

Csős László  
[csosz.laszlo@uni-nke.hu](mailto:csosz.laszlo@uni-nke.hu)

## FELSZÍNI VIZEK KŐOLAJSZENNYEZÉSEINEK VIZSGÁLATA

### Absztrakt

Földünk jelentős részét alkotják, nyílt tengerek és óceánok. A tengerek mindig is fontos szerepet töltek be a kereskedelemben és a szállításban, amelynek következtében számtalanszor ártalmas és veszélyes anyagok kerültek a nyílt vizekbe. Továbbá a XX. században bekövetkezett technológiai fejlődés következtében a gáz és a kőolaj-kitermelés egyre jelentősebb szerephez jutott a nyílt vizeken. A hatalmas víztömegek láttán azt gondolhatnánk, tetteinkkel úgysem tudunk kárt okozni bennük. Ez azonban korántsem igaz, a tengerek olajjal történő elszennyezése partvidékeket pusztít el, egész tengeri madárkolóniákat írt ki, kioltja az életet a tengerekben. Az olajszennyezés hatalmas károkat tud okozni. Sajnos mindig fennáll a veszélye, hogy egy tankhajó zátonyra fut vagy egy olajfúrótorny megsemmisül vagy éppen megsemmisül. Egy-egy ilyen baleset alkalmával rengeteg olaj ömlik egyszerre a tengerbe, hatalmas ökológiai katasztrófát okozva ezzel. A tengerek mellett a folyók is hasonló veszélyeknek vannak kitéve. Hazánkban például a Duna és a Tisza gyakran esik áldozatul a különböző olajszennyezéseknek, egyrészt uszálybalesetek következtében, másrészt a hajók illegálisan a folyóba ürített fenékvize miatt, amely jelentős mértékű elhasznált olajat tartalmaz.

*A significant portion of Earth, oceans and high seas. Seas have always played an important role in trade and transport, owing to which several times harmful and hazardous materials have ingresses into open waters. Further due to the technological development occurred in the 20th century gas and mineral oil production has received a more significant role on open waters. Seeing the huge water amounts we could think, we cannot harm them with our actions. However it is not true, the contamination of seas with oil destroys complete coasts, whole sea bird colonies are killed, and life is demolished in the seas. Oil contamination can cause huge damages. Unfortunately the risk always exists that a tanker runs aground or an oil derrick gets damaged or even destroyed. Upon such an accident enormous quantity of oil flows into the sea at once, causing huge ecological disaster. Beside seas rivers are also exposed to similar risks. In our country for example the rivers Danube and Tisza often fall a victim to different oil contaminations, on the one hand due to barge accidents, on the other hand due to the bilge-water of ships emptied illegally into the river, which contains significant amount of refuse oil.*

**Kulcsszavak:** *olajszennyezések, olajszennyezések kárelhárítása, alternatívák ~ oil spills, remediation of oil spills, alternatives*

## BEVEZETÉS

Az olaj jelenleg nélkülözhetetlen energiaforrás. Az iparosodott országok gazdasága összeomlana olaj nélkül. Például Németország energiaszükségletének legnagyobb részét, 36,7%-át az olaj fedezi, a maradék részt pedig szén (25%), földgáz (22,2%), és atomenergia (12,5%) teszi ki [1]. Az olaj közel fele a közlekedésben kerül elégetésre, egyharmadával fűtenek, és nagyjából egy hatodát a vegyipar használja fel. A német közlekedés 90%-ban az olajtól függ. Németország az USA, Kína, Japán és Oroszország mögött a világ 5. legnagyobb olajfogyasztója. Annak ellenére, hogy a 70-es évek olajválsága arra ösztönözte az ipart, hogy alternatív energiákra építsen, a háztartások és a közlekedés olajfelhasználása tovább növekedett, a függőség egy cseppet sem csökkent.

A gazdaságban jelen lévő veszélyes anyagok tárolása, feldolgozása és felhasználása magában hordozza a súlyos ipari balesetek kialakulásának kockázatát. Az élővizek olajos elszennyeződésének okozói gyakran a különböző hajóbalesetek, uszályok sérülései, szennyvíztisztítási hiányosságok, csővezetékes szénhidrogén-szállítással kapcsolatos problémák [2]. Hazánk nemzetközi szintű multinacionális olajtársasága a Magyar Olaj- és Gázipari Nyrt. (MOL). Annak ellenére, több olajszennyezés is érintette hazánkat, hogy MOL hosszú távú, stabil, fenntartható működésének egyik alappillére a felelős környezethasználat, így a működésével, illetve tevékenységével összefüggésben kialakuló környezeti terhelések, környezeti kockázatok minimalizálása az elérhető legjobb technológiák alkalmazásával valósul meg. Ezek leginkább szállítási balesetek, például uszálytöltések vagy éppen az olajvezetékek illetéktelen személyek hasznoszerzés céljából elkövetett rongálása okán fordultak elő. Éppen ezért fontosnak tartom, hogy feltárjam a katasztrófa elhárítás, kárfelszámolás eszközeit, illetve alkalmazott módszereit. A kárfelszámolásból nyert tapasztalatok feldolgozásával lecsökkenthető a későbbiekben bekövetkező katasztrófák kárelhárítási idő intervalluma.

## OLAJSZENNYEZÉS JELLEMZÉSE ÉLŐVÍZI KÖRNYEZETBEN

A szennyező anyagok, amelyek a felszíni vizeket szennyezik, egy sajátos csoportja azok az anyagok, melyek közvetett hatásúak. Ezen anyagok a vízbe kerülve a vízi élet tényezői közül a fizikai elemeket blokkolják, illetve kizárják. Tehát fizikai úton gátolják a légzést, elzárják a vizeket a fénytől, valamint az alacsonyabb rendű szervezetekben bevonatokat képeznek. A legismertebb és előfordulási arányát tekintve a rendkívüli szennyezések szennyező fajtái közül a leggyakrabban előforduló (37,4%) szennyező anyagok a kőolaj és annak származékai, gyűjtő néven a szénhidrogének [3]. Az olaj Földünk szilárd kérgében fellelhető természetes eredetű, élő szervezetek bomlásával, átalakulásával létrejövő ásványi anyag. Főbb alkotói a folyékony halmazállapotú szénhidrogének, de lelőhelyükön, azok földrajzi helyzetétől függően oldatban, nyomás alatt gáznemű, valamint szilárd halmazállapotú szénhidrogéneket is tartalmazhatnak kisebb-nagyobb mennyiségben. A felszínvizekhez kapcsolódó olajszennyezéseknek minden formája egyaránt káros hatású. A vízfelszínen úszó olajréteg megakadályozza a vizek természetes oxigénforgalmát és ezzel a légzésre és a fotoszintézisre is egyaránt káros hatást fejt ki. Az olaj már egészen kis mennyiségben elzárja a víz felszínét, és ezáltal gátolja mind a természetes oxigén felvételét a légkörből, mind pedig a képződő gáznemű anyagcsere termék távozását a légkörbe. A vízbe kerülő olaj, ha nem ütközik akadályba, gyorsan szétterül és vékony filmszerű réteget alkot, létrejön az olajfedettség, ami 1

mm vastagságú. Tiszta vízben ez a fedettség terjed és fokozatosan 0,2 mm-nél alacsonyabb hártává alakul. A szennyezett víz akadályozhatja az olajhártya szétterülését, de ebben az esetben is 1 mm körül marad a rétegvastagság.

Az olaj vízbekerülésekor nyolc különböző folyamattal kell számolni [4]: a szétterüléssel, a párolgással, a diszperzióval, az emulzifikációval, az oldódással, az oxidációval, az ülepedéssel, illetve a biodegradációval.

- Szétterülés: A kiömlést követően az olaj szétterül a vízfelszínén – a szétterülés gyorsaságát alapvetően az adott olaj viszkozitása szabja meg. A kiterülő olajfolt vastagsága természetesen mindenhol nem lehet uniform, egyforma, mivel a távol eső területekre csak fosztlányokban ér el az olaj. A kiterülést megszabó környezeti tényezők: szélesebbesség, vízhőmérséklet és a hullámozás.
- Párolgás: Sebessége az olaj gőznyomásának függvénye. Így például a petróleum, kerozin és dízel olajok csaknem teljesen elpárolognak néhány nap alatt a vízfelszínről. Erős hullámozás és szél, illetve magasabb hőmérséklet erősíti a párolgást.
- Diszperzió: A hullámok és a vízfelszín turbulenciája az olajpaplant aprítja, diszpergálja egymástól független kisebb cseppekre. A kisebb cseppek szuszpenzióban maradnak (O/V) míg a nagyobbak (fajsúlykülönbség) újra a felszínre emelkednek. A diszperzió sebességét alapvetően az olajfajta és a víz állapota (hullámozás, szélesebbesség) határozza meg. A leggyorsabb a diszperzió erős hullámozás és alacsony viszkozitású, könnyű olajok esetében.
- Emulzifikáció: Az emulzió két folyadék elegyedésekor jön létre. A nyersolajok esetében a vízcseppek szuszpendálódnak az olajban, ennek eredménye egy nagyon viszkozus anyag képződése, amit olajgöbcsnek, vagy „olajcsokinak” neveznek. Az emulziók újra olajakat alkothatnak pl. napfény hatására (reverzibilis emulzifikáció), amelyek majd újra „olajcsokivá” alakulhatnak a parti zónákban.
- Oldódás: Az olaj vízoldékony komponenseit oldja a víz. Ez a folyamat az adott olajfajta összetételétől és állapotától egyaránt függ, ám leggyorsabban akkor megy végbe, ha az olaj finom diszperzióban szétárad a víz vertikális, illetve függőleges rétegeiben. A leginkább oldódó összetevők a könnyű, aromás szénhidrogének, mint például a benzol, valamint a toluol. Ezek szintén könnyen párolognak, amely folyamat körülbelül 10-100x gyorsabb folyamat az oldódásnál. A beoldódott vegyületek között rendkívül sok a rákkeltő anyag.
- Oxidáció: Az olaj az oxigénnel reagálva oldható komponensekre bomlik. Ezt a folyamatot a napfény is elősegíti (függően a környezeti körülményektől: hullámozás, diszpergáltság foka). Ez rendkívül lassú folyamat, és még erős napfényben is a vékony olajfilmeknek csak körülbelül 0.1%-a bomlik le naponként.
- Ülepedés: Bizonyos finomított nehézolajok nehezebbek a víznél, ezért lesüllyednek (a legtöbb nehézolaj azonban nem süllyed le). A lesüllyedés többnyire akkor történik, amikor lebegőanyag és üledékszemcsék épülnek be az olajba. A partra került olaj keveredve a homokkal és üledékkel visszamosódva a vízbe (hullámozás, áradás) szintén lesüllyed.
- Biodegradáció: A felszíni vizek mindig tartalmaznak olyan mikroorganizmusokat, amelyek részlegesen vagy teljesen képesek az olaj vízoldékony komponenseit lebontani. Bizonyos vegyületek azonban biológiailag bonthatatlanok. A biodegradációt befolyásoló főbb tényezők: a tápanyagok (nitrogén és foszfor), hőmérséklet és oldott oxigén. A biodegradáció oxigénigénye miatt a folyamat csak az olaj-víz határfelületen megy végbe, mivel az olajban nincs oldott oxigén.

A terjedés, evaporáció, diszperzió, emulzifikáció és oldódás folyamatai elsősorban a kiömlést követő rövid időszakban játszanak fő szerepet. Az oxidáció, ülepedés és biodegradáció folyamatai inkább hosszabb távon jelentenek hatást az olaj végső, további sorsára.

## AZ OLAJSZENNYEZÉSEK KÁRELHÁRÍTÁSA

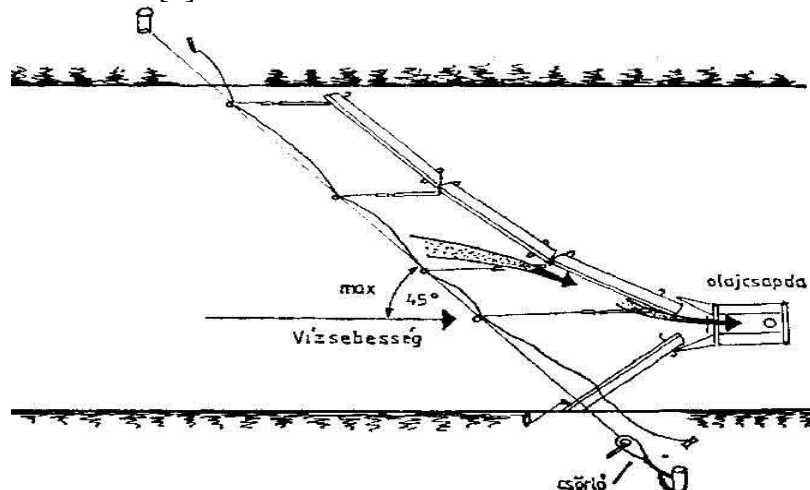
Az olaj okozta vízszennyezés esetén a védekezési műveletek általában három részből állnak [5]:

- a szennyezés lokalizálása;
- a lokalizált szennyező anyag eltávolítása a vízfelszínről;
- a szennyező anyag biztonságos deponálása vagy megsemmisítése.

A szennyezés lokalizálásában alapvető fontossága van a védekezés helyének, módszerének és az eszközök megválasztásának. Az olajszennyezés lokalizálását szerte a világon ún. merülőfalas olajzárakkal, illetve az azt helyettesítő anyagokkal oldják meg. A merülőfalak egyébként olyan - a víz felszínén úszó - szerkezetek, amelyeknek egy része a víz felszíne fölött van, másik része pedig a vízfelszínhez közeli rétegbe nyúlik le. Ezek a merülőfalak azon az elven működnek, hogy a vízfelszín közelébe eső réteg lezárásával megakadályozható a felszínen úszó anyagok továbbhaladása.

A vízfelszínen az olaj szétterjedését kell megakadályozni, ezért a szennyezett terület körül kell határolni merülőfalakkal. A szennyezések lokalizálása kisebb vízfolyásokon és kis vízsebességek esetén a vízfolyás közelében fellelhető anyagokból készült egyszerűbb módszerekkel is megvalósítható, például rőzséből vagy nádból 3-4 m hosszú, úgynevezett „kolbászokat” készítenek és rögzítik a vízfolyásokon, vagy szalmabálákat összekötözve alakítanak ki egyszerű olajterelőket. Az olajszennyezések gyakoriságának vizsgálata azt bizonyította, hogy a nagyobb vízfolyásokat sokkal inkább fenyegeti az olajszennyezés. Célszerű tehát gondosan tervezett és előre gyártott berendezésekkel felkészülni, hogy szükség esetén a helyszínen szerelhesék össze.

Hazánkban az 1. ábrán bemutatott „T” típusú merülőfal terjedt el leginkább [6]. Ezek fából készülnek, fekvő T alakú elemekből állnak, amelyeket függőleges tengelyű, csuklós vasalások erősítenek össze. A merülőfal a vízfolyás fölött kifeszített kötélhez rögzíthető. Ez a típus legfeljebb 200 m szélességű vízfolyásokon, patakokon, csatornákon alkalmas olaj terelésére, a gyakorlati mérések szerint kb. 0,7 m/s vízsebességig. Nagyobb vízfolyásokon többlépcsős elrendezésben alkalmazhatók az elemek, egy-egy merülőfalegység 40—50 m-es hosszúságú, lépcsőzetes elrendezésével [7].



1. ábra: A „T” profilú merülőfal elhelyezése a vízfolyáson [6]

A vizek olajjal történő elszennyezésének esetében két fő típust különböztethetünk meg az egyik a szállítási balesetek csoportja a másik pedig a kitermeléshez köthető szennyezések csoportja. Számptalan szállítási baleset történt már az évek folyamán, gondoljunk csak az Exxon Valdez tankhajó balesetére [8]. 1989. március 24-én az Exxon Mobil hajózási vállalat Exxon Valdez nevű tankhajója zátonyra futott. Egy jéghegy észlelését követően nem hajtották végre időben az iránymódosítást, majd az utolsó pillanatban próbálva kikerülni azt, a hajó zátonyra futott. A baleset következtében 40 millió liternyi olaj szabadult ki a tankhajóból, súlyos ökológiai katasztrófát okozva. Ez a katasztrófa volt az első olyan nagymértékű következményekkel és káros hatásokkal járó esemény, amely után szükséges volt a tanulságok levonása a jövőbeni hasonló események megelőzése érdekében.

A kitermeléshez köthető szennyezések száma is igen jelentős. Az egyik legsúlyosabb ilyen eset a British Patrol (BP) olajtársaság Deepwater Horizon olajfúró tornyának a felrobbanása és elsüllyedése. A Mexikói-öbölben történt, az olajfúrótorony 1500 méteres mélységben bekövetkezett robbanásakor, több mint tízszer annyi olaj került a nyílt vízbe, mint az Exxon Valdez tankhajó balesetekor [9]. 2010. április 20-án több mint 700 millió liter olaj ömlött ki a nyílt vízbe.

A felszíni vizek olajszennyezésekor alkalmazható beavatkozási lehetőségek és technológiák [10]:

- detektálás és követés;
- merülőfal telepítése;
- lefölozés és összegyűjtés.

## **AZ ENNS FOLYÓ ELSZENNYEZÉSE**

1998. május 31-én Ausztriában egy motorgyártó cég telephelyén található nagy, 1000 m<sup>3</sup> kapacitású tárolótartály, amely fűtőrendszerhez használt diesel olajat (fűtőolajat) tartalmazott, szivárogni kezdett [11]. Az érintett telephely az Enns folyó partján található, amely folyó a Duna mellékfolyója Steyr városától délre. A Staning vízerőmű zárógátja ugyancsak az áramlás irányában található. Továbbá ugyanezen a területen, a folyó bal partján ivóvízállomás található kinyerő kutakkal annak közvetlen közelében, ami kb. 50 000 lakos számára biztosít ivóvizet.


A tartályt ellenőrző vizsgálatnak vetette alá az üzemeltető, a két fal közötti teret feltöltötték vízzel. Az ellenőrző vizsgálat során úgy tűnt, hogy a belső tartály, amely 700 m<sup>3</sup> olajat tartalmazott, mentes az anomáliáktól. Az éjszaka során a tartály alján lévő szelep kinyílt és a vizsgálat során használt víz a folyó felé áramlott a burkolatok között lévő vízvezető csövön.

Reggel halászok értesítették a rendőrséget, hogy az Enns folyó elszennyeződött. A szennyeződés nagy része a Staning gát által kialakított tóban volt fellelhető, így közel az ivóvízes kút területéhez, ahogy a 2. ábrán is látható. Három nap és három éjszaka a vízügyi hatóságok és a tűzoltóság szakemberei azon dolgoztak, hogy felfogják a szennyeződést. Lebegő gátakat alkalmaztak a szennyeződés felfogásához. A szennyeződés 35 km-re terjedt ki, érintve a területen belül elhelyezkedő 3 vízerőmű gátját. A baleset után 9 héttel az ivóvíz kutak jelentős szintű szénhidrogén szennyeződést mutattak. A szénhidrogén szennyeződés azonban rövid ideig tartott és alacsony koncentrációjú volt. Végül, a balesetet követő 6 hónapban számos a környéken lévő kút került kivizsgálásra.



2. ábra: A baleset helye és a szennyeződés terjedésének iránya [12]

A 3. ábra jól prezentálja, a tagállamok illetékes hatóságának bizottsága által 1994 februárjában hivatalossá tett mérleg 18 paraméterének besorolási szabályozását alkalmazva, ami a „SEVESO” irányvonal alkalmazását ellenőrzi, a baleset a következő 4 mutatóval jellemezhető, a rendelkezésre álló információk alapján:

Dangerous materials released		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Human and social consequences		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Environmental consequences		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Economic consequences		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. ábra: Az ipari balesetek Európai skáláján ábrázolva az eset mértéke [12]

### Az esemény összegzése

Az ellenőrző vizsgálat során senki nem észlelte a főtartály, tehát a szénhidrogéneket tartalmazó tartály alján lévő hegesztési varratszakaszon lévő repedést. Ennek eredményeként több mint 70 m<sup>3</sup> olaj áramlott a folyóba a vízelvezető szelepen keresztül. Annak ellenére, hogy a kérdéses tárolótartály speciális kialakítású, bizonyos tanulságok levonhatóak a balesetből:

- az elfolyás jelenségét fokozta a külső tartály vizsgálata, mivel a szénhidrogénok szivárgásában az elfolyó víz közreműködött;
- az elvezetési műveletet a nap folyamán kell végrehajtani, hogy a lehetséges baleset megelőzhető vagy a helyszíni személyzet által ellenőrizhető legyen;
- a szerelvény kialakítása, közvetlenül a folyóba ürítő öblítéssel nem megfelelő.

## A DAUGAVA FOLYÓ ELSZENNYEZÉSE

2007. március 23-án Lettország jelzést kapott Fehéroroszországtól, hogy az „Unecha-Venstpils” olajvezetékéből szivárgás történt 130 km-re Lettország határától [13]. Fehéroroszország hivatalosan március 24-én, másnap tájékoztatta Lettországot az Ulla folyóba történt olaj kiömlésről, 17 órával azután, hogy a kiömlés megjelent és az olajréteg elkezdett lefelé áramlani a Daugava folyón. A Daugava folyó, Lettország legnagyobb folyójának fehérorosz mellékfolyója. A szivárgás Vitebsk területén (Észak-Fehéroroszország) következett be, közel az Ulla folyóhoz. A Daugava Lettország legnagyobb folyója, a Balti-tenger nyúlványa, ami keresztül folyik Rigán és az ország második legnagyobb városán, Daugavpils-en. A 377 mm olajvezeték repedése 5 órán keresztül kb. 120 tonna fűtőolaj kiömlését eredményezte az Ulla folyóba, azt követően pedig a Daugava folyóba. A tűzoltó egységek ahogy a 4. ábrán is látható úszógátákat alkalmaztak, hogy megakadályozzák az olajszennyezés továbbterjedését. A csővezeték tulajdonosa nem jelentette azonnal a hatóságoknak a kiömlést. A szennyeződés két országot, Fehéroroszország és Lettországot érintette. Továbbá a kb. 120 tonna fűtőolaj szivárgása elszennyezett 1,2 ha földet is a forráshelyen. Az olajréteg 100 km-re terült el, a folyó szélességének kb. 30%-át érintette a kiömlés. A tisztítási művelettel sikerült megelőzni jelentősebb hosszú távú sérülést.

A balesetért felelős olajcég 170.000,- €-t fizetett a sürgősségi intézkedések költségeiért és a környezet közvetlen károsításáért. Ugyanekkor néhány környezettudós úgy becsülte, hogy a baleset általános költségei Lettországon belül, beleértve a környezeti károkat, a környezetre gyakorolt közvetett hatásokat és a tisztítási műveletet kb. 440 000,- €-t tettek ki.

A tisztítási művelet során nemzetközi segítség érkezett, Észtország 6 önkéntes munkást küldött, Svédország pedig oszlopokat küldött, amelyeket a Daugava folyóra telepítettek.

A Lett Állami Környezetvédelmi Szolgálat a növény- és állatvilágra gyakorolt közvetlen hatásokat, az ország tudósainak bevonásával becsülte meg. Megmértek olyan paramétereket, mint olajtartalom a vízben/lerakódások, víztoxicitás, a folyó állat-/növényvilágának ökotoxicitása, oxigénigény, a biológiai vizsgálatok olyan fajokat foglaltak magukba, amelyeket érzékenynek és reprezentatívnak tekintenek és vizsgálatokat foglaltak magukba az akut toxicitás, krónikus toxicitás, bioakkumuláció lehetősége tekintetében. Ennek eredményeként kiszámításra került a környezet közvetlen károsítása az érintett folyó állat- és növényvilág mérlegének értékelésével. A Lettországi Egyetem kutatásának eredményei a szennyeződés által nem jelentős hosszán tartó hatást igazoltak a környezetre nézve. Továbbá, a szennyeződés hatásának értékelése a halak természetes táptartalékai vonatkozásában (biomassza analízis, fajok változatossága és állatkerti planktonok valamint víz alatti élet) nem mutatott jelentős károsodást, valószínűleg a kora tavaszi időszak miatt.





4. ábra: A Lettországi tűzoltó egységek a védekezés során [14]

Az 5. ábrán látható, hogy a baleset a rendelkezésre álló információk alapján a 4 mutatóval, miként jellemezhető:



5. ábra: Az ipari balesetek Európai skáláján ábrázolva az eset mértéke [14]

### Az esemény összegzése

Lettországot és Fehéroroszországot a szovjet korban készült csővezetékek kapcsolják össze, amelyek orosz olajt szállítanak a balti kikötőkbe. Azonban az infrastruktúra nagy része elavult és komoly felújításra szorul. Ebben az esetben is az előregedés volt a baleset kiváltó oka. Továbbá a tavaszi időszak miatt erős volt az áramlás és nagyon magas volt a vízszint. Nem volt stabil a folyópart talaja, amely így lehetetlenné tette az oszlopok elhelyezését közvetlenül Lettország és Fehéroroszország közé a határokon átívelő szennyeződés megakadályozása érdekében.

### ÖSSZEGZÉS

Az olaj egyre kisebb mennyiségben áll rendelkezésre, és egyre drágább, továbbá a kitermelése károsítja a természetet. Azonban egyre több lehetőség, alternatíva áll rendelkezésünkre az olaj kiváltására. A közlekedésben rövid távon a környezetkímélő földgáz, hosszú távon pedig a hidrogén válthatja fel, a háztartásban pedig egyre nagyobb szerepük lesz a különböző megújuló energiáknak, illetve az energiahatékonyságnak.

Az összes megújuló (nap, szél, víz, biomassza) energiaforrásból nyert energia a globális energiafogyasztás mindössze 9%-a volt 2008-ban [15]. Ezt az arányt 40-50-szeresére kellene növelni a jelenlegi energiaigények kielégítése érdekében. 1980 és 2008 között, azaz 28 év alatt mindössze 2%-al nőtt a megújulók részaránya a világ energiafelhasználásában, az 1980-as 7%-ról 9%-ra.



Az iparban és a gazdaságban jelen levő veszélyes anyagok tárolása, feldolgozása és felhasználása magában hordozza a súlyos ipari balesetek kialakulásának kockázatát. A már bekövetkezett olajkatasztrófák elemzése, vizsgálata nélkülözhetetlen a "biztonságos" jövő eléréséhez. Csak ezek tapasztalataival lehet egy esetlegesen bekövetkező újabb katasztrófát megelőzni, vagy a már megtörtént katasztrófák esetében a kárfelszámolás területén hatékonyabban közreműködni a beavatkozás időintervallumát jelentősen csökkenteni.

A veszélyes anyagok felhasználása területén az irány egyértelmű, törekedni kell a megújuló energiaforrások nagyobb arányú felhasználására, és általában a hatékonyság növelésére. Addig is az átmeneti időszakban pedig biztosítani kell a hagyományos energiaforrások (olaj, gáz, atom) környezetbarát és takarékos felhasználását. A szükséges átalakulás csak a politika és a gazdaság összefogásával lehetséges, és persze kizárólag nemzetközi szinten. Fokozatosan el kell hagyni a veszélyes anyagok alkalmazását és áttérni környezetbarát energiaforrások alkalmazására. Ha csökkentjük a veszélyes anyagok alkalmazását, csökken a bekövetkező katasztrófák száma is.

### Felhasznált irodalom

- [1] Németh Ágnes: *A megújuló energiaforrások kiaknázásának ösztönzése az Európai Unióban és Németországban*, Budapesti Gazdasági Főiskola, Budapest, 2010.  
[http://elib.kkf.hu/edip/D\\_15118.pdf](http://elib.kkf.hu/edip/D_15118.pdf) (2016.08.01.)
- [2] Pátzay György – Dobor József: *Ipari tevékenységekből eredő veszélyforrások és elhárításuk*, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katasztrófavédelmi Intézet, Egyetemi Jegyzet, Budapest, 2016. ISBN 978-615-5527-91-3
- [3] Dr. Szoboszlai Sándor: *Katonai tevékenységek során a talajba és a talajvízbe kerülő szénhidrogén szennyezések kármentesítésének környezetbiztonsági követelményei*, PhD értekezés, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola, Budapest, 2003.  
[http://uninke.hu/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2003/szoboszlai\\_sandor.pdf](http://uninke.hu/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2003/szoboszlai_sandor.pdf) (2016.08.02.)
- [4] Pregun Csaba - Juhász Csaba: *Vízminőségvédelem*. Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma (AGTC), Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet, Debrecen, 2010. ISBN: 978-615-5138-34-8
- [5] Thyll Szilárd: *Vízszennyezés, vízminőségvédelem*. DATE Víz- és Környezetgazdálkodási Tanszék, Debrecen, 1998.
- [6] Jolánkai Zsolt: *Környezeti kárelhárítás rendkívüli szennyezések esetén*. Budapesti Műszaki És Gazdaságtudományi Egyetem, Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék, Budapest, 2014.
- [7] Fekete Endre: *A vízszennyezés ökológiája*. Pro Natura Kiadói Kft. Budapest, 1991. ISBN: 963-8045-39-6
- [8] Nagy Szilvia: *Az Exxon Valdez olajszállító hajó katasztrófája, tanulságai*. Műszaki Katonai Közlöny, XXI. évfolyam, Budapest, 2011.  
<http://www.hhk.uni-nke.hu/downloads/kiadvanyok/mkk.uni-nke.hu/eloadasokpdf/1csop/Nagy%20Szilvia%20Exxon.pdf> (2016.08.18.)
- [9] Earl Boebert - James M. Blossom: *Deepwater Horizon, A Systems Analysis of the Macondo Disaster*. USA, 2016. ISBN 9780674545236

- [10] Dr. Fleit Ernő: *Olajszennyezések kárelhárítása*. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Vízi Közmű és Környezetmérnöki tanszék, Budapest, 2014.
- [11] ARIA: *Pollution of the river ENNS following leakage from hydrocarbon storage tank*. [http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/wp-content/files\\_mf/FD\\_32322\\_steyr\\_1998\\_ang.pdf](http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/wp-content/files_mf/FD_32322_steyr_1998_ang.pdf) 2016.08.26.
- [12] ARIA: *Lessons learnt from industrial accidents*. [http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/32322\\_en/?lang=en](http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/32322_en/?lang=en) 2016.08.26.
- [13] ARIA: *Transboundary pollution accident River Daugava (Latvia)*. [http://www.aria.developpementdurable.gouv.fr/wpcontent/files\\_mf/FD\\_35836\\_latvia\\_2007\\_ang.pdf](http://www.aria.developpementdurable.gouv.fr/wpcontent/files_mf/FD_35836_latvia_2007_ang.pdf) 2016.08.28.
- [14] ARIA: *Lessons learnt from industrial accidents*. [http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/35836\\_en/?lang=en](http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/35836_en/?lang=en) 2016.08.28.
- [15] Hetesi Zsolt – Szám Dorottya – Végh László: *Utolsó kísérlet - Híradás a föld állapotáról*. Budapest, Kairosz Kiadó, 2008. ISBN: 9789636620264