekben detonációhoz vezetett.

A továbbiakban összehasonlítjuk a kockázatelemzés készítése során alkalmazott számítási módszerek eredményeit a gyakorlati - bekövetkezett esemény következményei - tapasztalatokkal.

DNV Phast modellezés eredményei



SAVE II. modellezés



Explosion: Shockwave

Pressure (Pa)	Distance (m)
3E4	44
1E4	95.6
3E3	255
1E3	701

A valós következmények

- Romboló hatás – a robbanás közvetlen környezetének maradó deformáció jelentkezett. A robbanás következtében a csappantyúval érintkező vasbeton fal 1-1,5 m² területen átszakadt, a hasadó-nyíló felületek megnyíltak, a vasajtó a szemközti földbevédesre repült. Az épület villámhárítója részben, illetve a védődomb területén lévő kerítés részlegesen megsérült.



Túnyomás (bar)	Hatás
0,001379	Zavaró hanghatás
0,002069	Anagy ablakok ablaküvegei nagy valószínűséggel betörek
0,002758	Hangos zaj
0,006895	Akis ablakok ablaküvegei nagy valószínűséggel betörek
0,010343	Az üvegbetörés tipikus nyomása
0,020685	"Biztonsági távolság" határa, amelyen kívül 95 %-os valószínűséggel komoly sérüléssel nem kell számolni
0,02758	Kisebb szerkezeti károsodás határa
0,048265	Kisebb szerkezeti károsodás a házakban
0,089635	Acélszerkezetek eltorzulnak
0,1379	Aházak fala és teteje részlegesen összeomlik
0,172375	Azó határa a súlyos szerkezeti károsodásnak
0,158585	Atéglafalas házak 50 %-a összedől
0,20685	Az épületek acélszerkezete eltorzul
0,2758	Az olaj tankok repednek
0,48265	Aházak közel teljes összedőlése
0,48265	Ameграkott vasúti vagonok felborulhatnak
0,62055	Ameграkott zárt tehervagon teljesen felborul
0,62055	Aházak teljes szerkezete valószínűleg lerombolódik

- Légnyomás – a közelben található épületek üveglakai betörték. a kb. 50-60 méterre található 1. számú üzemi épület, illetve az SZ17-es raktárépület ablakai részben betörték. (Az alábbi térképen az üvegekárt sárga téglalappal jelöltük.)
- Repesz- (törmelék-) hatás – A robbanást követő helyszíni bejárás során megállapítható volt, hogy a repülőtető téglatörmelékei (a térképen piros övezettel jelölt terület) az epicentrumtól déli irányba (kifúvás iránya) a védősánc szélességében a bobbpálya kerítéséig hullottak szét. Ezen övezeten belül lehetett a tárolt anyagok csomagoló részeit is megtalálni. Az SZ5-ös raktártól 30 méter szintkülönbséggel alacsonyabban, légvonalban dél-keleti irányba 150 méterre között és az uszoda parkolója, 220 méterre az uszoda épülete fekszik. Ezen a területeken törmeléket nem találtak.
- Szeizmikus hatás nem alakult ki.
- Robbanást követő gyújtóhatás nem alakult ki.



- **Mérgező égéstermék keletkezése:** Az esemény során kb. 5 – 6 perc időtartamban különféle, elsősorban káliumklorát-porcukor-amonklorid, illetve hexaklóretán-cinkpor keverékéből álló füstök, füstelegyek keletkeztek. A füst az üzem határán túl nem terjedt, lakossági intézkedést nem kellett foganatosítani. A beavatkozó tűzoltóegységek az oltási munkálatokban légzőt alkalmaztak.
- **Biológiai hatás, személyi sérülés nem történt.**

A számított és a valós következmények összevetése

A bemutatott szoftveres elemzések a valós hatásterületnél nagyobbab eredményeztek. Ez bizonyítható az ablaktörést okozó légnyomás vizsgálatával.

A valóságban 60 méteres övezeten kívül ablaktöréssel nem, a 60 méteres övezeten belül csak részleges ablakbetörés keletkezett.

A szoftveres elemzés azt mutatják, hogy 300 méteres övezetben kialakuló légnyomás elérte az ablaktöréshez szükséges értéket.

A modellezéssel 225 kg TNT ekv. tömegű robbanóanyag robbanáskor 40 – 60 méteres övezeten belül olyan túlnyomásértékek alakulnak ki, amelyek következtében a házak fala és teteje részlegesen összeomlik.

A valóságban a 40 – 60 méteres övezetben található létesítmények szerkezetében nem keletkezett kár.

Összegzés, konklúzió

A fenti elemzések alapján megállapítható, hogy a valóságban – feltételezhetően a csillapítási tényezőknek, esetleg a TNT ekvivalens tömeg meghatározási nehézségeinek köszönhetően – a hatások jóval kisebbek voltak, mint az eleméleti módszerekkel meghatározott várt következmények.

A vizsgálatok szerint leginkább a szoftveres modellezés eredményei által prognosztizált hatásterület nagysága tért el a valóságtól, esetenként 5-szörös mértékben felülbecsülve azt.

SAJTÓ HÁTTÉRANYAG

„Katasztrófavédelmi Díj” Tudományos Konferencia 2012.

2012. október 10-én a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katasztrófavédelmi Intézete szervezésében az Egyetem Zrínyi termében került lebonyolításra „Katasztrófavédelmi Díj 2012.” című Tudományos Konferencia.

A rendezvényt az NKE vezetése nevében *Dr. habil Kovács Gábor r. ezredes* egyetemi docens, oktatási rektor-helyettes a konferencia elnöke nyitotta meg. A rendezvényen részt vettek a Katasztrófavédelmi Díjat alapító szervezetek képviselői, így a Magyar Tudományos Akadémia részéről *Dr. Szépvölgyi János* a Magyar Tudományos Akadémia Kémiai Kutatóközpont igazgatója az MTA doktora, *Dr. Gubicza József t. alezredes* a BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság Oktatásszervezési és Kiképzési Főosztály vezetője a BM OKF képviselőjében valamint *Prof. Dr. Solymosi József ny. ezredes* egyetemi tanár a Somos Alapítvány alapítója az NKE Katasztrófavédelmi Intézetén működő Iparbiztonsági Tanszék vezetője. A szervező intézmény képviselőjében *Prof. Dr. Bleszty János ny. t. vezérőrnagy* NKE KVI igazgatója volt jelen.

A katasztrófavédelmi díj létrehozásáról szóló együttműködési megállapodást a négy alapító szervezet képviselőjében az MTA elnöke, a BM OKF főigazgatója, az NKE rektora és a Somos Alapítvány alapítója 2012. július végén írta alá azzal a céllal, hogy a nemzeti értékeinket képező természeti és épített környezet megóvásában aktívan tevékenykedő és kiemelkedő eredményt elérő természetes és jogi személyek munkáját elismerje és támogassa.

A díj odaítélésével kapcsolatos eljárás lebonyolításáról a NKE Katasztrófavédelmi Intézete gondoskodik. A tudományos konferencia célja a díj I. kategóriájában kiírt pályázati felhívás alapján beérkezett és két független bíráló által előzetesen elbírált pályaművek bemutatása és zsűri általi értékelése volt.

A rendezvény levezető elnöke és a pályaműveket bíráló zsűri elnöke *Prof. Dr. Solymosi József* tájékoztatta a résztvevőket a pályázat kiírásának, a pályázatok beérkezésének, előzetes bírálatának eredményéről, majd felkérte a pályázókat a pályaművek szóbeli előadás formájában történő bemutatására.

A pályaművek előzetes bírálatát *Dr. habil. Grósz Zoltán ny. ezredes* NKE KVI igazgató-helyettese és *Dr. Vass Gyula t. ezredes* főosztályvezető BM OKF Veszélyes Üzemek Főosztály vezetője végezte.

Dr. Katona Tamás Jánosnak a Pécsi Tudományegyetem Pollack Mihály Műszaki Informatikai Kar tudományos főmunkatársának „a Paksi Atomerőmű földrengésbiztonsága a földrengés-veszély újraértékelésétől a célzott biztonsági felülvizsgálatig” című előadását Ragács Nikoletta az NKE katasztrófavédelmi szakos hallgatójának „a globális klímaváltozás humán egészségügyi aspektusai, különös tekintettel a járványügyi kockázati tényezőkre” című előadása követte.

A harmadik pályaművet a „Problémák a robbanóanyagok tárolásából származó kockázatok elemzésében” című tanulmányt *Prof. Dr. Szakál Béla* főiskolai tanár és *Cimer Zsolt* főiskolai adjunktus a Szent István Egyetem, Ybl Miklós Építéstudományi Kar munkatársai mutatták be.

Az öt tagú zsűriben helyet foglaltak még az MTA, a BM OKF képviselői túl *Dr. Pellérdi Rezső ny. alezredes* az NKE KVI Katasztrófavédelmi Művelési Tanszék egyetemi docense, *Dr. Restás Ágoston ny. t. alezredes* az NKE KVI Tűzvédelmi- és Mentésirányítási Tanszék vezetője, valamint *Dr. Kátai-Urbán Lajos t. alezredes* az NKE KVI Iparbiztonsági Tanszék oktatója.

A díj odaítéléséről az öt tagú zsűri javaslata alapján az alapító felek által létrehozott kuratórium hoz döntést. Az ünnepélyes eredményhirdetésre és díjátadásra a Magyar Tudomány Ünnepe rendezvénysorozat keretében kerül sor. A díj az MTA által kiállított oklevél és az OKF által elkészített bronz plakett, valamint a Somos Alapítvány által adott esetben megítélt pénzjutalom, amelyet a díjazott oktatási intézményben folytatott tanulmányokra, kutatásra vagy külföldi tanulmányút költségeinek fedezésére fordíthat.

A tudományos konferenciát a levezet elnök *Prof. Dr. Solymosi József* zárta azzal, hogy az első alkalommal megrendezett Katasztrófavédelmi Díj tudományos konferencián elért eredmények, a bemutatott tudományos dolgozatok mind tudományos közélet, mind pedig a katasztrófavédelmi igazgatás és felsőoktatás épülésére és fejlődésére szolgálhatnak.

Dr. Kátai-Urbán Lajos