

## TARTALOMJEGYZÉK

Bevezetés .....	4
<b>1. fejezet Szénhidrogén-származékok és a szennyezett közeg jellemzőinek hatása az elsődleges tűzoltói kárelhárításra .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1. A szénhidrogén-származékok (kőolajszármazékok) kémiai és fizikai tulajdonságai.....</b>	<b>13</b>
<i>1.1.1. A kőolajszármazékok kémiai összetétele.....</i>	<i>13</i>
<i>1.1.2. A kőolajszármazékok vízzoldhatósága. ....</i>	<i>15</i>
<i>1.1.3. A kőolaj és származékainak sűrűsége.....</i>	<i>17</i>
<i>1.1.4. Nedvesítő képesség, határfelületi feszültség.....</i>	<i>19</i>
<i>1.1.5. Viskozitás (dinamikai és kinematikai) .....</i>	<i>20</i>
<i>1.1.6. Illékonyság.....</i>	<i>23</i>
<i>1.1.7. Dielektromos állandó .....</i>	<i>23</i>
<b>1.2. A szennyeződések, szennyezett talajok, talajtani paramétereinek összegzése, szénhidrogén-származékokkal történt szennyeződések kárelhárítása szempontjából .....</b>	<b>24</b>
<i>1.2.1. A talaj kialakulása, összetétele.....</i>	<i>25</i>
<i>1.2.3. Talajkémiai és talajfizikai tulajdonságok, melyek befolyásolhatják a kőolajszármazékok talajokban történő mozgását .....</i>	<i>27</i>
<i>1.2.4. A talajvíz és mozgásának vetületei a szénhidrogén szennyezésekre..</i>	<i>29</i>
<b>1.3 Szénhidrogén származékokkal szennyezett területeken a szennyező anyag viselkedése, mozgása, migrációja, és megkötődésének folyamatai.....</b>	<b>30</b>
<i>1.3.1. Szénhidrogén-származékok viselkedése a felszíni vizeken.....</i>	<i>30</i>
<i>1.3.2. A szénhidrogén származékok mozgása és megkötődésének folyamatai felszín alatti vizekben, illetve talajokban.....</i>	<i>34</i>
<b>Következtetések .....</b>	<b>43</b>
<b>2. fejezet Szénhidrogén-származékokkal szennyezett területek kárelhárítási lehetőségei, technológiái. ....</b>	<b>47</b>
<b>2.1. A kárelhárítási technológiák elérendő célja, kiválasztásának szempontjai .....</b>	<b>48</b>
<b>2.2. Felszíni vizek, vízminőség-védelem.....</b>	<b>49</b>
<i>2.2.1. Felszíni vizekbe került szénhidrogén-szennyeződés elhárításának lehetőségei .....</i>	<i>52</i>

2.2.2.	<i>A víz felszínre került és összegyűjtött szénhidrogén-származékok eltávolítása.....</i>	55
2.3.	Talajvíz szennyezés kárelhárítási technológiái.....	56
2.4.	Talajszennyezés kárelhárítási technológiái.....	57
2.4.1.	<i>In situ (helyszíni) biológiai technológiák .....</i>	57
2.4.2.	<i>In situ fizikai technológiák.....</i>	58
2.4.3.	<i>Ex situ termikus kezelés .....</i>	58
2.4.4.	<i>Egyéb módszerek .....</i>	59
2.5.	Olajterelő vegyszer alkalmazása.....	59
2.6.	Süllyesztő anyagok .....	60
2.7.	Diszpergálószer.....	60
2.8.	Olajfelszívók (hidrofil anyagok), itatószerek.....	61
2.9.	Kárelhárításra alkalmazható, használatos termékek ismertetése .....	66
2.10.	Kőolaj-származékok által történt szennyeződések tűzoltói beavatkozási lehetőségei, eszközei.....	76
2.10.1.	<i>Regionális Műszaki Mentőbázis vegyi mentő konténere. ....</i>	78
2.11.	A szénhidrogén származékokkal történt szennyeződések felszámolásának, elsődleges tűzoltói beavatkozást érintő folyamatai .....	82
2.11.1.	<i>Hulladék képződés kis kapacitású itatószerek esetén .....</i>	83
2.11.2.	<i>Hulladék képződés nagy kapacitású itatószerekkel.....</i>	84
2.11.3.	<i>Hulladék képződés nagy kapacitású regenerálható itatószerekkel .....</i>	85
	Következtetések.....	86
<b>3.</b>	<b>fejezet Szénhidrogénnel szennyezett területek elsődleges kárelhárítása haváriák esetén, tűzoltó erők alkalmazásának figyelembe vételével.....</b>	<b>90</b>
3.1.	Jogi szabályozás.....	90
3.2.	A szénhidrogén haváriák tevékenységi irányai .....	91
3.2.1.	<i>Megelőzés.....</i>	91
3.2.2.	<i>Szénhidrogén haváriák észlelése.....</i>	92
3.2.3.	<i>Fix tárolás havária észlelése, jelzése .....</i>	94
3.3.	Szénhidrogén szennyeződések minősítése .....	95
3.3.1.	<i>Szénhidrogén-szennyeződés beszivárgási folyamatainak minősítése</i>	95
3.3.2.	<i>Szénhidrogén szennyeződés minősítése, a szennyezés megítélése a védendő természeti és művi környezetre való veszélyessége szerint.....</i>	97
3.4.	Az elsődleges tűzoltói kárelhárítás a minősítés alapján.....	100

<b>Következtetések .....</b>	<b>105</b>
<b>Összegzett következtetések.....</b>	<b>106</b>
<b>Tudományos eredmények.....</b>	<b>109</b>
<b>Ajánlások .....</b>	<b>110</b>
<b>1.sz. melléklet .....</b>	<b>112</b>
<b>Hivatkozások jegyzéke.....</b>	<b>113</b>
<b>Irodalom jegyzék.....</b>	<b>115</b>
<b>Ábrajegyzék .....</b>	<b>120</b>
<b>Táblázatok jegyzéke.....</b>	<b>121</b>
<b>Képjegyzék.....</b>	<b>122</b>
<b>Tudományos publikációk jegyzéke .....</b>	<b>124</b>

## Bevezetés

A környezetvédelem az ember által fejlesztett technológiákat és a természeti erőforrásokat köti össze, amelyek egyrészt anyagi komponensek: víz, levegő, talaj és nyersanyagok, másrészt, pedig elvont értékek, mint például a lakókörnyezet.

A természeti erőforrásokkal való összefüggések a mérnök számára lényegében nem új keletűek, természetes, hogy a vízzel, a talajjal, az energiával és a nyersanyagokkal a lehetőség szerint gazdaságosan bánjon és – megfelelő képzés, felkészülés, tervezés, kivitelezés esetén – arra is gondja legyen, hogy egy adott folyamatban a lehető legkevesebb szennyező anyag keletkezzék.

Az elmúlt években, gyakran saját tapasztalatok, megtörtént esetek nyomán a mérnöki felfogás változott, felismertük, hogy a nyersanyagok kitermelése során energiafelhasználással, utak és csatornák építésével, árutermeléssel, továbbá nem utolsósorban az ipari termékek révén egy sor nemkívánatos mellékhatás lépett fel, amikor az egyoldalú problémamegoldás a komplex ökoszisztémát érintette, amelynek igen érzékeny egyensúlyi állapota az evolúció évmilliói során alakult ki. Az ökológiai szempontú és a hagyományos technikai problémamegoldás közötti fő különbséget – elsősorban a tervezési feladatok során – a megelőzés elvének figyelembe vétele jelenti.

A jövő tervezési feladatai gyakorlatában az ökológiai egyensúly megőrzésének követelménye a nyersanyagok takarékos felhasználása és az igény egy egészséges munkahelyi és lakókörnyezet iránt, erősödni fog.

Emellett fontos feladat a környezetvédelmi technikák, beavatkozási eljárások fejlesztése, melyek segítségével lehetővé válik a már károsodott ökoszisztémák helyreállítása, a kár nagyságának tovább csökkentése.

### **A tudományos probléma megfogalmazása**

A kőolaj és származékainak környezetszennyező hatása jól ismert és egyre nagyobb problémát jelent. Az olajszennyezés a talajt terméketlenné teheti, mélyebb rétegekbe szivároghva az ott fellelhető vízkészletet is veszélyeztetheti. A problémával hosszabb távon is számolni kell, mivel olajszállító és tárolótartályok (rendszerint földalattiak) meghibásodása, vagy felújítása gyakran a környezet nagyobb mértékű

szennyeződésével jár. Hasonló jellegű problémát jelentenek a közúti, vagy vasúti szállítás során meghibásodó tartálykocsik, a velük történt szerencsétlenségekből fakadó olyan helyzetek, melynek során szénhidrogén-származékokkal szennyeződhetnek adott területek. A kőolajszármazékok tényleges környezeti veszélyessége abban rejlik, hogy erősen perzisztensek, azaz lassan bomlanak le, ugyanakkor gyorsan nagy területen képesek szétterülni, nagy föld-, vagy vízfelületeket elszennyezni. A felületeken kialakuló filmek, vagy vastagabb olajrétegek csökkentik, esetleg teljesen meg is gátolják a talajokban vagy vizekben található legkülönbözőbb élőlények levegőhöz jutását, ami az után a környezet minőségének rohamos romlását hozza maga után. A talajok, talajvizek, vagy felszíni vizek kőolajszármazékokkal történő elszennyeződése különös hangsúlyt kap azokon a helyeken, ahol a talajvíz, vagy a felszíni víz az ivóvíz készlet bázisa.

Már viszonylag kismennyiségű szennyeződés (pl.  $100 \text{ mg/m}^3$ ) benzin is elegendő ahhoz, hogy a víznek kellemetlen ízt és szagot kölcsönözzön, és így az egyéb adalék és szennyező anyagok toxikus hatását is figyelembe véve, felhalmozódása (pl. mélyen fekvő helyeken, pincékben, alagsorokban, kábelalagutakban stb.) tüzesetek, robbanások okozója lehet. [1]

Nagymértékű területszennyezést okozhatnak az olaj és gázkutak fúrása során a kitörés, vagy berobbanás következtében felszínre kerülő olajtartalmú szennyeződések.

A folyékony kőolajszármazékokkal történő talaj- és talajvíz szennyezések további lehetséges forrásai: vegyipari üzemekben keletkező meghibásodások, hibásan szigetelt, korróziósan károsodott, vagy helytelenül feltöltött szivárgó tartályok. (Egy érdekes adat a jelenségre: „Az USA Környezetvédelmi Hivatala szerint az USA-ban, 1991-ben üzemelő mintegy 1,5-2 millió tárolótartály közül több mint 200 000 szivárogt!) [1] A különféle kőolajipari termékek, a kőolaj párlatai rákkeltők, hosszabb érintkezés után erősen toxikusak lehetnek. A korábban említett nyers kőolaj és lepárlási termékeit szállító csővezetékek meghibásodása is nagy területek, elszennyeződéséhez vezethet. Gyors és szakszerű beavatkozás a szennyeződések mértékét nagyban csökkentheti.

A talaj- és talajvíz-szennyezés szempontjából veszélyeseknek számítanak az olyan folyamatos, lassú szivárgások, mint a csőtörések, illetve tartály felhasadás, hiszen ezek felderítésére sok esetben már csak akkor kerül sor, amikor a szennyeződés nagy területekre kiterjedt és elérte a talajvizet.

A kőolajipari termékek egyéb módon (vasúti, vagy közúti tartálykocsikban) való szállítása során a gyakorta bekövetkező baleseteken túl, a termék átfajtása során történhet jelentős területszennyezés.

A környezetet terhelő kőolajszármazékok egy része a helytelenül tárolt olajtartalmú hulladékokból is származik (fáradt olajok, gépolajok, tartályok olajiszapjai, használt transzformátorolajok, olaj tartalmú mosószeres és iszapok). Ezeknél a hulladékoknál az olajtartalom mellett számolni kell az egyéb adalék vagy szennyező anyagok (pl. detergensok, toxikus nehézfémek) környezeti hatásával is.

A folyadék fázisként kőolajszármazékokat tartalmazó talajok tanulmányozása az 1990-es évek elejétől került a hazai tudományos érdeklődés előterébe. Ekkor a témának az adott különös aktualitást, hogy a kivonuló szovjet csapatok jelentős környezetszennyezést (talaj-, talajvíz-szennyezések) hagytak maguk után. (Ezek közül kiemelkedett a repülőterek kerozin és a páncélos laktanyák gázolaj szennyeződése. A talajba került szénhidrogén termékek hozzávetőlegesen 2,7-3 millió m<sup>3</sup> talajt szennyeztek el. A felmérések alapján a szabad fázisú szénhidrogén termékek mennyiségét 5500-6000 m<sup>3</sup>-re becsülték. [2]

A vasúti pályák mentén rendszeresen a különféle kőolajszármazékokat, illetve egyéb szerves oldószereket tartalmazó tartálykocsi meghibásodások, és az azt követő szerves folyadék elfolyások.

A nagy kőolaj vezetéseink meghibásodásai, illetve a mind gyakoribbá váló szándékos megrongálása is hatalmas területek talajának és talajvíz készletének elszennyeződéséhez vezethet.

A kőolajipari beruházások megvalósításához egyre megalapozottabb környezetvédelmi hatástanulmányok szükségesek, amelyek lényeges eleme a területek geológiai, hidrológiai és talajtani jellemzése, illetve az esetleges bekövetkező balesetek várható hatásainak szakszerű előrejelzése.

A talajokat és a talajvíz készletet szennyező kőolajszármazékok vándorlásának megkötődésének és lebomlásának kutatása olyan interdiszciplináris tudományterület, amely a kőolajföldtani ismereteken túl szintetizálja többek között a kapcsolódó hidrológiai, talajfizikai, kémiai, ásványtani és mikrobiológiai kutatási eredményeket,

mely eredmények megfelelően hasznosíthatók a szénhidrogén származékokkal történt szennyeződések haváriáinál.<sup>1</sup>

A talajok valamennyi fázisát érintő vándorlási megkötődési és átalakulási folyamatok mind teljesebb ismerete szükséges ahhoz, hogy megfelelő döntések, alkalmazások szülessenek az olajszennyeződések megelőzésével, felszámolásával, illetve a szennyezett talajok, talajvizek helyreállításával (remediációjával) kapcsolatban. A havária mentesítés, a szennyezett területen a szennyezettségi állapot csökkentése ill. hosszú távon történő teljes felszámolása. A bekövetkezett káreset helyszínére a jelzést-riasztást követően elsőnek érkező erők a tűzoltóság egységei. Kárfelszámoló tevékenységük gyorsasága, szakszerűsége döntő hatással van a szennyezés környezeti kockázatainak csökkentésére, ill. a későbbi kármentesítés hatékonyságára. Ezt a tűzoltói felelősséget nem elég hangsúlyozni, hanem szükséges egy olyan eljárásmodot kialakítani, amelyben a beavatkozás gyorsasága és szakszerűsége előzetesen tudományos szempontok szerint igazolhatók.

Ezen erők elsődleges beavatkozása meghatározó a káresemény további lefolyását tekintve. Az elsődleges beavatkozás helyes irányának meghatározásához megfelelő élőinformációkra van szükség, mind a befogadó környezet, mind a szennyező anyag tekintetében.

Az elsődleges beavatkozás jelenti azt a tevékenység sorozatot, mely a káresemény jelzésekor veszi kezdetét és tart a kárhelyszín stabilizálásáig, ill. a hosszan tartó kárelhárítás kezdetéig. Ide sorolandó a tűzoltóság ügyeletére érkező jelzés alapján történő eset minősítés, a riasztási fokozat elrendelése, valamint a helyszínre történő vonulás, - a kiérkezés után i- beavatkozás, melynek célja a szennyeződés terjedésének megakadályozása, lokalizálása, és a bekövetkezett szennyeződés felszámolása, a terület mentesítése a szennyező anyagtól, amely lehet részleges, vagy akár teljes. Szénhidrogének és elsősorban a kőolajszármazékok által történt balesetek, káresetek felszámolásának azonnali teendői, terjedés, elfolyás megakadályozása, szabadba (környezetbe) került szénhidrogén ill. származék összegyűjtése tárolótartályba, és a további szabadba jutásának megakadályozása. Ez a tűzoltóság által végzett elsődleges tevékenység sorozat stabilizálja a kárhelyszín állapotot és előkészíti a hosszabb időlefolvasú kárelhárítási munkálatokat. Az

---

<sup>1</sup> HAVÁRIA: Szállítási kár, üzemi baleset, robbanás, tengeri hajókár. BAKOS FERENC: Idegen szavak és kifejezések szótára, Akadémia Kiadó 249 p.

elsődleges beavatkozás sorozat helyes és megfelelő végrehajtása meghatározza a kárelhárítás további mozzanatait, ill. annak eredményességét. A gyors és azonnali reagálás – a tűzoltóság híradó ügyeletére beérkező jelzés alapján - számos eldöntendő kérdést vet fel a helyszínrre elsődleges beavatkozóként érkező tűzoltó egységek számára.

### **Kutatási célkitűzések**

A talajok, és talajvizek felszíni vizek minőségét veszélyeztető szénhidrogén és származékainak haváriái esetén, a kárelhárítás vonatkozásában az elsődleges tevékenység sorozatot ellátó tűzoltó erők hatékonyságának fejlesztése érdekében az alábbi tudományos célokat tűztem ki magam elé:

- 1. A szénhidrogén-származékok okozta havária szennyeződések felszámolása szempontjából az elsődleges tűzoltói kárelhárítási beavatkozás meghatározása.**
- 2. Szénhidrogének és származékaik viselkedésének vizsgálata a felszíni vizek és talajok szennyeződése esetén az elsődleges tűzoltói beavatkozás szempontjából. Ezen belül meghatározni a szennyeződés és a környezet legfontosabb paramétereit, amelyek az elsődleges teendőket befolyásolják.**
- 3. Rendszerezni az elsődleges tűzoltói beavatkozásnál szóbajöhető és az alkalmazás technológiát tekintve haváriáknál egyszerűen kezelhető anyagokat.**
- 4. Meghatározni a kárelhárításban elsődleges beavatkozóként szereplő tűzoltóság működési területén egy olyan adatbázist, melyben a tűzoltóság működési területén található fix tároló (tartályos) kőolajszármazék telepek kerülnek nyilvántartásba, olyan adatokkal, melyek egy esetleges havária esetén fontos alapinformációkkal szolgálnak az elsődleges tűzoltói beavatkozó erők számára.**



5. **Az elsődleges beavatkozó tűzoltó egységek munkája eredményességének javítása érdekében kidolgozni a szénhidrogén-származékok havária esetére egy gyors reagálású minősítő rendszert.**

**Az értekezésemben kitűzött tudományos célok elérése érdekében az alábbi módszereket alkalmaztam.**

Alapvető kutatási módszerül a fellelhető kapcsolódó szakirodalom feldolgozását, rendszerezését és értékelő elemzését választottam.

A szénhidrogén – és azok származékainak fizikai és kémiai tulajdonságainak, valamint a befogadó közeg (mint szennyezett terület) tulajdonságainak elemzése, egymásra gyakorolt hatása alapján, egy elsődleges beavatkozást, elősegítő eljárást ajánlok a szakemberek számára, amelyben saját, több mint 15 éves tapasztalatom és tanulmányaim is benne foglaltatnak.

A különböző témakörökben a különböző forrásokból megszerzett adatokat, eredményeket, tényeket összehasonlító kritikai elemzésnek vettem alá, analízist és szintézist végeztem és megkerestem azokat az analógiákat, amelyek elvezetnek az elsődleges beavatkozást könnyítő algoritmusokhoz.

A kutatás során tanulmányoztam a témával kapcsolatos hazai és külföldi szakanyagokat, publikációkat és a legújabb kutatási eredményeket.

A szakirodalmat a Veszprémi Egyetem könyvtárában, a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem könyvtárában a BM Katasztrófavédelmi Oktatási Központ (BM KOK) könyvtárában, a Veszprém Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóságon, a Veszprémi Egyetem Környezetvédelmi és Technológia tanszékén, a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Vegyi, Katasztrófavédelmi és Védelmi Igazgatási tanszékén, az Elgostar környezetvédelmi kft-nél, a Biogén környezetvédelmi kft-nél, és a Veszprémi Hivatásos Önkormányzati Tűzoltóságnál tanulmányoztam.

Jelentős segítséget nyújtottak a tűz- és katasztrófavédelmi szaklapok (Védelem, Tűzvédelem és korábbi változatai, és a Katasztrófavédelem a kapcsolódó védelmi lapok (Belügyi szemle, Környezetvédelem) a külföldi folyóiratok (pl: Fire&Rescue). Ezen túl az interneten is jelentős szakmai anyagot tártam fel, valamint támaszkodtam hazai és külföldi konferenciák anyagaira.

Különösen fontosnak tartottam, hogy a témával közvetlenül érintkező szakterületről (tűzoltóság) megfelelő mélységű információt kapjak, amelyet részben tanulmányaimból, részben a tűzvédelmi katasztrófavédelmi munkám és kutatásom során szereztem meg.

A téma feldolgozását illetően ugyancsak fontosnak tartottam, hogy a közvetlen érintő szakterületről (környezetvédelem, vízügy) információkhoz jussak, melyeket a kutatásom időszakában a Veszprémi Egyetem környezetvédelmi szakmérnök képzésben való részvételemmel szereztem.

Felhasználtam a szennyezett területek kárelhárításának konkrét esettanulmányait.

Figyelemmel kísértem a közelmúlt szénhidrogén-származékokkal történt szennyeződéseinek haváriáit.

Konzultációkat folytattam hazai és nemzetközi kármentesítéssel foglalkozó szakemberekkel.

Részt vettem tanulmányutakon, melyeken bepillantást nyertem szénhidrogénnel szennyezett talajok mentesítésének alkalmazástechnológiáiba (anyagok kiválasztása tekintetében).

A kutatási célok sikeres teljesítése érdekében a téma kifejtése során döntően a megismerés induktív módszerét alkalmaztam. Ezt indokolta az általam elképzelt megközelítés alapján való feldolgozása, ill. a kutatási célkitűzéseim, melyek megkövetelik a széleskörű elemzés, a kellő mélységű összehasonlítás és a leíró jelleg alkalmazását.

### **Az értekezés felépítése**

Az értekezés bevezetőjében a téma aktualitásának indoklása mellett körülhatárolom az elsődleges beavatkozó tűzoltó egységek fontos szerepét és a havária mentesítés ide vonatkozó értelmezését. A tudományos kutatómunkám során elkészített disszertációm három fejezetből áll.

Az **első fejezetben** foglalkozom a szénhidrogénnel szennyezett területek elsődleges kárelhárításnál alkalmazásra kerülő tűzoltó egységek szerepével. Megfogalmazom az elsődleges tűzoltói kárelhárítási beavatkozás definícióját. Vizsgálom és elemzem a szénhidrogén származékok tulajdonságait (fizika és kémia), olyan összefüggéseket keresek, mely összefüggések kihatással bírnak az elsődleges tűzoltói kárelhárításra. Vizsgálom továbbá, mint szennyeződést befogadó közeg, a talaj, talajvíz, felszíni víz tulajdonságait, szennyező anyaggal történt kapcsolata

kölcsönhatásait és a kárelhárítást, befolyásoló folyamatait. Vizsgálom a szénhidrogénnel szennyezett területeken a kőolajszármazékok migrációs lehetőségeit. A fejezet végén következtetéseimből megállapításokat teszek.

A **második fejezetben** összegzem a kármentesítési technológiák célját, kiválasztásuk szempontjait. Rendszerezem az alkalmazás tekintetében az elsődleges beavatkozás szempontjából elsősorban használható és eredményt hozó anyagokat. A fejezet végén a következtetésekből a kitűzött célok elérésére, megállapításokat teszek.

A **harmadik fejezetben** a szennyeződések észlelése és jelzésének elemzésén keresztül javaslatot teszek egy beavatkozást könnyítő, elősegítő adatbázis létrehozására.

Kidolgoztam egy minősítő rendszert, mely szénhidrogén és származékok szennyeződéseinek elsődleges beavatkozásának megkezdéséhez ad megfelelő segítséget a helyes beavatkozás megválasztásának tekintetében. A fejezet végén a kutatási eredmények alapján következtetéseket teszek.

Az értekezés végén összegzem a három fejezetben leírt következtetéseimet, és megállapításaimat foglalom össze a kutatási célkitűzéseimnek megfelelően. Ezt követően javaslatot teszek tudományos eredményeim elfogadására. Ajánlást teszek disszertációmba megfogalmazott tudományos eredmények további felhasználására, valamint a kutatás tovább folytatására. A disszertációmban táblázatokat, ábrákat, fényképeket helyeztem el a jobb érthetőség végett. A hivatkozások jegyzéke tartalmazza a munkám során felhasznált anyagokat, amelyek számozása a szövegben megtalálható szögletes zárójelben. Megjegyzem, hogy ennél nagyobb anyagot tekintettem át, amelyeket vagy nem használtam közvetlenül, vagy tartalmát más hivatkozásokban is megtaláltam, ezek egy részét - melyeket fontosnak tartottam - az irodalomjegyzék tartalmazza. A publikációs jegyzékbe feltüntettem a pályafutásom során publikált cikkeket, tanulmányokat, előadások és konzultációs tevékenységem jegyzékét.

## 1. fejezet

### Szénhidrogén-származékok és a szennyezett közeg jellemzőinek hatása az elsődleges tűzoltói kárelhárításra

A XX. század második felében világszerte jelentősen megnövekedett a szénhidrogének termelése, a szénhidrogén származékok előállítása, felhasználása.

Ezek a folyamatok egyre növekvő tárolási és szállítási tevékenységet igényelnek. Mint azt korábban megállapítottam, a szállítási hibák következtében (korrózió, csőtörés, építési v. üzemeltetési hibák, balesetek, emberi gondatlanság, stb.) egyre nagyobb számú és mértékű környezetszennyezés okozója valamilyenfajta szénhidrogén. A szennyeződések hatására vízkészletek, talajrészek, területek szennyeződhetnek el. Ilyen esetekben az elsődleges jelzés a haváriáról a katasztrófavédelem rendszerében működő hivatásos önkormányzati tűzoltóságokhoz érkezik.

Az elsődleges beavatkozás is részükről történik. Későbbiek során jogszabályokban leírtak és szabályozottak alapján kerül a havária felszámolása, az illetékes vízügy, illetve környezetvédelem hatáskörébe, a felszámolás irányítás tekintetében.

A szennyezés terjedésének elsődleges lokalizálásának ill. a későbbi negatív hatásainak csökkentése az elsődleges beavatkozás szakszerűségétől, ill. annak helyes megválasztásától, valamint a beavatkozási subrutin időbeli lefolyásától függ. Ezek alapján szükséges az elsődleges tűzoltói kárelhárítás megfogalmazása, mivel a szénhidrogén haváriák felszámolásának kezdeti lépéseit-melyek a havária mentesítés eredményességét meghatározzák-a tűzoltó erők hajtják végre. E tekintetben megvalósult elsődleges tűzoltói kárelhárítási beavatkozás **(ETKB)** alatt értem: kőolajszármazékok ill. szénhidrogén szennyezések esetén, a felszínen (felszíni kárelhárítás) vagy a felszín alatt (felszín alatti kárelhárítás), vagy mindkét helyen, együttesen végzett tevékenység, amelynek célja a további szennyezés megakadályozása, a szennyező forrás megszüntetésével, a szennyezés lokalizációjával, teljes vagy részleges felszámolásával. Végrehajtói az elsődleges tűzoltói kárelhárító erők **(ETKE)**.

## **1.1. A szénhidrogén-származékok (kőolajszármazékok) kémiai és fizikai tulajdonságai.**

A kőolajtelepek a 15-500 millió évvel ezelőtt élt vízi, főként tengeri növények és állatok eltemetett, az egymásra rakódó iszaprétegek alatt lassan lebomló és átalakuló maradványaiból keletkeztek. A kőolaj a világossárgától a kékesfeketéig terjedő színű, kisebb-nagyobb mértékben fluoreszkáló, többnyire sűrűn folyó (viszkózus), a víznél kisebb sűrűségű folyadék. A szénhidrogének kizárólag szénből és hidrogénből álló vegyület csoportok.

### ***1.1.1. A kőolajszármazékok kémiai összetétele***

A kőolajszármazékok eltérő tulajdonságú szénhidrogén-vegyületek keverékéből állnak, de kismennyiségben kén, oxigén és nitrogéntartalmú vegyületeket is tartalmaznak.

Ezen vegyületek fő csoportjai:

- paraffinok (általános képletük:  $C_nH_{2n+2}$ ) telített nyílt szénláncú szénhidrogének, ezek szénatomszáma 5-25 között van
- olefinek (általános képletük  $C_nH_{2n}$ ) telítetlen szénhidrogének, főleg nagy szénatomszámú képviselőik találhatók a kőolajban, s ezek a feldolgozásnál, a magasabb hőmérsékletnél jelennek meg. Megjegyzendő, hogy egy részük csak a lepárlásnál alkalmazott hőhatásra keletkezik a paraffinokból. Általában a paraffinok és cikloparaffinok mellett csak alárendelt mennyiségben találhatók a kőolajban.
- naftének vagy cikloparaffinok (általános képletük  $C_nH_{2n}$ ) Amint azt általános összegképletük is mutatja, ezek a vegyületek izomerek az olefinekkel. Utóbbiaktól abban különböznek, hogy telítettek. A naftének az aliciklikus vegyületek csoportjába tartozó gyűrűs szerkezetű szénhidrogének. A cikloparaffinok a paraffinok mellett a kőolaj fő alkotó részei, pl. az orosz (kaukázusi) kőolajban, pl. a mennyiségnek a 80 %-át is elérni. [26]

- aromás szénhidrogének (általános képletük  $C_nH_{2n-6}$ ) Inkább alárendelt mennyiségben található a kőolajban, kivéve a kelet indiai olajat, mely aromás szénhidrogénekben feltűnően dús. E csoport tagjai azzal jellemezhetők, hogy hidrogénben jóval szegényebbek az előző három csoportba tartozó típusoknál.

A fenti négy csoport a különféle kőolajokban és azok származékaiban, különböző arányban és nagy változatossággal van jelen. A kőolajban és származékaiban nem túl nagy arányban (0-50 g/kg) megtalálható vegyület típusok az oxigén tartalmú vegyületek – savas jellegűek: fenolok, karbonsavak, nafténkarbonsavak stb. és – semlegesek: karbonsavészterek, közelebbről nem azonosított anyagok (aszfalt és gyantaszerű állományúak).

Jelen vannak továbbá kéntartalmú vegyületek kénhidrogén, tiofén, és homológjai, merkaptánok, tioéterek, szulfonok, és nitrogéntartalmú vegyületek, ezek zöme piridin, kinolin és származékaik. [3]

Mindezek a vegyületek az aromás szénhidrogének kivételével, általában érzékenyek oxidatív hatásokkal szemben. A felsorolt alapvető csoportok mellett előfordulnak ún. hibrid szerkezetű nafténaromatikus szénhidrogének, amelyek molekuláikban akár tíz aromás és naftén gyűrűt is tartalmazhatnak.

A kőolaj feldolgozása során a kőolajszármazékokban jelentősen megváltozik az alapanyagul szolgáló kőolajra jellemző szénhidrogén, és egyéb vegyületek összetétele. Emellett új vegyületek is keletkeznek. Olefinek általában nincsenek, vagy csak kis mennyiségben fordulnak elő a kőolajban. Ugyanakkor a kőolaj feldolgozása során nagy mennyiségben állítanak elő olefineket, amelyek a vegyipar fontos alapanyagai. [26]

A benzin, kerozin és gázolaj szerves kén, oxigén és nitrogén tartalma általában nem haladja meg az 1 %-ot. A kőolajszármazékokban található továbbá különféle adalékanyagok (pl. korróziógátló, robbanásgátló). Ezek a vegyületek tartalmazhatnak fémeket, ként, nitrogént és oxigént. Az adalék anyagokat általában néhány tized százalékban keverik a kőolaj származékához. Mennyiségük ritkán éri el az 1-2 %-ot. [26]

A kőolaj-származékokat alkotó vegyületek természetes körülmények között lehetnek gázneműek, folyékonyak, vagy szilárd halmazállapotúak, mely a bennük található szénatomok számától és elrendezésétől függ.

Általánosságban azok a szénhidrogén-vegyületek, amelyek molekulái 5 szénatomnál kevesebbet tartalmaznak, gázneműek, az 5-10 szénatomot tartalmazók folyékonyak, míg a 20 szénatomnál többet tartalmazó vegyületek szilárdak. (A kőolajban a gáznemű és szilárd vegyületek a folyadék fázisban feloldott állapotban fordulnak elő.)[3]

A kőolaj termékcsoportjait, vegyületeinek forráspont alapján történő szétválasztással, frakcionált lepárlással kapjuk meg. (1.számú táblázat)

Termékcsoport	Lepárlási hőmérséklet (°C)	Szénatomszám
Gáztermékek (főleg butánok)	-	C1 – C4
Benzinek	40-205	C5 - C14
Könnyű benzin (nafta)	60-100	C6 – C7
Kerozin	175-325	C9 – C18
Könnyű gázolaj	< 275	C14 – C18
Nehéz gázolaj	> 275	C19 – C25
Maradék	-	> C40

1. számú táblázat - a kőolaj lepárlás fő termékei

(Forrás: Dr. Makó András: Kőolajszármazékok vándorlásának modellezése.)

### 1.1.2. A kőolajszármazékok vízoldhatósága.

A kőolaj származékok vízben való oldékonyságát elsősorban az összetételük határozza meg.

A kőolajszármazékokat alkotó szénhidrogén-vegyületek vízoldhatósága széles határok közt változik. A vízoldhatóság függ a molekulatömegtől (csökkenő molekulatömeggel növekszik az oldhatóság), a telítettségtől (pl. a ciklusos telített szénhidrogének az aromásoknál kevésbé oldódnak) és a hőmérséklettől (a hőmérséklet emelkedésével növekedik az oldhatóság). [5](2. számú táblázat)

Szénhidrogén-vegyület csoport	Oldhatóság 20 °C-on (mg/l)
Aromások	50-1800
Diolefinek	50-800
Olefinek	2-200
Naftének	8-160
Paraffinok	1-60

2. táblázat - a szénhidrogén csoportok vízoldhatósága, adott hőmérsékleten  
(Forrás Dr. Makó András: Kőolajszármazékok vándorlásának modellezése.)

Szénhidrogén típus	Oldhatóság 25 °C (mg/l)
nyers olaj	6,9 – 19,6
benzin	14,8 – 17,5
kerozin	4,8 – 12,6
gázolaj	4,4 – 17,7

3. táblázat - szénhidrogén típusok vízoldhatósága.

(Forrás: Dr. Horváth Zsolt, Dr. Endrédi I.: Talajvédelem)

Látható, hogy a kőolajszármazékok közül általában a benzin oldódik a legjobban a vízben, ami egyben azt is jelenti, hogy képes a vízminőséget rontani, a szennyezés mértékét növelni, nehezítve ez által a kárelhárítást. A szennyezésekben



lévő egy-egy szénhidrogén-vegyület vízoldhatósága általában a vízesfázis és a nemvízes fázis NAPL<sup>2</sup> közötti megoszlási egyensúlyi folyamat eredményeként alakul ki.

Ennek jellemzésére szolgál, az un. olaj-víz megoszlási koefficiens ( $K_{OV}$ ). A két fázis közötti egyensúly – egy adott szénhidrogén vegyületre nézve – függ a vegyület eredeti, a termékre jellemző koncentrációjától, a vegyület vízoldhatóságától, illetve a vegyületnek az olajtermékben való oldhatóságától.

Elmondható, hogy a vízben viszonylag jobban oldódó szénhidrogén vegyületek (pl. aromás vegyületek) vízoldhatósága is messze elmarad az olajban való oldhatóságuk mögött. Ezzel magyarázható, pl. hogy a benzol 1750 mg/l-es vízoldhatósága (víztelítési koncentrációja) helyett csak 65 mg/l-es egyensúlyi koncentráció mérhető laboratóriumi körülmények között egy előzetesen összerázott benzol-víz keverék vízfázisában. [6, 7]

Káreseti körülmények között a talajban a vízfázis szénhidrogén koncentrációja messze elmarad a laboratóriumi körülmények közötti mérhető elméleti egyensúlyi koncentrációtól. Ennek oka, hogy a kőolajszármazékok és a víz nem keveredik egyenletesen a talajokban. A szennyeződés koncentráció növekedése a talajban egy időben elhúzódó folyamat, mivel elsősorban csak a diffúzióhatása érvényesül. Ez a jelenség az elsődleges kárelhárítás javára szolgál az időtényező vonatkozásában, mivel időben történő megfelelő hatékonyságú kárelhárítás esetén a még be nem oldódott szennyező anyag eredményesen eltávolítható a talaj felszínről, víz felszínről.

### ***1.1.3. A kőolaj és származékainak sűrűsége***

A sűrűség elsősorban a molekuláris felépítéstől függ. A kőolaj és a kőolajszármazékok többségének sűrűsége kisebb 1,0 g/cm<sup>3</sup>-nél. A 4.számú táblázatban a víz, bizonyos típusú kőolaj és néhány kőolajszármazék sűrűsége látható különböző hőmérsékleten.

---

<sup>2</sup> NAPL: Nonaqueous Phase Liquid – nemvízes folyadék fázis

A kőolajszármazékok sűrűsége a nemvízes folyadékfázis (NAPL) vertikális vándorlása szempontjából az egyik legfontosabb folyadékparaméter. A NAPL sűrűségét gyakorlati szempontból a vízfázis sűrűségéhez hasonlítjuk. A kőolajipari termékek sűrűsége általában jóval kisebb, mint a vízé (pl. a benzin, kerozin: 0,7-0,8 g/cm<sup>3</sup>, gázolaj: 0,8-0,9 g/cm<sup>3</sup>). Néhány nyersolaj sűrűsége megközelítheti a vizét, ami az alkotó nagy szénatomszámú kátrányolajok (sűrűsége: kb. 1,1 g/cm<sup>3</sup>) magas hányadával magyarázható. [7]

Folyadék	Hőmérséklet °C	Sűrűség g/cm <sup>3</sup>
Víz	0	1,00
	15	0,998
	25	0,996
Benzin	0	0,746
	15	0,729
	-	-
Gázolaj	0	0,838
	15	0,827
	-	-
Kerozin	0	0,842
	15	0,839
	25	0,835
Kőolaj	0	0,845
	15	0,832
	25	0,829

4. számú táblázat – víz, és kőolajszármazékok sűrűsége különböző hőmérsékleten

(Forrás: Dr. Horváth Zs., -Dr. Endrédy I.: Talajvédelem)

Mivel a különféle kőolajipari termékek általában könnyebbek a víznél, ezért a felszíni vizekbe, a felszín alatti talajrétegekbe kerülve a talajvíztükör felszínén olaj lencse formájában halmozódnak fel. Előfordulhatnak egyidejűleg kisebb olajfelhalmozódások zárványok formájában az ingadozó vízszintű talajvíztükör alatt is. A szénatomszám nagysága mellett a szénhidrogének halogénezettségének mértéke határozhatja meg döntően azok sűrűségét.

#### **1.1.4. Nedvesítő képesség, határfelületi feszültség**

Ha egy folyadék más anyaggal (vele nem elegyedő folyadékkal, gázzal, vagy szilárd fázissal) érintkezik, közöttük szabad határfelületi energia többlet lép fel. A határfelületi energia többlet kialakulásának oka a fázisok belsejében és az érintkező fázisok határán a molekulára ható belső erők között fellépő különbség, melynek a folyadékok belseje felé irányuló eredője van. Ez a felületi molekulákat a folyadékok belseje irányába húzza, vagyis a felületet csökkenteni igyekszik. Ezt a felületet csökkenteni igyekvő erő mértékét nevezik határfelületi feszültségnek (mértékegysége:  $J/m^2$ ). A kőolajszármazékok talajban történő mozgásának szempontjából fontos a szilárd felületekkel érintkező folyadékok és gázok, illetve a szilárd felületekkel érintkező, egymással nem elegyedő folyadékok rendszerében levő határfelületi feszültség ismerete. Ezen határfelületi folyamatok kombinációja határozza meg a talajrészecskék nedvesítését. [8]

Paraméterek folyadék	Folyadékok				
	benzin	kerozin	gázolaj	kőolaj	víz
Folyadék-víz hat.felületi feszültség $J/m^2$ (20 °C)	50	47-49	46-49	50-55	-
Folyadék-levegő hat.felületi feszültség $J/m^2$ (20 °C)	20-22	23-32	25-35	24-38	72,6

5. számú táblázat - a különböző kőolajszármazékok és a víz határfelületi feszültsége.  
(Forrás: Dr. Makó András: Kőolajszármazékok vándorlásának modellezése talajokban.)

Az olaj-víz, illetve olaj-levegő határfelületeken fellépő határfelületi feszültség értéke függ a hőmérséklettől. A hőmérséklet növekedésével a felületi feszültség csökken. [9]

A telítetlen talajrétegekben a víz tekinthető a nedvesítő fázisnak, míg a levegő kevésbé nedvesítőnek. A víz és különböző, kémiaiilag eltérő szerves folyadékok által alkotott folyadékpárokból és különféle ásványi összetételű szilárd felületekből álló rendszerekben a nedvesíthetőséget a folyadékok kémiai összetétele határozza meg.

A szilárd fázis humusz tartalma, vagy felület aktív anyagok jelenléte is befolyásolja a nedvesítési viszonyokat. A különböző szénhidrogén származék – víz – szilárd fázis rendszerekben a nedvesítés sorrendje általában:

víz > szénhidrogén > levegő

Ez a sorrend abban az esetben lehet eltérő, ha időben elsőként a szénhidrogén nedvesítette a szilárd fázist. A szénhidrogén láncok növekedése a nedvesítő hatás növekedését vonja maga után. [10]

### ***1.1.5. Viskozitás (dinamikai és kinematikai)***

A viszkozitás a folyadéknak az a tulajdonsága, melynek következtében az egymás mellett különböző sebességgel mozgó folyadékreszek között csúsztató feszültség ébred. Ez azt jelenti, hogy a viszkozitás ellenállást ébreszt a folyadékreszek relatív elmozdulásával szemben. Az elmozdulást ellenállás gátolja.

A viszkozitásnak két fajtája van. Ezek a **dinamikai és kinematikai** viszkozitás. Általában a szerves folyadékok dinamikai viszkozitása növekszik a növekvő molekulamérettel, a molekulák összetettségével és a polaritással, ugyanakkor csökken a hőmérséklet emelkedésével, a halogénezettség fokának növekedésével. [11]

Folyadék	Folyadékok				
	benzin	kerozin	gázolaj	kőolaj	víz
Viszkozitás (cP) (20 °C)	0,35-0,50	1,15-1,40	2,64	25-50	1,00

6. számú táblázat - kőolajszármazékok és a víz viszkozitása  
(Forrás: Dr. Makó András: kőolajszármazékok vándorlásának modellezése talajokban.)

Folyadék	Hőmérséklet °C	Dinamikai viszkozitás (cPoise)
Víz	0	1,79
	15	1,14
	25	0,89
Benzin	0	0,75
	15	0,62
Gázolaj	0	3,9
	15	2,7
	-	-
Kerozin	0	3,40
	15	2,30
	25	2,20

7. számú táblázat – a víz és néhány kőolajszármazék dinamikai viszkozitása különböző hőmérsékleten.

(Forrás: Dr. Horváth Zs., -Dr. Endrédi I.: Talajvédelem)

A folyadékok dinamikai viszkozitásának és sűrűségének hányadosaként származtatott un. kinematikai viszkozitás (cSt vagy  $m^2/s$ ) a NAPL

mozgékonyosságának a dinamikai viszkozitásnál jobb jellemzője, hiszen a folyadékok viszkozitásának és sűrűségének együttes hatását fejezi ki.

Folyadék	Hőmérséklet °C	Kinematikai viszkozitás (cSt)
Víz	10	1,3
	20	1,0
Benzin	10	0,7
	15	0,62
Gázolaj	0	3,9
	15	2,70
Kerozin	0	3,40
	15	2,30
	25	2,20
Tüzelőolaj	20	2,2-2,4

8. számú táblázat – a víz és néhány kőolajszármazék kinematikai viszkozitás adatai  
(Forrás: Dr. Horváth Zs., - Dr. Endrédy I.: Talajvédelem)

A folyadékok mobilitásának viszkozitással való kapcsolata általánosságban úgy jellemezhető, hogy az alacsonyabb kinematikai viszkozitású folyadékok talajokba szivárgása gyorsabb, mint a nagyobb kinematikai viszkozitásúaké. Ennek megfelelően a benzinfélék és az aromás hígítószerke a víznél gyorsabban, a gázolaj, kerozin és egyéb viszkózusabb olajok a víznél lassabban szivárognak a felszín alatti talajrétegekbe.

(Mindez csak abban az esetben igaz így, ha a folyadékok durva porózus közegen szivárognak át és a pórusokat teljes mértékben a NAPL telíti, tehát nincs egyéb nedvesség.) Amennyiben a pórusok részben víztelítettek – általában a természetben ez fordul elő – az NAPL relatív mozgékonyosságát elsősorban a pórusok NAPL-lal való telítettségének mértéke határozza meg. [12, 13]

### 1.1.6. Illékonyág.

A levegőbe párolgott szénhidrogének könnyen kimutathatók jellegzetes szaguk alapján. A kőolajszármazékok, illetve a bennük lévő szénhidrogének illékonyágát a moltérfogat, a hőmérséklet az alkotók parciális gőznyomása határozzák meg. Az egyes kőolajszármazékok, mint pl. a benzinek, amelyek sok alacsony forráspontú szénhidrogént tartalmaznak, viszonylag könnyen elpárolognak. Az illékonyág érzékszervi jellemzője a szennyeződés szaga. Az érzékszervi kimutathatóság (szag)határa szénhidrogén vegyületeknél 0,01-0,03 mg/l A benzin jellegzetes szagát az 5-9 szénatomszámú szénhidrogének adják, a 10-12 szénatomszámú szénhidrogének petróleum szagnak, míg a kis szénatomszámú illékony aromás oldószerek változatosan édeskés „aromás” illatúak. Az illékonyág a nagyobb szénatomszámú szénhidrogénektől a kisebbek felé nő. (gázolaj < kerozin < benzin, xilol < toluol < benzol) [26]

### 1.1.7. Dielektromos állandó

A dielektromos állandó, vagy relatív permittivitás ( $\epsilon$ ) dimenzió nélküli szám, amely megmutatja, hogy egy vákuumban lévő kondenzátor kapacitása hányszorosára nő, ha lemezei közé a vizsgálandó dielektromos sajátságú anyagot helyezzük. A különböző folyadékok dielektromos állandója erősen függ az alkotó molekulák szerkezetétől és a hőmérséklettől. [11]

Paraméter	Folyadékok				
	benzin	kerozin	gázolaj	kőolaj	víz
Dielektromos állandó (20 °C)	2,0-2,5	2,0-2,5	2,0-2,5	2,0-3,0	80,4

9. számú táblázat különböző kőolajszármazékok és a víz dielektromos állandói.

(Forrás: Dr. Makó András: Kőolajszármazékok vándorlásának modellezése talajokban)

A vízben kevésbé oldódó szénhidrogének dielektromos állandója kicsi, nem reagálnak jól az alkalmazott elektromos térre, azaz szigetelőnek tekinthetők. Az alacsony dielektromos állandó a kőolajszármazékok és az általuk szennyezett agyagos talajok, vagy nagy agyagtartalmú tömörített földszigetelések kölcsönhatásakor kap fontos szerepet.

Fontos különbséget tenni ugyanakkor a folyadékokkal történő telítés kiindulási körülményei közt.

Amennyiben légszáraz, agyagban gazdag talajokat telítenek szerves folyadékokkal, a következő fejezetben ismertetésre kerülő hidraulikus vezetőképesség növekedés tapasztalható, tehát a hidraulikus vezetőképesség és a dielektromos állandó között fordított arányosság mutatkozik.

Amennyiben viszont a talaj kezdetben vízzel telített és ezután érintkezik a szerves folyadékkal, a szerves folyadék átszivárgása annál gyorsabb, minél nagyobb a folyadék dielektromos állandója, vagyis minél kevésbé hidrofób a folyadék. [16]

A különböző szénhidrogének dielektromos állandója ( $\epsilon < 10$ ) és a víz ( $\epsilon = 80,4$ ) dielektromos állandója közötti különbségeket a szennyeződések kiterjedésének meghatározására, illetve tisztítási folyamatok méréssel történő ellenőrzése során lehet sikeresen alkalmazni. [17]

## **1.2. A szennyeződések, szennyezett talajok, talajtani paramétereinek összegzése, szénhidrogén-származékokkal történt szennyeződések kárelhárítása szempontjából**

A kőolajszármazékok változatossága, a talaj pórusvíz (talajvíz) kémiai variabilitása és a három fázis sajátos kölcsönhatásai okozzák a talajok anyagának, a talajtulajdonságoknak, a talajképződési és a talajszennyeződések vándorlását meghatározó folyamatoknak nagyfokú heterogenitását. A kölcsönhatások és reakciók bonyolulttá teszik annak pontos előrejelzését, hogy a talaj hogyan reagál a külső behatásokra, pl. kőolajszármazékok esetében.



### ***1.2.1. A talaj kialakulása, összetétele***

A földkéreg kőzetköpenye a litoszféra. A kémiai összetételére jellemző, hogy tömegének több mint 99 %-át kilenc elem (O, Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg, Ti) alkotja. [18]

A litoszféra legfelső rétegét a pedoszférát kiemelten is meg kell különböztetni az alsóbb rétegektől, ugyanis a kőzetekben lejátszódó mállásfolyamatok és a talajszennyeződések itt játszódnak, illetve eddig hatnak. A pedoszféra egy igen laza illeszkedésű háromfázisú, heterogén rendszer, amelyben az anyag- és energiacsere folyamatok mennek végbe. Itt alakul ki a kőzetből – a levegő és a víz, illetve ezek komponensei kölcsönhatása következtében a talaj.

A talajok szilárd, folyadék és gázfázisból álló rendszerek. A szilárd fázis ásványi részeket, amorf anyagokat, oxidokat és hidroxidokat, humuszanyagokat, karbonátokat tartalmazhat.

A talaj, illetve a talajt képző rétegek egyidejűleg a mikroorganizmusok, a növények és az állatok életteréül is szolgálnak, hasznos és természetes ásványi anyagai közvetett, vagy közvetlen módon kerülnek az emberi szervezetbe, a talaj-növény-állattáplálkozási láncon keresztül, vagy a talaj-talajvíz-ivóvíz útján.

A talaj ásványi anyagait a növényi, állati vagy emberi szervezetek, ionok, vagy vegyületek, ritkán nagyobb molekulatömegű szerves vegyületek alakjában veszik fel.

Az egymással dinamikus egyensúlyban lévő négy alapalkotó, mely a talajt alkotja, a szerves komponensek, a talajvíz, talajatmosfera és a szerves komponensek.

A talaj szerves komponensei, melyek gyakorlati szempontból fontosak: a kavics, a homok, a márga és az agyag.

A kavics: 2000-40000 $\mu$ m átmérőjű kőzetdarabokból álló törmelékes üledék. A folyók görgetett hordalékként állandóan csiszolódva veszi föl jellegzetesen lekerekített alakját. A folyó a síkvidékre érve, lelassulva kavics kúpot (hordalék kúpot) alakíthat ki, amely nagyobb vastagságot (több métert) is elérhet. Az ilyen közeg vízviszatartó, anyagmegkötő tulajdonsága abszolút nulla. Hasonló mérettartományú kőzetdarabok, szögletes élű közúzalekok mesterséges úton kerülhetnek a talajba, illetve talajra, ezek víz-anyagmegtartó képessége a kavicsénál nagyobb. Ilyen területek pl. a vasúti töltések.

Homoktalajok: szemcseátmérője 50-től 2000  $\mu\text{m}$ -ig terjed (kvarc), színük világos, könnyen megmunkálhatók. Víz és oldott anyagok számára áteresztőképességük nagy, megkötő képességük ennek megfelelően csekély.

Márgarészecskék: átmérője 2-50  $\mu\text{m}$  között változhat, mészkövek és dolomitok lazán ülepített kvarccal kevert képződménye, így túlnyomóan kalcium-karbonátból, kalcium-magnézium-karbonátból ill. alumínium-szilikátból állnak.

A víz- és anyagáteresztő képesség szempontjából – különös a dolomitos márga – hátrább sorolandó a homoknál, viszont az adszorpciós képessége nagyobb nála.

Agyagok: mállás folyamatok eredményeként keletkező szilikátok, illetve alumínium szilikátok. Az agyagok szemcseátmérője  $<2\mu\text{m}$ .

Talajvíz és talajatmosfera: a talajban lévő üregeket és pórusokat a talajvíz és levegőtartalma tölti ki. Ezeknek a tereknek a nagyságát a részecske sűrűség és a porozitás határozza meg, a víz és a gázok pórusokban és csatornában való transzportja viszont lényegében véve a talaj összetételétől (homok, márga, agyagarány) függ. Azok a talajok mutatnak legnagyobb porozitást, amelyekben nagy az agyagásványok hányada. A homoktalajok vízmegkötő képessége csekély. Az agyagtalajok esetében a helyzet fordított, ezen utóbbiak a víz egy részét a mikropórusokban erősen megkötik. [18]

A víz a talajban három különféle állapotban létezhet, a  $d > 10\mu\text{m}$  átmérőjű csatornában áramolni képes, valamely része a talajszemcsék felületén megkötődnek és másik hányada a  $d < 10\mu\text{m}$  átmérőjű kapillárisokban is elhelyezkedhet. Ha a pórus átmérő  $d < 0,2\mu\text{m}$  a víz és szerves folyadékok pl. (szénhidrogén-származékok) transzportja a talajban főként légnemű állapotban történik. [18]

A talajvíztartó, a vízzáró összlet (az un. fekü) felett alulról fölfelé a következő zónákat különböztetjük meg. A legalsó talajzónában a közetszemcsék hézagait a víz teljesen kitölti, ez a telített zóna. Ezek felszíne a talajvízszint vagy talajvíztükör, mely sohasem állandó, hanem a légnyomás, a hőmérséklet és a csapadék mennyiség vagy művi depresszió-keltés (szivattyúzás) hatására folytonosan változó. A talajvíztükör fölött van a kapilláris zóna, mely két részből áll. Az első a zárt kapilláris vízöv, melyben a közetszemcsékkel teljesen körülzárt kapillárisokat víz tölti ki.

A víz a nehézségi erővel szemben a kapillárisokban fölfelé mozogva veszi fel az egyensúlyi helyzetét. Fölötte helyezkedik el a nyílt kapilláris vízöv, melyben a hajszálcsöveket (hézagokat) a víz nem tölti ki teljesen, minthogy a hézagok között

már levegő is van. Legfőleg található a talajlevegő-tartalmú zóna, amelyben a csapadékvíz és vele a szennyezések is a nehézségi erő hatására lefelé szivárog. A vízpárás (vízgőztartalmú) levegő, pedig hol a szemcsékhez tapad, hol a változó fizikai egyensúlyok hatására elmozdul.

A talajatmosfera összetételét és tulajdonságait tekintve, több szempontból eltér a normál atmoszférától. Víz tartalma nagyobb, a benne lévő komponensek a különböző nagyságú üregekben és pórusokban megkötődhetnek, és szén-dioxid koncentrációja biokémiai folyamatok révén 5-100-szor nagyobb lehet.

A talaj szerves komponensei: a természetes (nem szennyezett) talaj tömegének mindössze 2-5 %-át teszik ki, jelenlétük a kémiai reakciók szempontjából alapvető fontosságú.

A talaj szerves anyagai, amelyek túlnyomóan a felső rétegekben foglalnak helyet, biomasszából, részben elbomlott növényi és állati alkotórészekből, talajorganizmusokból és humuszból állnak.

### ***1.2.3. Talajkémiai és talajfizikai tulajdonságok, melyek befolyásolhatják a kőolajszármazékok talajokban történő mozgását***

A vízzel teljesen telített talajban az időegység alatt egységnyi keresztmetszetben egységnyi hidrosztatikai nyomás hatására átszivárgott folyadék mennyiség a hidraulikus vezetőképesség. Elfogadott jelölése a [K], mértékegysége [m/s] Nagyságát az átszivárgó folyadékok és a talajok tulajdonságai együttesen határozzák meg. Jól jellemzi a talajok szerkezeti állapotát, pórusviszonyait, vízgazdálkodási viszonyait. A NAPL és a vizes fázis mozgásának becsléséhez ismerete nélkülözhetetlen.

Nedvességtartalom: jele  $\Theta$  mértékegysége [% m/m, vagy %(v/v)]. Mind a gázfázis, mind a vizes folyadékfázis, mind pedig a NAPL mozgása szempontjából igen fontos tulajdonság. (Az adott fázissal történt telítettség mértéke meghatározó a fázis mozgékonyasága szempontjából.) Befolyásolja a NAPL-ból történő kioldódás mértékét.

Porozitás: a pórusok térfogatának és a teljes talajtérfogatnak az aránya. A pórusokat kitöltő különböző fázisok lehetséges összes térfogatáról ad tájékoztatást. A vándorlási és megkötődési folyamatok becslése szempontjából fontos paraméter. Elfogadott jelölése n, és %-ban adják meg.

Térfogattömeg: a folyadék- és gázfázisok mozgékonyága és a talajok folyadék-visszatartó képességének becslése szempontjából fontos paraméter, amely a porozitás viszonyokról ad tájékoztatást. Jelölése  $P_b$ , mértékegysége  $[g/cm^3]$ . [19]

A talajok típusát és tulajdonságait jelentősen befolyásolja a jelenlévő víz áramlása. A talajvíz szempontjából megkülönböztetjük a vízzel telített és a telítetlen talajrétegeket. A telítetlen talajréteg pórusrendszerében a talaj levegő mellett különböző erőkkel kötött víz is található. A jórészt kapilláris erőkkel kötött vizet tartalmazó talajréteget a telítetlen talajrétegen belül kapilláris zónának is nevezik, melyre kitérek a szénhidrogének migrációjának vizsgálatánál.

Kapillaritás: ez a tulajdonsága, paramétere a talajnak függ a pórusok átmérőjétől, illetve a talajnedvesség tartalmától is.

Kis átmérőjű pórusokban a kapilláris emelkedés („vízemelés”) nagyon lassan megy végbe (agyagtalaj esetén 1-2 m vagy ennél több). Nagy átmérőjű pórusokban alacsonyabb és gyorsabban megy végbe (homoktalajban 30 cm). Minél kisebb a szemcseátmérő, annál nagyobb a kapilláris emelő magasság. A kapillaritást a nedvességtartalom annyiban befolyásolja, hogy száraz talajban sietteti, nedves talajban késlelteti a „vízemelést”. A talajvíz tükör felett helyezkedik el a talajvíz zóna, amelynek kárelhárítás szempontjából igen nagy jelentősége van. [18]

Talaj megnevezés	Kapilláris emelő magasság (cm)
Kavicsos homok	5-10
Durva homok	12-15
Közepes homok	40-50
Finom homok	60-110
Iszap + agyag	175-250

*10. számú táblázat – vízre vonatkoztatott kapilláris emelő magasságok*

*(Forrás: Dr. Horváth Zs., - Dr. Endrédi I.: Talajvédelem)*

A kapilláris emelőmagasság értékével csökken a telítetlen zóna vastagsága és így a kőolaj és kőolajszármazékok függőleges beszivárgása esetén a szivárgási hossz. Miután az olajtest elérte a kapilláris zóna felszínét, azon szétterülve az un. folyékony (szabad) fázisos részét képezi az olajszennyezésnek.

Fajlagos felület: elsősorban az adszorpció nagyságát befolyásolja, de áttételesen hat a porozitási szerkezeti viszonyokra is. Jele:  $s.a$ , mértékegysége:  $[m^2/g]$

A fajlagos felület nagyságát a mechanikai összetételen túl befolyásolja az anyagfrakciót felépítő agyagásványok minősége és mennyisége (külső és belső ásványi felületek aránya), valamint a humusz kolloidok mennyisége. [19]

#### ***1.2.4. A talajvíz és mozgásának vetületei a szénhidrogén szennyezésekre***

A talaj felszínén, vagy annak felső részében lévő szennyező anyagnak a háromfázisú telítetlen zónán kell átszivárognia, mielőtt eléri a kétfázisú telített zónát. Tekintettel arra, hogy a szennyezés szállító közege az esetek döntő részében a víz (pl. csapadékvíz, talajvíz) szükséges vizsgálni a vízmozgást a kétfajta zónában. [20]

A talaj nedvességtartalma a talajba jutó csapadékból, a talajvízből és igen kis mennyiségben a talajba jutó levegő páratartalmának megkötődéséből áll. A talaj pórusaiban történik a megkötődés. A vízpárolgás folyamatosan változtatja helyét a talajban, ami a talajvízbe való leszivárgás következménye. A vízgőz a felszín felé nem folyékony, hanem légnemű halmazállapotban mozog. A különböző rétegek víztartalmát a talajban bekövetkező vízmozgás jelentősen megváltoztatja. A vízgőz áramlását a talajhőmérséklet-különbség szabályozza. A pára a magasabb hőmérsékletű rétegből az alacsonyabb felé áramlik és ott kicsapódik. Napközben a felső, jobban felmelegedő rétegből az alsó felé áramlik a vízgőz és végeredményben ez a talajnedvesség megóvását szolgálja. Az éjszakai lehűléskor a vízgőzáramlás felfelé irányul. [20]

A talajfelszíntől a talajt a víztartalom alapján különböző zónákra lehet felosztani. A felszínhez legközelebb helyezkedik el a kiszáradási, vagy párolgási zóna. Ennek a zónának a víztartalma változó, nagy záporok alkalmával erőteljesen átnedvesedik, száraz, aszályos időszakban pedig nagymértékben kiszárad. A száraz talaj, akár a szivacs, gyorsan képes nedvességet felvenni, amely azonban nem hatol mélyre, jelentős része elpárolog. A növényzet számára az áteresztő zóna biztosítja a víztartalékokat, amelynek víztartalma elsősorban a párolgási zóna víztartalmának függvénye, mivel ebben a zónában a talaj vízemelő képessége még nem jut érvényre, csak az egyes rétegek közti vízgőz áramlása.

A kapilláriszónában már a minimális vízkapacitást a kapillaritás útján odakerülő víz, valamint az egyes rétegek közötti vízgőz mozgás is növelheti. Finomabb pórusú talaj több vizet tartalmaz, mint a durvább pórusú.

A talajvízgyűjtő zóna tartalmazza a legtöbb nedvességet, emellett maximális vízkapacitással rendelkezik, ebből a zónából nyerjük az ivóvizünket (amennyiben az még nem szennyezett). Ennek a zónának alsó szintje alatt foglal helyet az impermeábilis zóna (telített, eltömődött), amely a víz számára többé-kevésbé áthatolhatatlan (pl. anyag, kőzet).

A talajban függőlegesen lefelé mozgó nedvesség az impermeábilis, víz számára többé-kevésbé áthatolhatatlan (pl. agyag, kőzet) zóna elérésekor irányát is megváltoztathatja és az impermeábilis réteg fekvését követve, oldalsó irányban is elmozdulhat.

### **1.3 Szénhidrogén származékokkal szennyezett területeken a szennyező anyag viselkedése, mozgása, migrációja, és megkötődésének folyamatai**

A kiömlő és beszivárgó, szétterülő kőolajszármazékok további sorsát alapvetően befolyásolják – a folyadékok és a talajok előzőekben összefoglalt tulajdonságain túl – azok az éghajlati és domborzati paraméterek, amelyek a szennyeződés helyszínére jellemzőek. Ezek a környezeti paraméterek is kihatással vannak a szennyező kőolajszármazékok, mentesítésig tartó további sorsára.

Elsőként említem az éghajlati tényezők sorából a hőmérsékletet (levegő, víz, talaj hőmérséklet), hiszen a szerves folyadékok összes fizikai jellemzője, paramétere erősen hőmérséklet függő. Az adott területre hulló csapadék mennyisége elsősorban a talaj vízháztartása szempontjából fontos adat. A talaj nedvességtartalma, illetve a beszivárgó nedvesség mennyisége döntően befolyásolja a szennyező folyadékfázis megkötődési, vándorlási és elbomlási folyamatait. [17]

#### ***1.3.1. Szénhidrogén-származékok viselkedése a felszíni vizeken.***

„A RÁ II-vel az Atlanti-óceánon hajózási útvonaltól távol eső vizeken, napokig hajóztunk összefüggő olajhártyán.”<sup>3</sup>

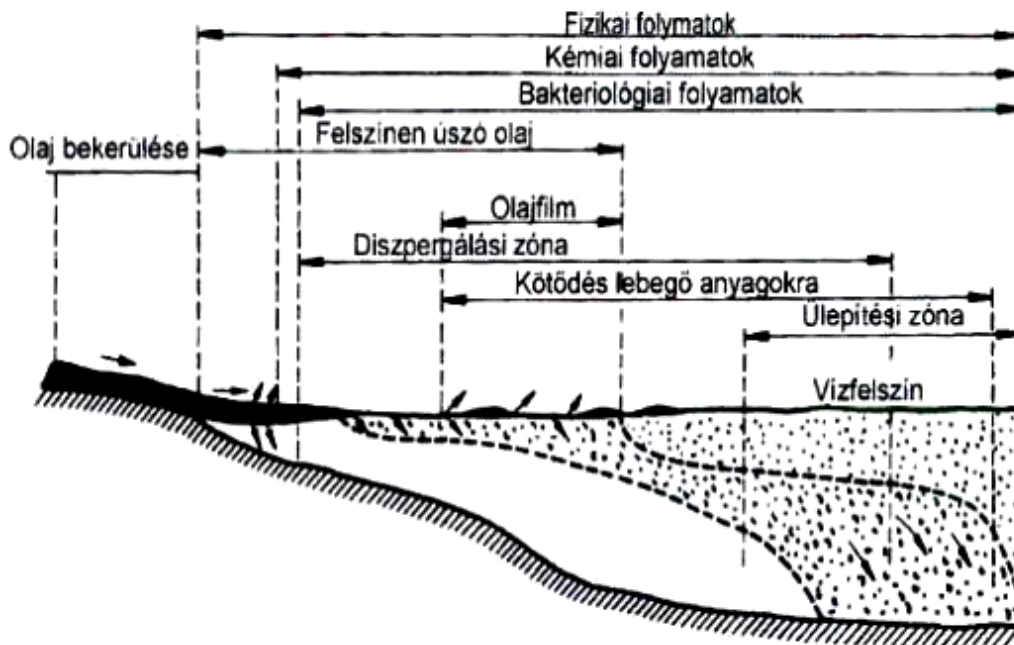
A termelés és a szállítás hatalmas méretű növekedésével a felszíni vizeinket egyre gyakrabban érik – sokszor katasztrófa szintű – vízszennyezések szénhidrogén-származékok által, melyek gondatlanságok, balesetek, üzemzavarok, természeti csapások során kerülhetnek felszíni vízfolyásainkba, tavainkba.

---

<sup>3</sup> Thor Heyerdahl 1971.

**Az elsődleges kárelhárítás mellett feladatként kell kezelni a szennyeződés nyomon követését, illetve a vízfolyás mentén lévő lakosság, illetve üzemek értesítését.**

A korábbi fejezetekben bemutattam, hogy az ásványolajok nagyon különböző szénhidrogén-csoportok keverékei. Minden olajfajtának más összetétele van. Az olajok számos kísérő anyagot (S, N, O, Ni, Fe, V stb.) is tartalmaznak. Az ásványolaj szennyeződés vízbe kerülve jelentős változásokon megy keresztül, miközben komplex fizikai, kémiai és biológiai folyamatok indulnak meg. Ezek a folyamatok végül az olajnak a vízfelületről való eltűnéséhez vezethetnek. Ezeket a folyamatokat szemléltetem az 1.sz. ábrán.



*1.számú ábra - szénhidrogén származékok viselkedése felszíni vizekben.*

*(Forrás: Dr. Pásztó P.: Vízminőségvédelem, vízminőség szabályozás)*

**Fizikai folyamatok:** A vízbe került olajszenyeződés aránylag gyorsan és minden irányban szabadon terjed a víz felszínén. Ez a folyamat addig halad előre, amíg az olajfolt szélén, nagy felületű hártya (un. monomolekuláris) keletkezik. Az olajutánpótlás minél hosszabb ideig tart, annál gyorsabban terjed az olaj a vízen és annál több szabad vízfelület olajosodik, szennyeződik el. A szénhidrogén-származékok szétterülését nagymértékben elősegíti a víz magas lebegőanyag-tartalma, felületaktív tartalma, vagy az oldott sók hiánya. Vízfelületre jutva, az olaj fizikai folyamatok során komponens csoportokra bomlik. Ezek a folyamatok a következők:

Deszorpció: a víz felszínére jutott olajkeverék az összetételétől, a környezet hőmérsékletétől függően különböző mennyiségű illó komponenst veszít el. A nyersolaj illékony alkotórészeinek 40-60 %-a már havária esetén az első órában a légkörbe távozik.

Oldódás: (valódi oldat a vízben) Az olaj valódi oldatot képez a vízzel az oldékonysági hányados függvényében. (2 - 3. számú táblázat)

(A naftének jobban oldódnak, mint a paraffinok, a veszélyességi sorrendjük sajnos fordított.)

Diszperzió: a vízmozgás (hullámozgás, áramlás) következményeképpen, mindenekelőtt az olaj fedőréteg szabad kerületi zónájában az olaj többé-kevésbé eloszlott (diszpergálódott). A magasabb hőmérséklet és a felületaktív anyagok ezt a hatást lényegesen emelik. Így az olajfolt kerületén először szemmel látható durván diszpergált olajrészecskék jelennek meg. A körülményektől, a vízmozgástól függően 10-1000 mg olaj képes 1 liter vízben diszpergálódni. A vízfelület megnyugvásakor a diszperziós fok csökken, és a diszpergált olaj tekintélyes része ismét felúszik. Erősen mozgó vízben az olajcseppecskék olyan finoman diszpergálódhatnak, hogy emulzióvá válnak.

Adszorpció: (az olaj adszorpciója lebegő anyagon)

A vízbe kerülő olajnak tetemes része a vízben mindig jelenlévő lebegőanyagokra tapad, és ezekkel tovább szállítódik, szétoszlik. Ez egyaránt vonatkozik az úszó, a durván diszpergált és az emulgeált olajfázisra. Tapasztalatok szerint a vízben lévő lebegőanyagok (szervetlen törmelék, humuszkolloidok, planktonok) szárazanyag súlyuknak 25-50 %-át képesek olajból felvenni.

Az olaj eloszlása:

Az áramlások a durván diszpergált, az emulgeált és a lebegőanyagokra rátapadt olajrészecskéket messze elszállítják. Az olaj elszállítása addig tart, amíg végül minden olaj a vízben emulgeálódik, vagy lebegőanyaghoz kötődik. Az olajrészecskék felszállási sebessége (kémiai és biológiai reakciók hatására) fokozatosan csökken. Az olaj végül is a lebegőanyagokkal együtt elveszti lebegőképességét és lesüllyed. A folyamat végére az olajszemcsék a mederfenékre kerülnek, és ott – részben a kapillaritás útján – az üledékréteg pórusai közé hatolnak be.

Kémiai folyamatok:

A fizikai folyamatok mellett végbemennek kémiai folyamatok is. Ezek túlnyomó részben oxidatív folyamatok. A felületen úszó, a diszpergált és

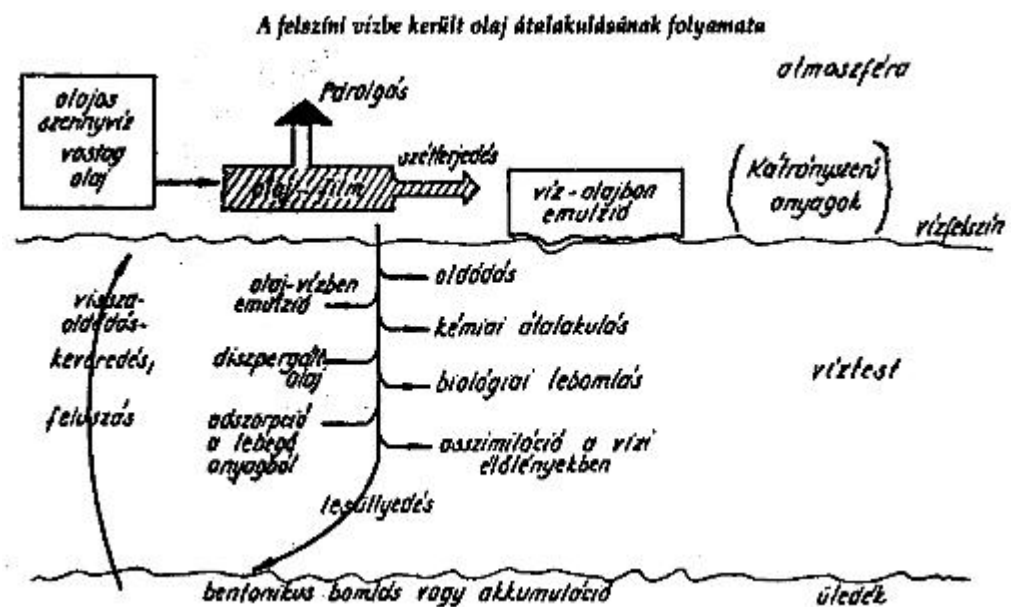


lebegőanyagokra tapadt olajrészecskék szerkezete és összetétele lassan megváltozik. A napfény hatására olyan fotokémiai reakciók jönnek létre, melyek toxikus anyagokat termelnek. Az olaj lassan rövidebb szénláncú vegyületekké oxidálódik.

Bakteriológiai folyamatok:

A természetes vizekben előforduló mikroorganizmusok energia forrásként értékesítik az olajban lévő szénhidrogéneket, illetőleg szerkezetük felépítéséhez hasznosítják a szenet, vagy az olajban előforduló más biogén elemet. Így a vízben oldott, vagy diszpergált olajrészecskék egyszerűbb, energia szegényebb vegyületekké bomlanak. A baktériumok a bomlástermékekből ismét új szénhidrogén vegyületeket szintetizálnak. (Előfordul, hogy ez a bakteriális tevékenység önmagát fékezi a lebomlási folyamatban keletkező mérgező vegyületek útján.) A bakteriális tevékenység reakciósebessége függ a víz kémizmusától, az olaj diszperziós fokától, az olaj, valamint az olajat kísérő anyagok fajtájától és nem utolsósorban a hőmérséklettől. 15 °C feletti vízhőmérsékletnél a mikroorganizmusok az oldható részeket néhány nap alatt, az emulgeált olajrészecskéket hetek alatt, a durván diszpergált olajrészecskéket pedig hónapok alatt képesek lebontani. Nagy tavak mélyén 4 °C hőmérséklet mellett az olajlebontás évtizedekig is tarthat. [21]

A felszíni vizekbe került olajátalakulást szemléltetem a 2. számú ábrán.



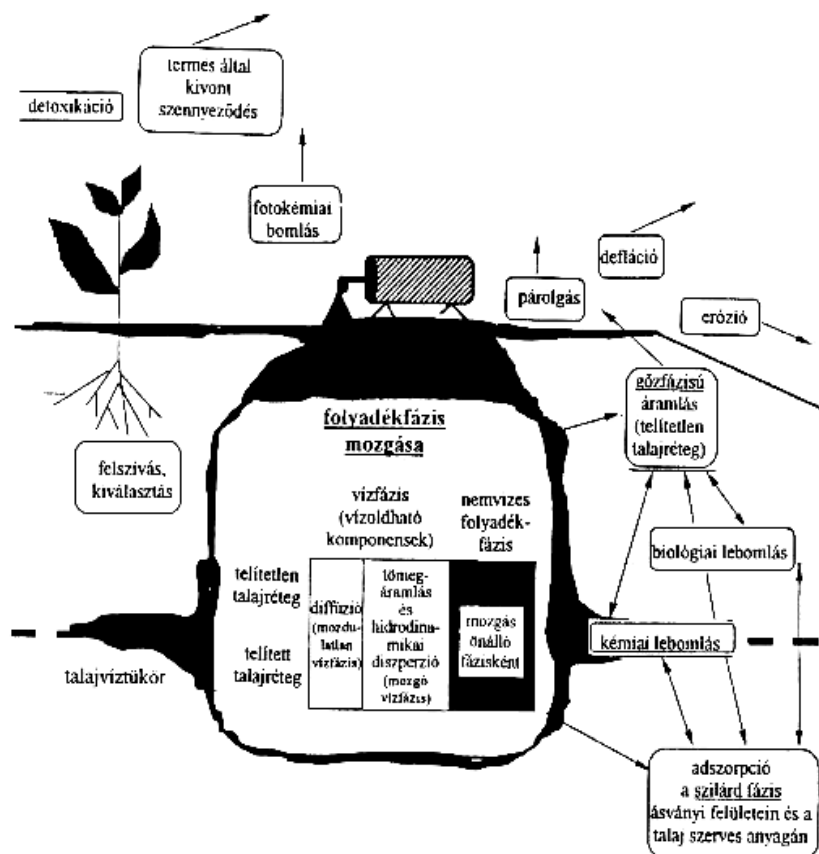
2. számú ábra - a felszíni vízbe került olaj átalakulásának folyamata

(Forrás: Barótfi I.: Környezettechnika)

### 1.3.2. A szénhidrogén származékok mozgása és megkötődésének folyamatai felszín alatti vizekben, illetve talajokban

A következőkben leegyszerűsítve mutatom be azt a folyamatot, hogy hogyan kerül a felszínen kiömlött szénhidrogén származék (olaj) a talajba, a talajvízbe, és miként okoz ott szennyezést.

Az olajvezeték-repedésének kockázatával számolni kell. Egy-egy ilyen vezetékhibának évtizedekig tartó szennyező hatása lehet a talajra, a talajvízre és a felszíni vizekre egyaránt, még időbeni észlelés esetén is



3. számú ábra - kőolajszármazékok sorsa a talajokban

(Forrás: Dr. Makó András: Kőolajszármazékok vándorlásának modellezése talajokban.)

Figyelemre méltók azok az ausztriai közlések is, és a hazai tapasztalatok is, amelyek a tartálykocsik balesete kapcsán létrejövő talaj, talajvíz és felszíni vizek szennyeződéseiről szólnak. (Monori Káresemény 2003).

Az olaj talajbeli mozgásánál alapvető különbséget kell tenni az olajnak, mint fázisnak a szétterülése és a vízben oldott olaj mozgása között. Amíg ugyanis az oldott anyagok a szivárgó és a talajvízzel együttesen vándorolnak, addig az olaj laza

kőzetekben, talajokban összefüggő olajtestet képez. A talajfelszínre kiömlött szénhidrogén származék szétterül, majd függőleges irányú beszivárgással egyre nagyobb mélységbe hatol és elérheti a talajvízszintet. A nehézségi erő hatására lefelé húzódó szénhidrogén származék térfogatot olajtest, melynek alakja és nagysága a talaj és az alatta elhelyezkedő földtani öszlet nemétől és szerkezetétől, valamint az olaj mennyiségétől és fizikai tulajdonságaitól függ.

A kőolajszármazékok sorsát szemléltetem a 3. számú ábrán.

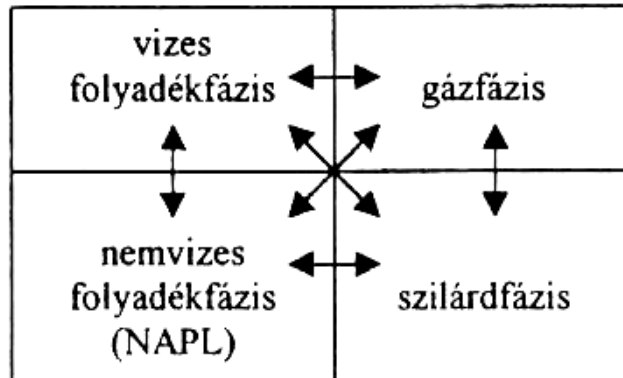
A különféle szénhidrogén-származékokra, illetve az őket alkotó vegyületekre az alábbi folyamatok hatnak:

- felszíni elfolyás: önálló folyadékfázisban oldott, vagy szilárd részecskék felületén adszorbeált formában (eróziós talajszennyezések),
- deflációs vándorlás adszorbeált állapotban,
- a talajfelszínre jutó, még be nem szivárgott, illetve a felszín alatti talajrétegekbe beszivárgott, de a talajfelszínnel a pórusokon keresztül kapcsolatot tartó szennyeződések párolgása a környező légtérbe,
- szorpciós és deszorpciós folyamatok az agyagásványok, egyéb ásványi felületek (oxihidroxidok), illetve a talaj élő és holt szerves anyagai közreműködésével,
- a gázfázis, a vizesfázis és a szénhidrogén-fázis között az egyes vegyületekre külön-külön kialakuló egyensúlyi megoszlások,
- gőzfázisú diffúziós áramlások a vízzel telítetlen talajrétegek pórusrendszerében,
- a vízfázisba beoldódó komponensek szállítódása a hidrodinamikai transzport folyamatok révén,
- nemvizes fázisú folyadékáramlások,
- különféle degradációs folyamatok, beleértve az alkotó vegyületek mikrobiológiai lebontását, kémiai bomlását, és a felszín közeli talajrétegekben esetlegesen lejátszódó fotokémiai reakciókat

Az elszivárgó, illetve a talajokba beszivárgó szénhidrogén-szennyeződések a felszín alatti talajrétegekben általában egy időben, több formában lehetnek jelen.

[19]

A könnyebb áttekinthetőség érdekében szemléltetem az (4.sz.ábrán) a kőolajszármazékok talajbeli megoszlását.



4. számú ábra - a kőolajszármazékok megoszlása a talajokban

(Forrás: Dr. Makó András: Kőolajszármazékok vándorlásának modellezése talajokban.)

Gázfázisú szénhidrogéneket csak a folyadékokra nézve telítetlen talajrétegekben találunk. A kőolajszármazékok alkotó vegyületeinek nagy része viszonylag nagy gőznyomású, ami azt jelenti, hogy levegőn 1 atm nyomáson meglehetősen gyorsan párolognak. A felszín alatti párologás mértéke függ a szennyező olajfajta minőségétől, a hőmérséklettől, a nyomás viszonyoktól és a korábban említett porozitás viszonytól. Az önálló fázisban (NAPL) jelenlévő olajszennyeződés közül a párologás következtében könnyen illó szénhidrogéngőzökből álló burok képződhet. Ezek a gőzök a továbbiakban, a beszivárgó vizekben (pl. csapadékvíz) oldódhatnak és a talajvíz elszennyeződését, növelhetik. [19]

Ha a levegő mozgása korlátozott a telítetlen rétegben, a szénhidrogéngőzök diffúzió révén terjednek. Abban az esetben, ha a nyomáskülönbség és a hőmérséklet különbség jelentős mértékű, a szénhidrogének diszperzió és tömegáramlás révén vándorolhatnak a porózusos közegben. [22]

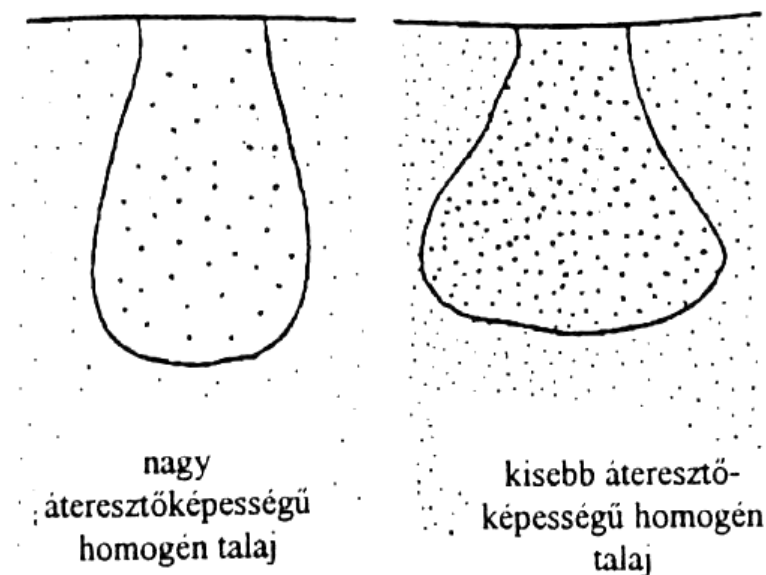
A talajban ugyanakkor ezek a gőzök erősen meg is kötődnek, mely kötődés az ásványi felületekről és a szerves humuszanyagtól függ.

Vizes fázisban (4.sz. ábra) oldott szénhidrogének előfordulhatnak a telítetlen talajréteg pórusrusterét részben kitöltő vízfázisban, amelynek egy része mobilis, más része különböző mértékben (szorpciós és kapilláris erőkkel) kötődik a talaj szilárd fázisához. Vizes fázisban oldott szénhidrogéneket tartalmazhat továbbá a

talaj telített rétegeiben a pórusteret teljesen kitöltő talajvíz. Származhat az oldott szennyeződés a telített és telítetlen talajrétegek szilárd fázisainak pórusterében, különböző erőkkel kötött kőolajszármazékok alkotó komponenseinek kioldódásából. A szénhidrogéngőzök is, melyek a gázfázisban találhatók, beoldódhatnak a vizes fázisba. [19]

Abban az esetben, ha a talajban mozgó vízfázis is található, az oldott szénhidrogén-szennyeződések a tömegáramlás és a hidrodinamikai diszperzió törvényszerűségei szerint mozognak.

A talaj szilárd fázisához kötött szénhidrogéneket maradvány (reziduális) szénhidrogénformaként is nevezik. A szennyeződés kötődhet az ásványi szemcséhez, a szerves alkotókhoz, a kolloidális alkotókhoz, mikrobákhoz, stb. A kiömlő, és talajba beszivárgó kőolajszármazékok jelentős hányada szabad formájú, önálló folyadékfázisként (NAPL) fordul elő a talaj-talajvíz rendszerben. Amint azt a korábbiakban említettem, a szabadba kikerülő szénhidrogén-származékok folyadék fázisai vertikálisan és horizontálisan terjednek. A terjedésük sebessége (gyorsasága) a talaj porozitásából és a porozitással összefüggő átteresztőképességtől függ. A szénhidrogén-származékokkal kapcsolatos haváriák során a szennyezés különféle összetételű és különböző átteresztő képességű talajokra kerülhetnek.

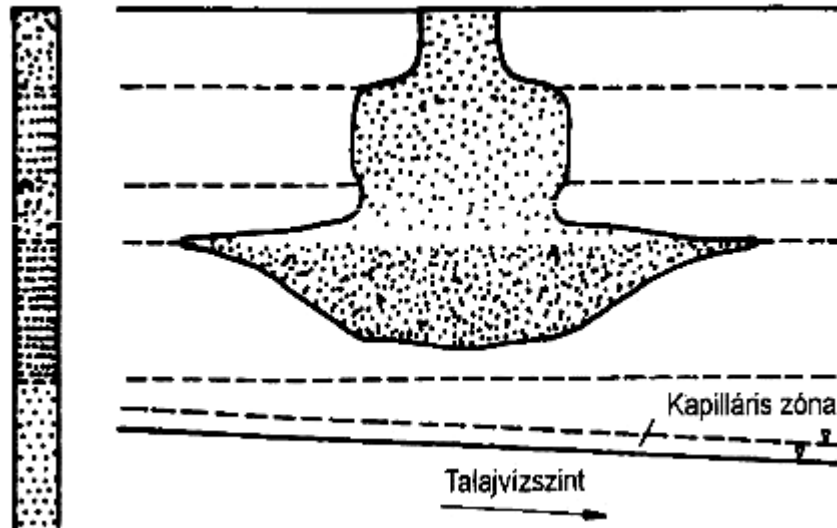


5. számú ábra - az olajtest alakja egyenemű talajban (különböző átteresztő képességeknél).

(Forrás: Dr. Makó András: Kőolajszármazékok vándorlásának modellezése talajokban)

A szénhidrogének útját, illetve a kialakuló olajtest alakját szemléltetem a 5.sz. ábrán egyenmű talaj esetén, melynek nagy az áteresztő képessége, és mellette egy ugyancsak homogén, de kis áteresztő képességű talaj esetén.

A természetben rendszerint nem egyenmű talajok fordulnak elő, az olajtest (szennyező szénhidrogén térfogat szabálytalan alakot) fog felvenni. (6. számú ábra)



6. számú ábra - olajtest alakja nem homogén, különböző áteresztő képességű talajokban

(Forrás: Dr. Pásztó P., *Vízminőség védelem, vízminőség szabályozás*)

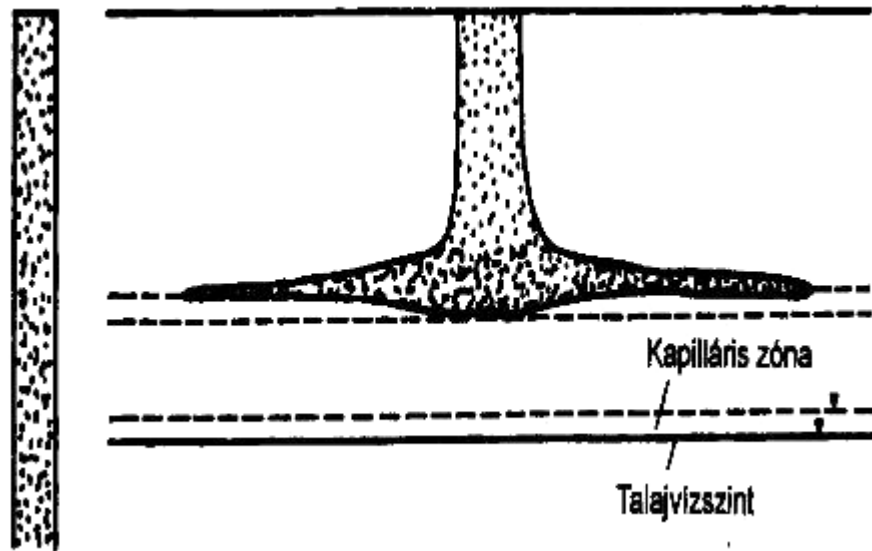
A kisebb áteresztő képességű réteg a szivárgó keresztmetszet szétterülését eredményezi, míg a jobb áteresztő képességű rétegbe történő átmenetnél lényegében azonos marad a szivárgási keresztmetszet. Ha a beszivárgási hányad az áteresztőképességhez képest valamely rétegben nagy, akkor oldalirányba terjed ki a határfelület, egészen addig, amíg az olajtest áteresztő réteghez ér.

Meg kell, hogy jegyezzem, hogy a kőolajszármazékok vándorlása szempontjából a porozitáson és az áteresztőképességen túl, igen fontos paraméter a telítetlen talajrétegek nedvességtartalma is.

Teljesen száraz talajok esetében a kőolajszármazékok jól megkötődhetnek a talajok szilárd fázisának felületén. Nedves, illetve részlegesen nedves talajoknál ezt a fajta megkötődést igen erősen korlátozza a talajrészecskék felületét borító hidrátburok. [23]

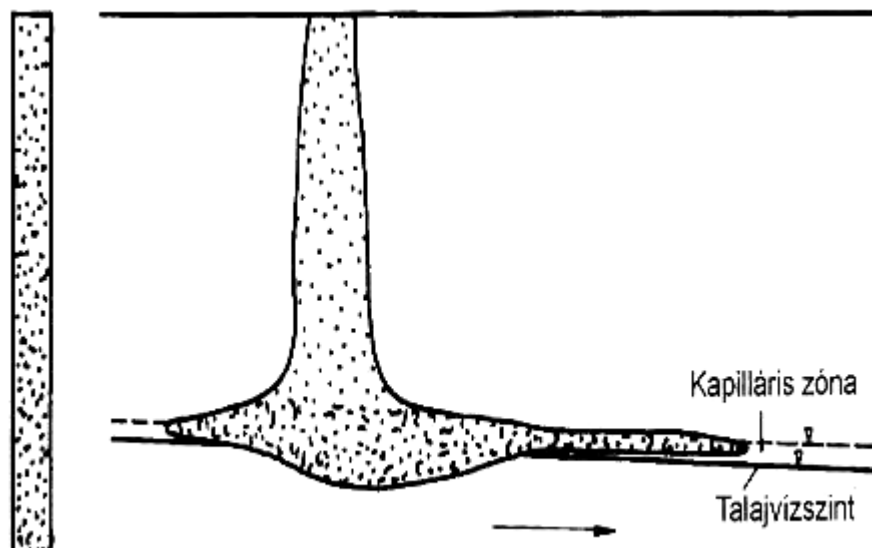
Kis áteresztő képességű, finom szemcsés közbenső rétegek, pl. iszapos agyagos homok, agyagok jelentős mértékben, vagy akár teljesen megszüntethetik az

olaj behatolását a mélyebben fekvő, található képződményekbe. Ilyen esetben az olaj a talajvíz szintjéig nem is jut el. (7. számú ábra)



7.számú ábra - az olajtest elhelyezkedése, ha olajat át nem eresztő talajhoz ér  
(Forrás: Dr. Pásztó P.: Vízminőség védelem, vízminőség szabályozás)

Amennyiben a beszivárgott olajmennyiség meghaladja a szivárgási tartomány olajvisszatartó képességét, akkor az olaj egészen a talajvízig hatol. A talajvíz irányába szivárgó szennyeződés először a talajvízszint fölött elhelyezkedő kapillaris zónát fogja elérni, melyben szétterül. (8. számú ábra)



8. számú ábra - az olajtest eléri a talajvízszintet és szétterül a kapillaris zónában

(Forrás: Dr. Pásztó P.: Vízminőség védelem, vízminőség szabályozás)

A talajvízszint és a kapilláris zóna felső határa közti távolság az adott talajréteg szemcseösszetételétől függ, a kapilláris zóna vastagsága finomszemcsés (iszap vagy agyag) talajoknál nagyobb, durvább szemcsés (homok vagy kavics) talajoknál kisebb. [23]

A kapilláris zónába jutó szénhidrogén először kitölti a még szabad (vízzel kapillárisan nem telítődött) pórusokat a beszivárgás mértékétől függően a vízzel telt pórusok egy részéből is képes kiszorítani a vizet, majd a feleslegben lévő szénhidrogén mennyiség fokozatosan szétterül, ún. olajlencsét képezve a talajvízszint felett.

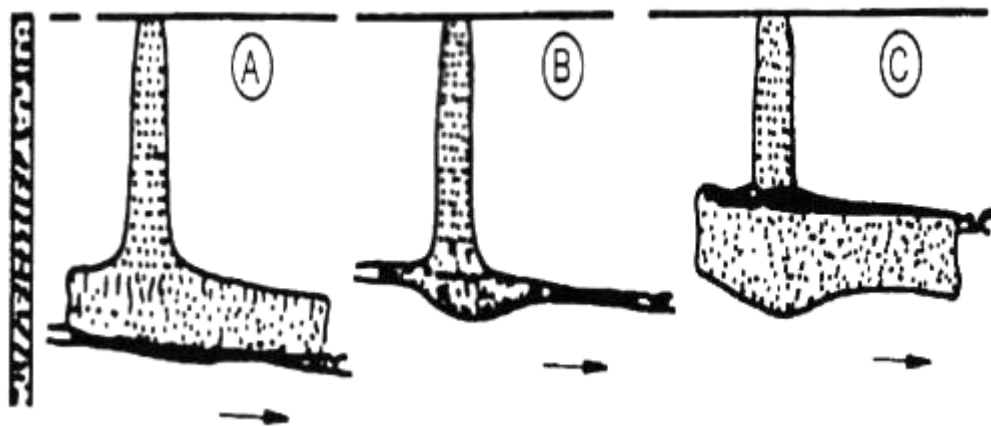
Az olajlencse alakja az adott talajréteg szemcseösszetételétől, az ezzel összefüggő áteresztőképességtől, az olajbeszivárgás mértékétől és a talajvíz viszonyoktól függ. [23]

A 8. számú ábrán látható asszimetria a talajvíz áramlási iránya miatt jött létre. Ha az olaj a nyomás miatt közvetlenül behatol a talajvíztartó rétegbe, akkor a nyomás kiegyenlítődése után gyorsan felemelkedik a talajvíz felszínéig, és egyensúlyi helyzetet vesz fel a kapilláris sávban elsősorban a talajvíz áramlás irányában. Az olajlencse további mozgását a talajvíz áramlási iránya és sebessége határozza meg. Általában a kőolaj és származékaik viszkozitása a víznél nagyobb (6.sz.táblázat), sűrűsége kisebb, ezért a rétegek áteresztő képessége ezekre a folyadékokra a vízhez viszonyítva kisebb, áramlásuk a vízhez képest késleltetett (lassúbb) lesz. Az olajlencse mozgásának iránya a talajvíz áramlási irányával megegyező.

A kőolajszármazékok olajlencse formájában történő szétterülése a talajvíztükör felületén, illetve az olajlencse talajvízzel történő elmozdulása addig tart, amíg a szénhidrogén-szennyeződést tartalmazó talajréteg olajtartalma egyenlő nem lesz a talajréteg szénhidrogén-visszatartó képességével. Ezt követően a szénhidrogén önálló fázisban történő mozgása megszűnik, a szennyeződés vándorlása a vizes gázfázisban folytatódik. [24]

A talajvízszint periodikus ingadozása további talajrétegek elszennyezéséhez vezethet. A talajvíztükör felületén úszó olajlencse követi az ingadozó talajvízszintet, ezáltal kapcsolatba kerül az idáig el nem szennyezett talajrétegekkel. (9. számú ábra)



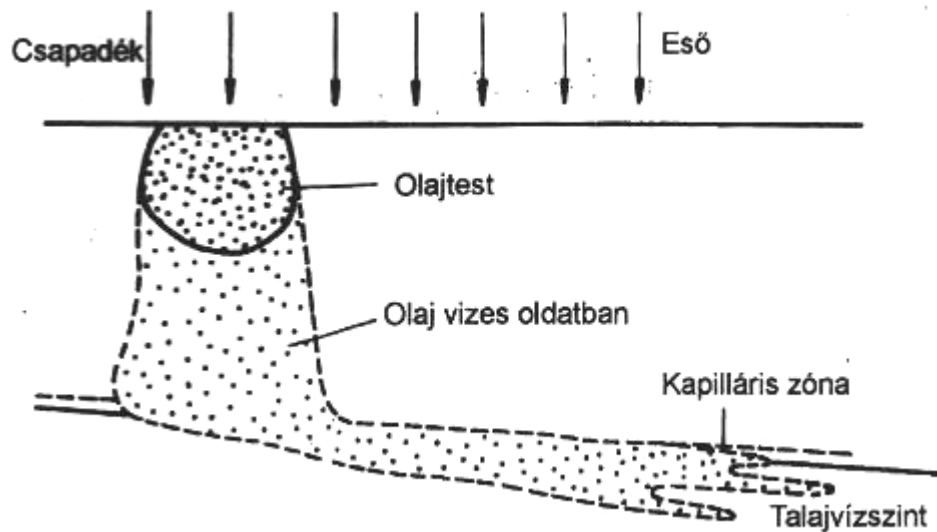


9. számú ábra - olajtest elhelyezkedése változó talajvízszint esetén  
(Forrás: Dr. Pásztó P.: *Vízminőség védelem, vízminőség szabályozás*)

A 9. sz. ábra (A) része a talajvízszint-süllyedés helyzetét szemlélteti egynemű talaj esetén. Látható, hogy az összegyűlt olaj a talajvízszint és a kapilláris zóna süllyedésével együtt süllyed le. A (B) részlet ekvivalens a 8.sz. ábrával. A talajvízszint emelkedést szemlélteti az ábra (C) része, ahol az olajtestet felnyomja a talajvíztükör és csak az adszorbeált olajnyomok maradnak az alsóbb rétegekben.

Szénhidrogén-származékok vízdoldhatóságánál vizsgáltam szakirodalmi eredmények útján a kőolaj és származékainak vízzel való viszonyát, és ez alapján kijelenthető, hogy a gyakorlatban a fenti folyamat, helyzet bonyolultabb. Ugyanis az olaj egy igen tekintélyes része képes oldódni a vízben. Ha a kőolaj összefüggő fázisként hatol be a talajba, és ott esővízzel érintkezik, akkor egyes alkotórészei oldatba mennek át, és vízzel együtt vándorolnak tovább.

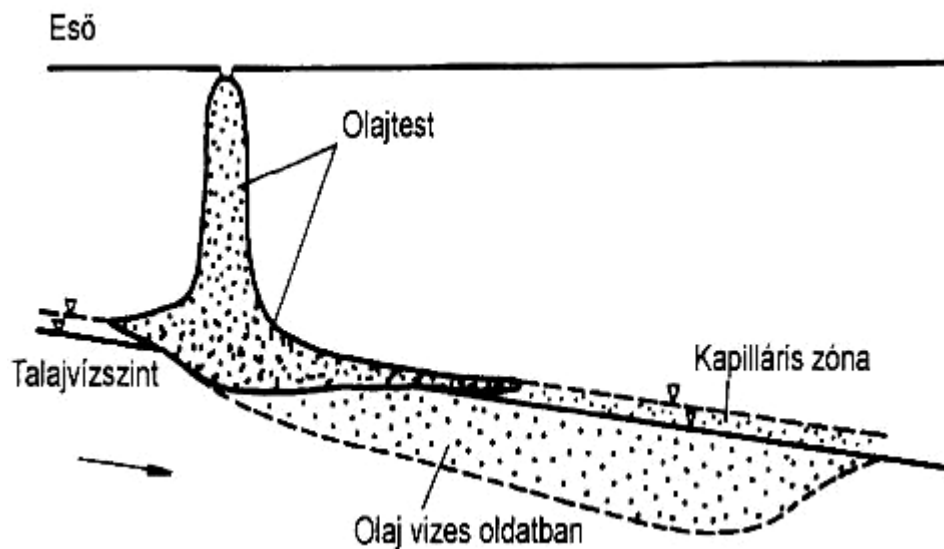
A (10.számú.ábrán) látható jelenség jön létre, amennyiben az olaj fázisként van jelen a szivárgási tartományban és a szivárgó vízzel lép érintkezésbe, illetve ha az olaj fázisként van jelen a talajvíz-tartományban és állandóan érintkezik az áramló talajvízzel. (11. sz. ábra)



10. számú ábra - az olajtestből kioldódó olaj útja

(Forrás: Dr. Pásztó P.: *Vízminőség védelem, vízminőség szabályozás*)

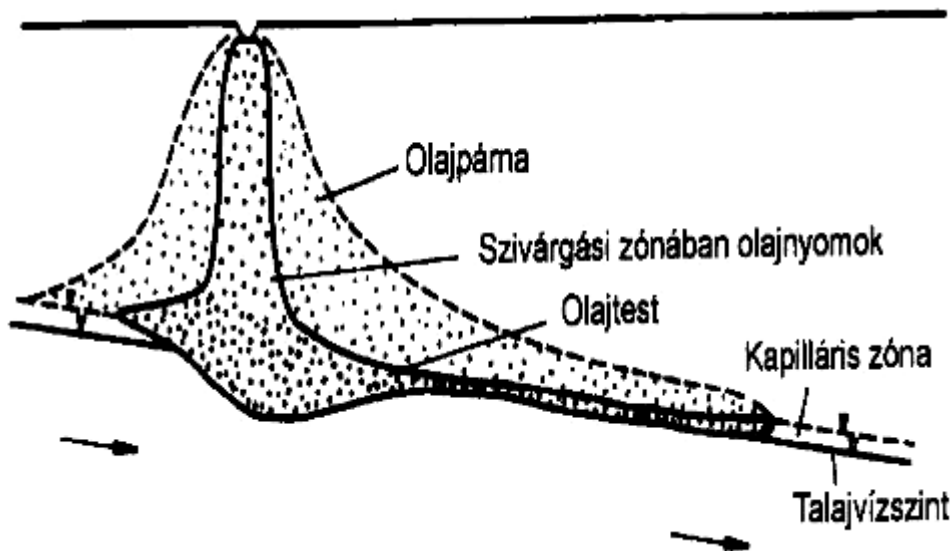
Ez a jelenség jön létre, amennyiben az olaj fázisként van jelen a szivárgási tartományban és a szivárgó vízzel lép érintkezésbe (10.sz.ábra), illetve ha az olaj fázisként van jelen a talajvíz-tartományban és állandóan érintkezik az áramló talajvízzel. (11.sz. ábra)



11. számú ábra - oldott olajszármazék mozgása a talajvíz áramlás irányába

(Forrás Dr. Pásztó P.: *Vízminőség védelem, vízminőség szabályozás*)

Ha az olajtest – azaz az olaj, mint fázis – a talajvíz felszíne felett helyezkedik el, a szivárgó víz oldhat ki olajrészeket, és a talajvíz felszínére vezeti azokat. Itt kezdődik a horizontális irányú szétterülés a talajvíz áramlási irányába.



12. számú ábra az olajpárna, és hatása

(Forrás: Dr. Pásztó P.: *Vízminőség védelem, vízminőség szabályozás*)

Ha az olajtest egészen a talajvíz-tartományig ér el, akkor az áramló talajvíz old ki olajkomponenseket, és azokat magával ragadja.

A kioldott olajmennyiség függ az érintkező felületektől, a vízáramlási sebességétől, a víz telítettségi fokától és az olajfajta milyenségétől.

A 12. sz. ábrán szemléltetem azt az esetet, amikor az olajtestből a kis forráspontú, könnyen illó üzemanyagok talajban történő párolgásából fakadóan olajpárna alakul ki a szivárgási tartományban.

## Következtetések

*Kőolajszármazékok haváriáinál a helyszínre érkező tűzoltó egységek elsődleges feladata a kiömlött szennyező anyag lokalizálása, a további kiömlés megakadályozása, ill. a már környezetbe került szénhidrogén-származék kármentése. A folyamat az elsődleges tűzoltói kárelhárítási beavatkozás (továbbiakban: **ETKB**), mely a következőt jelenti: kőolajszármazékok ill. szénhidrogén szennyezések esetén a*

*felszínen (felszíni kárelhárítás), vagy a felszín alatt (felszín alatti kárelhárítás), vagy mindkét helyen, együttesen végzett tevékenység, amelynek célja a további szennyezés megakadályozása, a szennyező forrás megszüntetésével, a szennyezés lokalizációjával, teljes vagy részleges felszámolásával. Végrehajtói az elsődleges tűzoltói kárelhárító erők (ETKE)*

*A kőolajszármazékok **vízoldhatóságának** ismerete fontos paraméter, de nem meghatározó az elsődleges tűzoltói kárelhárítás szempontjából. Pontos ismerete viszont elengedhetetlen a hosszan eltartó kárelhárítási feladatok során, ahol ugyanis már figyelembe kell venni a beoldódott kőolaj és származékainak lehetőségét a kármentesítését is a környezeti elemből.*

*A **sűrűség** a kőolaj és származékok vertikális és horizontális mozgására van többek között kihatással. Ez a folyamat az elsődleges tűzoltói beavatkozás szempontjából szintén elhanyagolható, csak a hosszan tartó kárelhárítás, környezetkárosító hatás csökkentése során szükséges a szennyező anyag sűrűségének ismerete.*

*Az elsődleges tűzoltói beavatkozás szempontjából a kőolajszármazékok **nedvesítő képességének** ismerete nélkülözhető, viszont hosszantartó szennyeződések esetén a talajok kapilláris rendszerében zárványszerűen megtalálható immobil olajszennyeződések mobilizálása szempontjából a fellépő kapilláris erők (és az azt kialakító határfelületi feszültségek, nedvesítési viszonyok) ismerete szükséges. A kőolaj és származékainak környezetbe kerülése esetén, azok mozgásának szempontjából fontos a szilárd felületekkel érintkező folyadékok és gázok, illetve a szilárd felületekkel érintkező, egymással nem elegyedő folyadékok rendszerében fellépő határfelületi erők figyelembe vétele, mivel e határfelületi erők kombinációja határozza meg a talajrészecskék nedvesítését, illetve porózus közegben a fellépő kapilláris nyomást.*

*A **viszkozitás**, a környezeti hőmérséklet és a befogadó (talaj) nedvesség tartalma hármás kölcsönhatása ugyan befolyással bír a szennyező anyag beszivárgási folyamataira, azonban az elsődleges kárelhárítás megkezdésénél ennek ismerete elengedhető. Elégséges a szennyező anyag beazonosításából adódóan a viszkozitás értékét-**kinematikait**- megállapítani meglévő adatbázisból és ez alapján következtetni a beszivárgás lehetőségeire, melyben meghatározó a befogadó talaj szerkezete is.*

A 8. számú táblázat adatai érthetővé teszik, hogy ugyanolyan nagyságú hidraulikus esés esetén a benzin gyorsabban, a többi olajszármazék lassabban szivárog a talajba, mint a talajvíz.

A szénhidrogén származékok igen kis koncentrációja érzékszervi úton is kimutatható, a kőolajszármazékokkal szennyezett területek felderítésében válik hasznossá az elsődleges beavatkozó tűzoltó egységek számára. Az **illékony** alapján könnyen azonosítható olyan kőolajszármazék, melynek szaga egyértelműen az adott termékre utal(pl:benzin,kerozin).

A szennyező kőolaj és származékainak **dielektromos állandójának** ismerete nem nyújt plusz segítséget az elsődleges beavatkozásnál, ismerete a hosszantartó szennyeződés kiterjedésének körülhatárolásában és hosszantartó tisztítási folyamatok meghatározásához nyújt segítséget.

Káreseti körülmények között a talajban a vízfázis szénhidrogén koncentrációja messze elmarad (ideális laboratóriumi körülmények között mérhető elméleti egyensúlyi koncentrációval) azaz nem oldódik annyi szennyező anyag a káresemény első szakaszában, mint ami elméletileg oldódhatna. A jelenség oka, hogy a talajokban a kőolaj és származékai nem tudnak egyenletesen keveredni (Nincs folyamat, ami pl: összerázza a fázisokat, csak a diffúz hatás érvényesül. Ez viszont időben elhúzódó, ami az elsődleges kárelhárítás szempontjából előnyös, mivel időbeni beavatkozás esetén a még be nem oldódott szennyező anyagok kármenthetőek.)

Kőolaj származékainak szennyezése esetén az elsődleges beavatkozó tűzoltó egységek számára fontos információ az érintett terület **talajszerkezeti ismerete**, mivel más és más a különböző talaj szerkezetekre kiömlő szennyező szénhidrogén származék elfolyása, beszivárgása.

Ugyancsak elengedhetetlenül fontos a szennyezett terület **talajvízzel kapcsolatos** paramétereinek ismerete, a talajvíz áramlási iránya, a talajvízszint ingadozása, ezek a szénhidrogén szennyezések kiterjedésének migrációjára vannak kihatással.

Az oldott szénhidrogén szennyezés fő akkumulációs helye a talajvíztükör felületén úszó, vele állandóan nagy felületen érintkező olajlencse, ennek feltárása már nem az elsődleges beavatkozó tűzoltó állomány feladata, mivel végrehajtása elhúzódó.

*Meghatározó információ a szennyeződéssel sújtott terület káreseménye előtti csapadék viszonyainak ismerete, mely ismeretekből a talajnedvesség állapotára jellemző következtetések vonhatók le. A nedves talaj szénhidrogén visszatartó képessége kisebb, és ezáltal a szennyező olajtest horizontálisan és vertikálisan is nagyobb utat tud megtenni.*

*Amennyiben számítani lehet, hogy a szennyeződés a talajvízig lejuthat, abban az esetben ismerni szükséges a kapilláris zóna vastagságát, ugyanis a szennyeződés ebbe a rétegbe széthúzódik, és huzamosabb ideig itt tartózkodik.*

*Talajszennyeződés esetén az olajbeszivárgás befejeződése után csak a talajszemcsékhez adszorbeált (viszonylag kis mennyiségű) olajtartalom van jelen, addig a kapilláris sávban a szabad olajmennyiségek feldúsulnak, mozgásukat a kapilláris erő hatása korlátozza.*

*A kőolajszármazékok tulajdonságainak elemzése során arra jutottam, hogy az elsődleges tűzoltói beavatkozás szempontjából elegendő a szennyezőanyag termékcsoportokba való besorolása, a szennyezés típusának meghatározása (pl: benzin félek, gázolaj félek, stb). Ez gyakorlatban, sok esetben érzékszervi (szaglás) útján megtörténhet. A szennyező kőolajszármazék pontos meghatározása a hosszantartó kárelhárításnál válik szükségessé, mivel a kőolaj és származékai azok csoportjai különböző módon viselkednek a környezeti elemekkel találkozáskor (talaj, talajvíz, felszíni vizek).*

*Kőolajszármazékok haváriáinál az elsődleges tűzoltói kárelhárítási beavatkozás szempontjából –a szennyezőanyag és befogadó közeg tekintetében– meghatározó paraméter: 1, a szennyezés típusa*

*2, a szennyezett terület (talaj) típusa*

*3, a talajnedvesség állapota*

*4, a talajvízszint állapota*

## 2. fejezet

### Szénhidrogén-származékokkal szennyezett területek kárelhárítási lehetőségei, technológiái.

Szénhidrogén-származékok szennyeződéseinek elhárítási technológiáinak kiválasztásánál meghatározóak a korábban említett néhány fizikai és kémiai tulajdonságok. (szénatom szám, vízdoldhatóság, tenzió (gőznyomás), viszkozitás, toxicitás, emulzió képesség, biológiai lebonthatóság, termikus stabilitás, adszorpció képesség. A szennyező szénhidrogének sorsát az elméleti okfejtéseken és összefüggéseken túl, a szennyeződések hatásainak szimulálásával, azaz modellezés módszerével tudjuk prognosztizálni. Ezen modellek a gyakorlati jelenségeket a valóságban lejátszódó folyamatokat hivatottak bemutatni. Az általuk nyújtott tapasztalatok segítséget adnak a kárelhárítási technológiák helyes megválasztásához.

A modellek, melyek a talajszennyeződéseket írják le, többfélék lehetnek. A fizikai modellek, melyek homokkal telt tartályok, ill. talajoszlopok, a valóság egy kis részét ragadják ki, és adnak felvilágosítást, magyarázatot a valós probléma kezelésére. A fizikai modellek egyik jelentős hátránya az időigényesség és hatalmas energia ráfordítás, ami a tudományos szempontból már értelmezhető adatbázis összegyűjtéséhez szükséges. [1]

Ezen kívül bonyolult feladat a modellek beállítása során a talajminta-anyagot úgy összeállítani, hogy ne bolygassák meg jelentősen a vizsgálni kívánt talajréteget, annak eredeti állapotát.

Analóg modellek, használatuk során nem a valósághoz hű környezetet állítanak be, és nem tényleges fizikai folyamatokat vizsgálnak, hanem a valóságban lejátszódó folyamatokhoz hasonlítható egyéb fizikai jelenségeket tanulmányoznak. Ezen modellek hátránya az adatgyűjtés viszonylagos lassúsága és a kísérleti és a kísérleti körülmények megváltoztatásával szembeni kismértékű rugalmasság. [1]

A matematikai modellek a vizsgálni kívánt rendszert jellemző paraméterek és változók közötti összefüggések számszerűsítésén alapulnak. Emiatt ezen modellek elvontak, nehezen hozhatók összefüggésbe a valóságos helyzetekkel, ill. problémákkal. A matematikai modellek hathatósan segíthetik a környezetünkre jellemző ok-okozati kapcsolatok függvényszerű leírását. Nagy mennyiségű és gyorsan kezelhető adatok nyerhetők használatuk során. A kísérleti körülmények

módosítása minimális munkát igényel, így egy adott probléma sok feltétel mellett, nagy részletességgel tanulmányozható. [25]

A modellek megalkotásának és fejlesztésének alapvető célja a területeket ért szennyeződések hatásainak ill. vándorlásainak nyomon követése, ill. egyfajta gyors előzetes áttekintési lehetőség a kőolajjal szennyezett területek állapotáról.

### **2.1. A kárelhárítási technológiák elérendő célja, kiválasztásának szempontjai**

- A bekövetkezett szennyeződés tovább terjedésének lehető legrövidebb időn belüli lokalizálása.

- A részleges kármentesítés, pl. olajfázis (olajlencse) kitermelése

- A szennyezett terület szükséges mértékű, vagy teljes ártalmatlanítása. [26]

A technológiai lehetőségek megválasztásánál meghatározók a társadalmi, gazdasági tényezők, melyeket külön-külön, de egymással szoros kölcsönhatásban kell mérlegelni. Meghatározóak az anyagi források, melyek megléte, ütemezése, fajtája (költségvetés, privatizáció, hatósági kötelezés), döntő hatással bír a választott megoldásra.

Nagyon fontos az időtényező is, mely egyaránt összefüggésben van a beavatkozás sürgősségével és a technológia időigényével. A mérlegelés fontos tényezői a különleges helyi adottságok, így az érintett terület jelenlegi és távlati funkciója. [18]

Továbbá nem hagyható figyelmen kívül a kárelhárítási technológia kiválasztásánál, hogy a szennyezett területen található létesítmények, műtárgyak a kárelhárítás ideje alatt is el kell, hogy lássák eredeti funkciójukat (pl. közút, vasút, iparterület, repülőtér), kiszakaszolásukra a szükséges lehető legrövidebb időtartam legyen igénybe véve. Ezen túlmenően megfontolás tárgyává kell tenni a szakhatósági és lakossági (önkormányzati) akceptálhatóság kérdését is (tájékoztatás, felvilágosítás, döntéshozatalba való bevonás, visszacsatolás).

Elsősorban azok a környezetkímélő kárelhárítási megoldások kerülnek előtérbe, melyek a legkevésbé károsítják a természeti értékeket, és a keletkezett melléktermékeket a természeti vagy társadalmi körforgásba ártalommentesen vezetik vissza.

Horizontális árnyékolás: Abban az esetben, ha a gravitáció hatására lassan lefelé tartó olajtest leszivárgó vízzel való érintkezését akarjuk elkerülni, vagy ha az olajtest lehúzódnása, illetőleg mesterséges eltávolítása után ki akarjuk zárni a leszivárgó



csapadékvíz oldható komponenseket mobilizáló hatás mechanizmusát, felszíni takarást alkalmazunk, melynek legegyszerűbb módja vízzáró fólia alkalmazása. Ez a megoldás csak ideiglenes alkalmazási lehetőséget nyújt. Célravezetőbb és biztonságosabb vízzáró talajréteg alkalmazása. Ez a megoldás gazdaságosan akkor alkalmazható, ha a havária közelében agyagnyerő lehetőség van. Az agyag, ill. betonit réteg a feladat végleges megoldásaként is szóba jöhet.

Másik megoldásként a horizontális árnyékolás elérésére betonréteg is alkalmazható (esetleg vízzáró adalékkal kombinálva). Nagy felületképzés esetén fokozott figyelmet kell biztosítani a dilatációk vízmentes fugázására. Ezen kívül a felszíni takarás kivitelezésére alkalmazható még az előbbi megoldások kombinációja is. Végtelen helyzetben, amikor az olajlencse olajat áteresztő réteg felett áll meg, alkalmazandó a szennyeződés alatti árnyékolás, ebben az esetben talptömörítés szükséges, un. gél injektálással.

Vertikális árnyékolás: A szénhidrogén-származék (szennyeződés) oldalirányú mozgását akadályozza az alkalmazása. Ezzel a megoldással lehetőség nyílik a szennyeződés körülhatárolására is. Műszaki megoldását tekintve, ezek mesterséges falak, melyeket a legalacsonyabb talajvízszint alá merülő falként az olajlencse vándorlásának megakadályozására (ez esetben kötényfal) ill. a feküig történő levésével (szádfal, résfal) az oldott anyagok mobilizálódásának megakadályozására használunk. A vertikális leárnyékolás egyik fajtája a hidraulikus gát, amely nem más, mint egy kútsor, amelynek depressziós görbéi összeérnek, így akadályozva meg az olaj és olajos víz migrációját. Ezekben az esetekben szükség van a kitermelt víz elhelyezésére, ill. annak visszatáplálására (nyelőkutak, szivárgó-árkok) alkalmazása.

## **2.2. Felszíni vizek, vízminőség-védelem**

Magyarország felszíni vizeinek 96%-a (évenként 120 milliárd m<sup>3</sup>) az ország határain kívülről érkezik. E mennyiség 99,2 %-a ( 119 milliárd m<sup>3</sup> évente) a három fő vízfolyásban, a Dunában, a Tiszában és a Drávában összpontosul. [29]

Hazánkban igen jelentős a különböző célú ivóvíz, iparivíz, öntözővíz víztározás is. A felszín alatti vizek közül jelentős értéket képviselnek, és fokozott odafigyelést igényelnek a hévizek a termálkarsztos és ásványvíz előfordulások.



1.számú kép – a víztározás formái

(forrás: Tóth D.: Veszélyes szintet elérő vízszennyezés, mint a vízkárelhárítás speciális formája.)

A vízminőség szabályozás célja a társadalmilag szükséges vízigény megkívánt minőségi szintjének biztosítása. A vízzel szemben különböző tevékenységek eltérő minőségi igényeket támasztanak. Cél lehet az ivó, ipari, mezőgazdasági vízigények megfelelő minőségi vízzel történő kielégítése, ugyanakkor nem hagyhatók figyelmen kívül a vízi ökoszisztémák igényei sem. A vízminőség szabályozás célkitűzése az, hogy bizonyos határokon belül valamely társadalmi, gazdasági és ökológiai elvárásoknak megfelelően a vízminőségi paraméterekben is mérhető állandóságot biztosítson.

**A vízminőségi – kárelhárítás a – 132/1997 (VII.24.) kormányrendelet a vízminőségi kárelhárítással összefüggő feladatokról- alapján.**

A vízminőségi kárelhárítás a vizek előre nem látható események vagy ismeretlen ok miatt rendkívüli mértékben bekövetkezett elszennyeződése esetén a keletkező károk megelőzésére elhárítására illetőleg mérséklésére irányuló tevékenység. [29]

Aki a vízminőség veszélyeztetését, vagy romását előidézte (károkozó), valamint az elszennyeződött víz, vagy vízi létesítmény tulajdonosa a veszély megszüntetésében illetőleg a kár elhárításában – nyit az illetékes Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság (KÖVIZIG) szakmai irányítása és az illetékes Környezetvédelmi Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség (KTVF) felügyelet e mellett- köteles közreműködni.

Külföldről áterjedő vízszennyezés esetén, vagy abban az esetben, ha a károkozó ismeretlen, a kárelhárítás ellátása a KÖVIZIG és a KTVF feladata.

Vízminőségi-kárelhárítással kapcsolatos feladatok:

- a) Felkészülés
- b) Rendkívüli szennyezés felderítése és minősítése
- c) A kárelhárítási művelet végrehajtása, valamint a megszüntetését követő intézkedések

A vízminőségi-kárelhárításban való felkészülésben a vizek minőségét veszélyeztető gazdálkodó szervezetek, valamint a vízügyi és környezetvédelmi szervek feladataikat önállóan és meghatározott együttműködéssel hajtják végre. A kárelhárításhoz szükséges anyagokat és eszközöket a kárelhárítási tervek alapján határozzák meg. A rendkívüli szennyezések észlelése (ami nem csak szénhidrogén és származékai lehetnek) céljából a KÖVIZIG figyelő hálózatot, a KTVF mérőfigyelő rendszert működtet. A rendkívüli vízszennyezés minősítését a KTVF végzi a KÖVIZIG és az Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat, területileg illetékes megyei (főorvosi) intézete (ÁNTSZ) bevonásával.

A rendkívüli szennyezés minősítését:

- a) A KTVF a környezeti állapot veszélyeztetettsége
- b) A KÖVIZIG a vízhasználatok veszélyeztetettségeik
- c) Az ÁNTSZ a környezet-egészségügyi veszélyeztetettség szerint végzi

A minősítés alapján a KÖVIZIG alakítja ki a védekezés lehetséges módozatait. A vízminőségi-kárelhárítás feladatait fokozatokban látják el. Ezek a fokozatok a következők:

- a) **I. fokú készülség;** rendkívüli szennyezés felderítése és minősítése

- b) **II. fokú készülség**; a műveleti végrehajtást megelőző intézkedések megtétele
- c) **III. fokú készülség**; a vízminőségi-kárelhárítás műveleti végrehajtása

Az I fokú készülséget a KTVF rendeli el a KÖVIZIG bevonásával (ha a KÖVIZIG és KTVF rendkívüli szennyezésről szerzett tudomást, és helyszíni műszaki szemlét kell tartani). A II. fokú készülséget a KTVF rendeli el a KÖVIZIG bevonásával (ha a helyszíni műszaki szemle alapján a kárelhárítást közvetlenül megelőző intézkedések válhatnak szükségessé). A III. fokú készülséget a KÖVIZIG rendeli el a KTVF bevonásával (ha a helyszíni műszaki szemle vagy a minták elemzésének eredménye alapján azonnali beavatkozásra van szükség) [29]

A készülség fokozatait megszüntethetik, ha az azt kiváltó ok megszűnt és annak közvetlen ismétlődésétől nem kell tartani. A rendkívüli szennyezés kárelhárításának műveleti irányítása a KÖVIZIG feladata. A KTVF végzi a kárelhárításhoz szükséges vízminőségi vizsgálatokat. Az eltávolított hulladék a műveleti kárelhárítást végző feladata.

### ***2.2.1. Felszíni vizekbe került szénhidrogén-szennyeződés elhárításának lehetőségei***

Felszíni vízbe került olajszennyeződés esetén az elsődleges cél az olaj továbbterjedésének, illetve továbbfolyásának megakadályozása. Ez esetben alkalmazhatók az olajzárók. Ezek 20-30 cm mélyen merülnek a vízfelszín alá. Ideiglenes megoldásként nádból, ill. szalmából készült, 10-50 m hosszúságú ún. „szalma ill. nádkolbászok” is számításba vehetők. [27]

Faanyag rendelkezésre állása esetén, méretre szabott merülő deszkalapok vehetők olajzárként igénybe. Az üzembesz olajzárdomok többnyire csövekből, felfújható tömlőkből állnak, de szóba jöhet műanyag, vagy alumíniumból készült merülőfal. Az állóvizekben ezeket az olajzárakat önjáró úszójárművek, vagy hajók vontatják, miközben „terelik” a szénhidrogén-szennyeződést arra a kijelölt helyre, ahonnan az olaj eltávolítható. Ívben hajló olajzárak alkalmazása is eredményre vezető. Egyfajta alkalmazási lehetőség, pl. szélcsendes időben helikopter rotorja által gerjesztett légáramlat hatására történő olajréteg irányított terelése a fent említett olajzár irányába. Más a beavatkozási szabály az áramló vizek (folyóvizek) esetében.

Ez esetben a merülőfalak elhelyezése oly módon kell, hogy történjen, hogy azok a vízszint teljes keresztmetszetében kerüljenek elhelyezésre oly módon, hogy az egyik parttéllel kb. 45 °-os szöveget, zárjon be. Ily módon keletkezett sorokba fog a szennyező szénhidrogén-származék összegyűlni, és e helyről lehet a további eltávolításáról gondoskodni.



2. számú kép – kétkamrás , hosszában merülő fal, N3 típus

(Forrás: Tóth D.: Veszélyes szintet elérő vízszennyezés, mint a vízkárelhárítás speciális formája)

Ez az eljárás 0,2-0,3 m/sec áramlási sebességig alkalmazható, mivel ezen érték felett az olaj az áramlás hatására a merülőlapok alatt átszökik. [27]

A merülőlapok másik hátránya, hogy akadályozza a hajózást. Ez különösen akkor problematikus, ha az olajszennyezés miatt felvonuló tűzoltó hajóknak kell szabad utat biztosítani.



3. számú kép – kétkamrás, osztott merülőfal N5 típus

(Forrás: Tóth D.: Veszélyes szintet elérő vízszennyezés, mint a vízkárelhárítás speciális formája)

Kétkamrás hosszában osztott merülő fal, melynek felső karimáját levegővel (úszórész) alsó karimáját vízzel (gátlórész) töltik. A merülő fal kapcsoló elemekkel és gyűrűkkel van ellátva, melyek lehetővé teszik az elemek egymáshoz csatolását karabinerek és kifeszített huzal segítségével.



4. számú kép – kétkamrás, osztott merülőfal N8 típus

(Forrás: Tóth D.: Veszélyes szintet elérő vízszennyezés, mint a vízkárelhárítás speciális formája)

Egyaránt szerelhető álló és folyóvízen, amennyiben a víz sodrása nem haladja meg a 4 m/s-t. A merülőfal sikerrel alkalmazható szilárd felszínen is. Adott esetben, pl. kitűnően idomul utak felszínéhez. Az úszórészben uralkodó nyomás csökkentésével a merülőfal könnyebben formálható.

A REO MAXX-REO 731 típus összefüggő merülőfalat alkot, tetszőleges hosszban. Kétkamrás, fémhenger, csévélt, 150 m hosszú fólia tömlő alkotja, melyből bevetéskor levágják a kívánt hosszt, és a két végén záróelemekkel lezárják. A felső, nagyobb átmérőjű kamrát levegővel, az alsót vízzel töltik. Szilárd felszínen való olajzár, gát kialakításakor mindkét kamrát vízzel töltik. A záróelemek ismételtlen felhasználhatóak. A fólia tömlő 150 m-es hosszban külön is beszerezhető.

A merev merülőfalat 709 típus, könnyű, habbal töltött tubusok alkotják, ellátva huzaltartó gyűrűkkel és acél nehezékekkel. Elsüllyeszthetetlen, tartós, akár több éven át fennálló gátat is képezhet. A tubus átmérője 15-20 cm. [29]

A merülőlapok adott esetben akadályozzák a hajózást. Ez különösen akkor problematikus, ha az olajszennyezés miatt felvonuló tűzoltó hajóknak kell szabad utat biztosítani. A fenti probléma kiküszöbölésére, ill. a hátrányok csökkentésére alkalmas a sűrített levegős olajzár. Megfelelő mélységbe (a vízi közlekedést nem

akadályozó) perforált csövek kerülnek elhelyezésre, melyeken keresztül nagymennyiségű sűrített levegőt nyomnak be. A fenékről feltörő buborékok a vízfelszínt megemelik, és így módon vízgátat alakítanak ki, melynek oldalán az olajszennyeződés feltorlódik. [27]

A vízszintemelő gát 0,6-0,8 m vízszintemelést tesz lehetővé maximum 6 m (további kiegészítéssel 10 m) széles patakmeder esetén. Előnye a berendezés kisméreteiben, gyors és egyszerű szerelhetőségében rejlik. Szélessége 1,7 m, hossza 6 m. [29]

Olajemulgátorok: Az olaj eltávolításának egy másik lehetséges módja: erős örvénylés biztosításával az olajat finoman diszpergáljuk a vízben, így az nem képes a vízfelületen összeállni. Így módon elérhető az, hogy az olaj a vízben eltűnik a vízfelületről, a párlatokat nem szennyezi többé, elúszik a vízáramlatokkal, és így mind nagyobb és nagyobb víztömegekben oszlok szét. A „Turray Canyon” és több más tartályhajó baleseténél is ezt a módszert használták. Ez a módszer főként tengereknél javasolható, mint belvizeknél. Használatánál figyelembe kell venni azt, hogy az emulzióba vitt olaj a felszíni vízből gyorsabb mikrobiológiai lebomlást biztosít, de ugyanakkor a közeli ivóvízellátást veszélyezteti.

A felületi feszültség megváltoztatásával az olajréteget olyan vastagságúvá lehet tenni, hogy az könnyen eltávolítható lesz, és így nagyobb hányada kerül oldatba. [27]

### ***2.2.2. A víz felszínre került és összegyűjtött szénhidrogén-származékok eltávolítása.***

Az előzőekben leírt lehetőségekkel összegyűjtött (olajzár, merülőfalak) olajszennyeződések speciálisan erre a célra szerkesztett lefölező berendezésekkel, ill. kézi erővel távolítható el. Az ilyen lefölező berendezés egy úszótagokra szerelt, felül nyitott tartály, melynek peremén, a felszínen úszó olaj és – óhatatlanul víz is – átbukik a tartályba. [27]

A tartály bukó éle állítható magasságú. A tartály tartalma szivattyúzható, esetleg a parton elhelyezett olajleválasztóba, ahol az olaj és víz külön választása elvégezhető. Alkalmazható végtelenített szivacszalag, melyek segítségével emelik ki az olajat a vízfelszínről. (Ezután hengerek közötti kisajtolással történik az olaj visszanyerése.

Az egyik legmodernebb és talán leghatásosabb megoldás a fázis elválasztó szivattyú (Scavanger), mely (mm) nagyságrendű olajszenyeződést képes – hullámmentes vízfelszínről – olaj és vízfázisra bontani. Itt az olajelválasztó tartály már feleslegessé válik.

### **2.3. Talajvíz szennyezés kárelhárítási technológiái.**

Hidrogén-peroxidos oxigéndúsítás, in situ biológia: A vízben oldott hidrogén-peroxidot nyelető kutakon keresztül juttatják be a talajvízbe, hogy ezáltal megnövekedjék a talajvíz oxigén tartalma, mely az oldott szerves anyagok aerob körülmények közötti lebomlását segíti elő. A lebomlás részben oxidáció, részben egysejtűek segítségével megy végbe. [26] Ez a megoldás környezetvédelmi szempontból nem elfogadott.

Levegő besajtolás: A talajvízbe nyelető kutakon keresztül levegőt sajtolnak be annak érdekében, hogy növeljék a talajvíz oxigéntartalmát, és ezzel együtt az oldott szerves anyagok lebontásának feltételeit. [26]

In situ fizikai technológiák, az úszó olaj és a vízben oldott olaj kitermelése: A talajvíz felszínén úszó olaj, illetve a talajvízben oldott állapotban lévő olaj kitermelésének leggyakrabban alkalmazott módszere a szivattyúzás. Az úszó fázis kitermelésére leggyakrabban alkalmazott módszer a szivattyúzás. Az úszó fázis kitermelésére általában ún. fázisválasztó (pl. Scavanger típusú) szivattyúk alkalmazhatók. [26]

A vízben oldott szénhidrogének kitermelésére speciális (pl. Grundfos típusú) szivattyúk kerülhetnek alkalmazásra, melyek olajálló kivitelben készülnek. A szennyezett talajvíz tisztítása a felszínen történik. Az előtisztítás történhet emulzióbontással, ill. levegőztetéssel. Ezt követően történik a teljes szennyezés mentesítés, amely lehet kemoszorpciós (aktív székszűrő) és bioszorpciós (bifilter) eljárás. A szénhidrogénnel szennyezett talajvíz tisztítására alkalmazható módszer a sztrippelés (kizárás). Segítségével a talajvízben oldott illékony szénhidrogéneket sztrippelő tornyokban eltávolítják a talajvízből. A technológia során szennyezett levegőt aktív szénszűrőn megtisztítják.



## 2.4. Talajszennyezés kárelhárítási technológiái

### 2.4.1. *In situ (helyszíni) biológiai technológiák*

- Biológiai lebontás (bioremediáció)

A biológiai tisztítási eljárások mikroorganizmusokat használnak, hogy a szennyező szénhidrogén származék molekuláit széttördeljék, ill. egyszerűsítsék, a toxikus hatását csökkentsék, hogy megszüntessék, kedvező esetben egészen vízzé és széndioxiddá oxidálják. A mikroorganizmusok főleg a szerves anyagokra hatnak, de bizonyos körülmények között biokémiai reakciókkal szervesetlen szennyező anyagokat is redukálhatnak, vagy oxidálhatnak. [28]

A bioremediáció elsődleges haszna a veszélyes szennyező kőolaj és származékainak, vegyületeinek lebontása, anélkül, hogy magát a talajt károsítaná. Ez erősen ellentétben van azzal az idejét múlt gyakorlattal, amikor a szennyezett talajt depóniákban, miáltal a szennyezést az egyik helyről a másikra viszik át anélkül, hogy azt megszüntetnék.

- Aerob bioremediáció:

Ez az a technika, amelyben a biológiailag lebontható szennyező anyagot az aerob mikroorganizmusok, medencékben előkészített ágyakban, vagy in situ módon ártalmatlanítják.[28] A módszer hátránya a biológiai lebontást elősegítő körülmények fenntartási igénye, olyan termékek keletkezése a lebontási folyamatok során, amelyek önmagukban is toxikusak, és a nagy felület, amely az eljárás kivitelezéséhez kell. [28]

- Anaerob bioremediáció:

Ebben az eljárásban halogénezett szerves szennyező anyagok lebontását lehet elvégezni. Az eljárás hátránya a kezelés hosszú időigénye, valamint az, hogy a lebontási folyamat teljessé tételéhez pótlólagosan még aerob lebontás is szükséges [30]

- Land-farming:

Az eljárás során a szennyező anyagot mezőgazdaságilag művelt területen helyezik el, és a mikroorganizmusok hatását a mezőgazdaságban alkalmazott technikákkal, például beszántással, vagy tárcsázással segítik elő. A lazítás célja, hogy oxigén jusson a talajba, illetve az illékony szénhidrogének könnyebben elpárologhassanak.

- Komposztálás:

A biológiailag lebontható szerves anyagoknak a komposztálás olyan ártalmatlanító eljárása, amelyet akár épített medencében, akár előkészített földágyban el lehet végezni. Hátránya a mikrobiális tevékenység optimumon való tartásának nehézsége, továbbá az a nagymennyiségű komposzt, ami szükséges kismennyiségű szennyezett talaj kezeléséhez.

- Enzimes eljárás:

Ezt a technikát akár épített medencében, akár előkészített földágyban, akár in situ módon végre lehet hajtani. Ebben az eljárásban bizonyos biológiailag lebontható szerves szennyező anyagokat növényi, vagy bakteriális sejtekből kinyerhető enzimpreparátumok segítségével bontják le.

#### **2.4.2 . In situ fizikai technológiák**

- A talaj levegő kiszivattyúzása

Vákuumkutak segítségével a talaj telítetlen zónájának szabad pórusaiból kiszívják az illékony szénhidrogénekkal szennyezett póruslevegőt. A kiszívott szennyezett póruslevegőt a felszínen megtisztítják (pl. aktív szénszűrők alkalmazásával). [26]

#### **2.4.3. Ex situ termikus kezelés**

- A termikus lebontás technológiái.

Alacsony hőmérsékletű termikus lebontás, melynek során a szennyezett talaj 93-315 °C közötti hőmérsékleten kerül hevítésre, hogy a víz, illetve az illékony szerves szennyezők elpárologjanak, majd ezt követően az elpárolgó gőzt és gázokat tisztítják.

- Magas hőmérsékletű termikus lebontás

Ez esetben a szennyezett talajt 315-538 °C között hevítik és az illékony víz és szerves szennyezők elpárolgása céljából. Ezt követően az elpárolgó gőzt és gázokat tisztítják.

- Égetés

A szennyezett talajt 871-1204 °C hőmérsékleten oxigén bejuttatása mellett égetik. Ennek során a szerves szennyezők vagy elpárolognak, vagy elégnak, a jelenlévő víz szintén elpárolog.

- Pirolízis

Oxigénmentes hevítés, melynek során a szerves szennyező anyagok kémiai lebontása következik be. A szerves anyagok egy része gázneművé, más része szén- és hamuvá válik.

#### **2.4.4. Egyéb módszerek**

- Kitermelés és deponálás szennyezett talaj lerakóba.

Ez az alkalmazott technológia igen széles körben elterjedt, melynek során a határérték feletti szennyezett talajt kitermelik, és külön erre a célra kialakított szennyezett-talaj lerakóban helyezik el. A természeti adottságok alapján is alkalmas szennyezett-talaj lerakót olyan mesterséges és természetes anyagokat tartalmazó szigetelő rétegekkel látják el, hogy a környezet szennyezés gyakorlatilag lehetetlen legyen. A módszer szélesebb körű alkalmazását nagyban gátolja, hogy kevés az olyan terület, amely természeti adottságai alapján is alkalmas szennyezett-talaj lerakó kialakítására.

#### **2.5. Olajterelő vegyszer alkalmazása**

A szennyező szénhidrogén, olaj, kőolajszármazék szétterülését bizonyos vegyszerek meggátolják, a felületi feszültség csökkentésének elve alapján. Ezek a vegyszerek (a kis felületi feszültség eredményeképpen) nagyobb szétterülési erejüknél fogva, a velük körülszórt olajat összetolják, egy kisebb kiterjedésű és nagyobb rétegvastagságú olajfolttá. (Az így keletkező olajfolt a 2.3.1. fejezetben tárgyalt berendezésekkel könnyebben eltávolítható.) A közvetlenül a partmentén vízbe juttatott szórt olajterelő vegyszer az olajfoltot eltolja a parttól. Ez a módszer nem alkalmazható erős áramlás, illetve hullámozás és szél esetén, ill. jeges vízben. Az olajterelő vegyszer csak a friss olajfoltokra hat, és hatása is csak néhány óráig tart.

Az olaj leszedését (eltávolítását) az alkalmazás után azonnal meg kell kezdeni.

Az olajterelő vegszerrel kapcsolatos kívánalmak:

- az alkalmazásra kerülő mennyiségben ne legyen mérgező
- biológiai úton viszonylag rövid idő alatt lebontható legyen
- kevésbé legyen gyúlékony (magas legyen a lobbanáspontja)
- alkalmazási hőmérséklet tartománya széles legyen (0-40 °C)

## 2.6. Süllyesztő anyagok

A folyamat lényege, hogy az olajat megfelelő adszorbens hozzáadásával el lehet nehezíteni, így a szennyező anyag a víznél nehezebbé válván elsüllyed. Alkalmazható süllyesztő szerként: homok, téglapor, cement, hamu, kréta. Ennek az eljárásnak gyakorlati jelentősége akkor van, ha az elsődleges cél a vízfelület tűzveszélytől való megvédése, vagy a közeli értékes part elolajosodásának elkerülése a cél. [27]

Ritkán használatos megoldás, az üledék a vízi élővilágban jelentős kárt okoz, ugyanakkor az elsüllyesztett olaj ismét feljöhet a víz felszínére. (Nemzetközi gyakorlatban, tengereknél és mélytavaknál használatos, de ott csak ritkán.)

## 2.7. Diszpergálószer

Tenzidek (felületaktív anyagok, kapillár aktív anyagok)

A világon kb. 1000 detergens (szerves, szintetikus tisztítószer) ismeretes, a továbbiakban a tenzidek 4 fajtáját sorolom fel, melyek alkalmazásra kerülhetnek.

Anionaktív: szappan (Na sztearát)

alkánszulfát

olefinszulfát

Kationaktív: primeramin

szekunderamin

kvarter ammónium sók

kvarter fosztát sók

Amfoter: betain

szulfobetain

Nem ionos: alkilpolietilén glikol

karbonsav etoxilát

karbonsav alkoloamid

## **2.8. Olajfelszívók (hidrofil anyagok), itatósok**

Az elsődleges tűzoltói beavatkozás egységei számára a leghasználhatóbb anyagok az olajfelszívók (olajszorbensek). A szorbensek alkalmasak szinte valamennyi veszélyes folyadék, savak, lúgok, sóoldatok felítására a kőolaj és származékain túl.

Adszorbensek: Az olajfelszívó adszorbenseket csomagolva, vagy bálázva célszerű tárolni. Az adszorbensek eredetük szerint lehetnek:

a./ természetes eredetűek

- faforgács
- fűrészpor
- szalma
- tőzeg

b./ ásványi eredetűek:

- perlit
- zeolit

c./ szintetikus eredetűek

- poliuretán hab
- sztironit
- saporex, stb.

### Kiválasztásuk szempontjai:

1. A **nagy fajlagos felület** az adszorbens és az olaj érintkezési zónáját (felületét) növeli. Ezt a felületnövekedést sok esetben un. aktiválási eljárásokkal érik el. Pl. az adszorbens felületet porózussá, likacsossá teszik. Az aktív adszorbensek nagy diszperzitásúak általában.

2. **Sűrűség:** Az adszorbens kis sűrűsége azért fontos, mert ez biztosítja az olajos adszorbens víz felszínén maradását. Különösen ez azért érdekes, mert van olyan olaj, melynek fajsúlya megközelíti a víz fajsúlyát. Ez esetben a víz a felszín alatt marad az olajos adszorbens, illetve merülőfal alkalmazása esetén a merülőfal alatt átcúsúzhat.

3. Az **adszorpciós kapacitás** az adszorbensek fajtájától, felületétől, továbbá az olaj viszkozitásától függő tényező. Amennyiben az adszorbensre megfelelő mennyiségű olaj tapadt, akkor tartós vízbe merülés esetén sem kell un. olajvisszanyomástól tartani. Ez az adszorbens hidrofób tulajdonságaitól függ.

4. **Hidrofobitás:** Azok az adszorbensek, melyek nem hidrofókok, víztaszító anyagokkal, viasszal, szilikonnal kezelhetők. Az olajszorbens technológiák számos adszorpciós elven működő, minőségi termék innovációs alapja.

5. **Olajmegkötési hatékonyság:** Az adszorbens kiválasztás egyik legfontosabb szempontja. Az olajjal átitatott adszorbens csak akkor megfelelő, ha az olajat megtartja, amikor a vízfelszínről leemelik, eltávolítják. Amennyiben ugyanolyan könnyen elveszíti az olajat, mint ahogyan megköti, akkor az a későbbi kezelés megsemmisítésénél okoz problémát. Ennek a két tulajdonságnak egyensúlyba kell lenni. Ennek érdekében célszerű több adszorbenset alkalmazni, és az olajos adszorbenset még olajjal való telítődés előtt ki kell szedni. Az olaj szelektív felítató anyagok hidrofób karakterűek, a vizet taszítják és csak az olajat, illetve olajos karakterű folyadékokat szívják fel.

6. **Szórhatóság:** A szórható felítató anyagokat akkor érdemes használni, ha kisebb mennyiségű folyadékot kell nagyobb területről eltávolítani, pl. úttestre kiömlött kőolajszármazék felítatása, vízfelszínen szétterülő olaj összegyűjtése.

7. **Anyagtípus:** Ebből a szempontból különlegesek a textil jellegű felítató anyagok. Ezeket az anyagokat modern felítató anyagoknak is szokás nevezni.

Tulajdonságukat a nagy kapacitás jellemzi, saját súlyuk akár 15-szörösét is képesek magukba szívni. Nagy előnyük, hogy viszonylag kisebb területről nagyobb mennyiségű olajat is képesek gyorsan felvenni és magukban tartani. Az itatás kapacitása jól érvényesül nagyobb mennyiségű felitatandó olaj esetén, mivel 1 liter folyadék felszívásához sokkal kevesebb felitató anyagot kell használni, az így keletkező hulladék kevesebb lesz ezáltal, az ártalmatlanítása is kevesebb ráfordítással megoldható.

A hidrofób karkterű adszorbensek előnyösen használhatók talajon, és mivel az olajat vonzzák, és a vizet taszítják, ideálisak az olaj vízről való felszívására. Nem bomlanak le, vagy süllyednek le akkor sem, ha olajjal át vannak itatva. Használata biztonságos, egyszerű és gyors, különleges berendezésekre nincs szükség. Az ilyen típusú anyagok számos kényelmes formában állnak rendelkezésre, melyek mindegyike a kőolaj és származékainak kiömléseivel a kárelhárításra és a környezet fokozott megóvására szolgál. Lapok formájában történő felhasználás, kisebb kiömlésekhez, felszíni vizeknél, ahol a lefedés alapvető fontosságú (5. sz. kép) Tekercsek alkalmazása gyakran talajon a lapok nagyobb méretű alternatívjaként.(7.sz kép) A tekercs ideális földön és vízen való használatra, és méretre is szabható. Párnák formájában használata olyan helyeken ideális, ahol a hozzáférés korlátozott, mint például medrek, tartályok, vízleeresztő árkok, csapadékgyűjtők. Gátak, hurkák formájában való felhasználás a kőolaj- és származékainak szennyezésének bekerítése és lefőlözése. Ezek az adszorbensek nem bomlanak le hosszabb ideig, és a víz felszínén tarthatók.(9-10.sz kép)



5. számú kép – nyílt patakmeder szénhidrogén-szennyezésének olajfelitató lapok használatával

(Forrás: Tóth D.: Veszélyes szintet elérő vízszennyezés, mint a vízkárelhárítás speciális formája



6. számú kép – kisebb olajkiömlés esetén olajfelitató lapok használata  
(Forrás: Tóth D.: Veszélyes szintet elérő vízszennyezés, mint a vízkárelhárítás speciális formája)



7. számú kép – tekercsek alkalmazása olajfelszívásra, itatásra  
(Forrás: Tóth D.: Veszélyes szintet elérő vízszennyezés, mint a vízkárelhárítás speciális formája)



8. számú kép – párnák ill. zsákok alkalmazása olajfelitásra  
(Forrás: Bárczy Környezetvédelmi Kft: Felitató készletek veszélyes folyadékokhoz)





9. számú kép – mini gátakhoz alkalmas olajfelitatók  
(Forrás: Bárczy Környezetvédelmi Kft: Felitató készletek veszélyes folyadékokhoz)

Ideális kőolaj és származékai által szennyezett terület körülhatárolására, és a szennyező anyag felszívására. Előnyösebb nagyobb hosszban használata, ami csökkenti a potenciális áttörés veszélyét, amely a rövidebb hurkák átfedésénél fordulhat elő. Függőnként, ideális a talajra kiömlött olaj bekerítésére, vízfelszínen lefölközésre, és gyakran a gátakon szoknyaként használatosak. A nagyobb felszíni érintkezés a vízzel megnöveli a hatékonyságot. A kezdeti adszorpció után az első gát lejjebb merül a vízbe, egy szoknyát alkotva, csökkentve az aláhordást. A félig merev konstrukció megkönnyíti a kezelést. Speciálisan tervezett csomagolás csökkenti a gyűródés miatti problémákat, megbízhatóbb teljesítményt biztosítva.



10. számú kép – olajsorbens használata gátak (hurkák)  
(Forrás: Tóth D.: Veszélyes szintet elérő vízszennyezés, mint a vízkárelhárítás speciális formája.)

A 10-11. képen látható, hogy belső vízi utakon, kikötőkben keletkezett olajkiömlések behatárolására miként alkalmazható.



11. számú kép – dupla hurka alkalmazás kettős gát

(Forrás: Tóth D.: Veszélyes szintet elérő vízszennyezés, mint a vízkárelhárítás speciális formája.)

## **2.9. Kárelhárításra alkalmazható, használatos termékek ismertetése**

A veszélyes anyagok, szénhidrogének és azok származékai egyre nagyobb tömegű gyártása, szállítása, tárolása és felhasználása növekvő baleseti és környezeti kockázattal jár, mint azt az előzőekben kifejtettem. A bekövetkezett haváriák mentesítéseinél nagyobb kapacitású és változó felhasználási lehetőségű anyagok előtérbe helyezése szükséges. Mivel haváriák esetén a szennyezett befogadó lehet a talaj, a talajvíz, ill. felszíni víz, szükséges az elsődleges beavatkozás szempontjából az anyagok áttekintése a későbbi lehetőségek keresése céljából.

### **Cs. Schell Herder és a Veszprémi Vegyipari Egyetem „Cs” típusú olajterelő vegyszere**

Az 1980-as évek elején vizsgálták e vegyszer tulajdonságait, mind gázolajra, motorolajra és nyersolajra. A vegyszerek hozzávetőlegesen azonos eredményeket mutattak a kialakult egyensúlyi rétegvastagság eléréséhez szükséges időtartamban. Az összeterelés időtartama: max. 30 perc. Az olajfolt stabilitása: 6-8 óra. Ilyen esetben az összeterelt olaj a szél és vízáramlás hatására a terelés során elért vastagságú foltokban úszik tovább.

Az olajterelő vegyszerek hatékonyak viszkózus olaj esetén. Nem megfelelőek jeges, vagy hideg vízben, és ott sem, ahol a szél és hullámozás, vagy áramlás jelentős. A vegyszer csillapítja a hullámozást.

## **Hardoil**

A termék folyékony halmazállapotú hatóanyag, amely az olajemulzióban, diszperz állapotban lévő mikrométer átmérőjű olajcseppekkel reakcióba lép, az olajat szivacsos szerkezetű cm/dm nagyságrendű anyagcsomókba rendezi. A víztől elválasztott anyagcsomókban a szabad levegőn 120-180 min. alatt szilárd rácsos szerkezet alakul ki.

A „hardoil” termék fajlagos felhasználási mennyiségi adatai különböző szennyezés esetén:

1-1 szabadfelszínű olajszennyezés esetén

1-0,75 olajiszap kvarchomokban

1-0,6 olajiszap egyéb felületen.

Időigények:

- a szivacsos – kocsonyás szerkezet kialakulása 30 min.
- szivacsos – szilárd szerkezet kialakulása 120-180 min.

Néhány fizikai tulajdonsága a hardoilnak:

- nem tapad földre, fűre
- nem ereszti el az olajat (szénhidrogént) a szállítás során
- tömöríthető úgy, hogy az olajat nem engedi el
- többször regenerálható (szétválasztása gőzzel, desztillálással végezhető, majd újra használható)
- égetés során káros mellékhatás nem keletkezik
- nem agresszív, savak, lúgok nem oldják.

## **Kasamas aqua2000**

A termék kidolgozója az osztrák Kasamas Ges.mbh. Heilingenkrenz (Ausztria). Színtelen, szagtalan, jól hígítható folyadék. Nem ionos detergenst tartalmazó olajbontó szer. Használata 1:50, 1:60-as hígításban ajánlott.

## **Kovaföld**

A kovaföld kovaalgák mikroszkópikus kovapáncéljából felhalmozódott szerves eredetű üledék (liolit). A Mátra hegységben Szurdok-Püspöki-Gyöngyöspata közötti medencében található, és még a Tokaji hegységben is előfordul.

## **KZ-1**

Kovaföld, zeolit keveréke, (részletesebb adat nem állt rendelkezésre (olajfelszívó anyag).

## **Mataszorb olajfelítató**

Igen finom szálszerkezetű, többrétegű textil jellegű itatós anyag. 15-20-szoros kapacitáson túl – ultrahangos hegesztéssel összefogott rétegek stabil anyagszerkezetéből adódóan – regenerálható. Belőle a folyadék és az itatós felítató kapacitása préseléssel, vagy centrifugálással visszanyerhető, így ismételten 15-20-szor újra felhasználható.



12. számú kép – mataszorb regenerálható szelektív olajfelítató

(Forrás: Bárczy Környezetvédelmi Kft: Mataszorb regenerálható szelektív olajfelítató kiadvány)

Olaj okozta környezeti károk felszámolásánál igen hatékony eszköz, mivel vizet nem, de az olajat a víz felszínéről is megköti. Használata egyszerű, a felhasználási igényekhez illeszkedően számos formában, lapok, tekercsek, párnák, vékonyabb harisnyák és vastagabb hurkák és különböző olajmentesítő készletek formájában áll rendelkezésre. Alkalmazási terület: homok, fűrészpor, faforgács, rongy kiváltására.

### **Mavicell cellulózgyöngy**

Porózus gomb alakú mikroszivacs. Belsejében üregek vannak, nyitott pórus rendszerűek. Perlittel, bentonittal, vagy esetleg szilikagéllal az adszorbeáló képessége változtatható.

Az anyag biológiailag lebomlik (90-100 nap), szemcse átmérője 2-4 mm.

- Típusai:
1. Normál cellulózgyöngy Mavicell-N
  2. Mikrohomok tartalmú cellulózgyöngy Mavicell-Ho
  3. Bentonittartalmú cellulózgyöngy Mavicell-B
  4. Perlitttartalmú cellulózgyöngy Mavicell-P
  5. Szilikagéltartalmú cellulózgyöngy Mavicell-Szi
  6. Aktív szénport tartalmazó cellulózgyöngy Mavicell-C

### **3M**

A 3M olajszorbens technológiája számos adszorpciós elven működő minőségi termék innovációs alapja. Ezek használhatók földön, és mivel az olajat vonzzák, és a vizet taszítják, ideálisak az olaj vízről való felszívására. Az alábbi méretekben kerülhetnek alkalmazásra.

P-110 lap	28 cm x 33 cm
P-130 tekercs	33 cm x 30 m
P-190 lap	48 cm x 30 m

P-200 mini rúd      0,5 cm x 1,2 m

P-300 párna      23 cm x 38 cm

P-500 granulátum

## Noil

A Noil összetétele

Ásványi összetétel:  $\text{NaAlSiO}_4$  100 % amorf rész  $\text{SiO}_2$

A Noil folyadék felitató szorbens, adszorbcio kapacitása:

- 0,8 – 1,2 kg sűrű olaj/kg adszorbens

- 1,25 – 1,4 kg emulzió/kg adszorbens

A BM Tűzvédelmi Oktató és Kutató Intézet a Noil márkajelű ásványkeveréket megvizsgálta, és meghatározta a folyadék felitató kapacitását, az alábbi összefüggés alapján:

$K = \text{Felvett folyadék tömege} / \text{Noil tömege}$

$K = \text{folyadék felitató kapacitás}$

Felvett folyadék megnevezése	K1	K2	K3
Benzin	0,39	0,34	0,12
Ciklóhexán	0,42	0,37	-
Kenőolaj SAE 20 W-40	0,34	-	0,08
Benzol	0,45	-	0,10
Metanol	0,44	0,40	0,10
Etilacetát	0,57	0,52	0,11
10 % kénsav	0,40	-	-
Víz	0,36	-	-

11.számú.táblázat-Noil olajfelitatos felitatókapacitása három párhuzamos mérés

(Forrás:BM Oktató Kutató Intézet mérési jegyzőkönyv)

### A folyadék felítató (Noil) alkalmazhatósága:

Alkalmos különböző poláros és apoláros szénhidrogének, ásványolaj termékek felítására, ezen túlmenően víz és sav megkötésére. A folyadék felvevő kapacitása 3-5-szörösen meghaladja a homokét. A szorbens által megkötött folyadék tűzveszélyessége nem csökken, kezelése a felitatott folyadékkal szemben támasztott követelmények szerint szükséges. A szorbensből a felitatott folyadékégetéssel eltávolítható, a visszamaradó szorbens némileg csökkent kapacitással, ismételt felításra alkalmas. Nedvessé vált (vízzel telítődött) szorbens száradását követően elítató anyagként ismét alkalmazható.

### **Pago-S anyag**

Az anyag alkalmas olajos tartályok tisztítására, úttestre került olaj eltávolítására, termőtalajból az olaj helyszíni kimosására, illetve kinyerésére.

### **Perlit**

Az 1970-80-as évek leggyakrabban és mondhatnám legkedveltebb olajfelszívó anyaga volt, és napjainkban is málházott anyagok között szerepel a hivatásos önkormányzati tűzoltóságok speciális kelléktárában. A perlit a természetben előforduló üveges eredetű kőzetanyag. Víztartalma miatt hevítve felpattogzik és duzzad, ezt nevezik duzzasztott perlitnek. A duzzasztott perlit alkalmas olajszennyezések felítására (0,1 m<sup>3</sup>-es polietilén szákokban történő tárolás, málházás javasolt).

### **Powersorb**

Fehérszínű felszívóanyag, amely a vizet taszítja. Előnyös tulajdonsága, hogy a szénhidrogénnel (olajjal telítve a vízfelszínén úszik. A POWERSORB saját térfogatának 8-12-szeresét szívja magába. A telítődött felszívó anyagból a folyadék facsarással eltávolítható. Újbóli felhasználására 8-10 alkalommal van mód, miközben felszívó képessége fokozatosan csökken.

### **Ropstop-S**

Szürkés-fekete színű, finomszemcsés anyag, szerves anyag részaránya magas, gyengén földszagú. Vízfelvevő képessége 5-6 l víz. A speciális mikroflóra

hordozóját szerves anyagok, és agyagtartalmú ásványok keveréke képezi, kőolaj jellegű anyagok felvételét elősegítő adalékokkal max: 8,0 mg/kg nagyságrendben. Alkalmas, talajban és különféle hulladéklerakókban az olaj lebontásra. Hátránya, hogy a szubsztrát kezelése előtt segédanyagokat kell alkalmazni, a környezet, terület előkészítésére. Javasolt felhasználási időszak: III-X. hónap között.

### **Üvegyapot**

Kb. 5-20 mm átmérőjű tömör üveggolyók, mely az olajjal árasztott vízfelületre szórva az olajrétegen áthaladva, lesüllyedve a felületére tapadt olajat magával viszi. (Ez az alkalmazás Magyarországon nem használatos.)

### **Zeolitok**

A zeolitok hazánkban, a Tokaj hegységben találhatóak. Kristályos, térrácsos alkáliföldfém-alumíniumszilikátok nagy családjának összefoglaló neve. A világon mintegy 40 természetben előforduló zeolitfajta ismeretes. (A szintetikus zeolitok száma 150 felett van.) Alkalmasak vegyipari és textilipari szennyezés olajmentesítésére. Az anyagszerkezet savas, vagy lúgos közegben sem változik meg.

### **Cansorb, szelektív olajfelitató**

Alapanyaga un. sphagnum tőzeg. (Gyártására alkalmas minőség csak Kanadában, Lettországbán és Litvániában, Ukrajnában, ill. Oroszország északi vidékén lelhető fel. A mentesítő anyag előállításának lényege, hogy a kiszáritott mohatőzeg részecskéket – sokkhatásszerű hőközlés mellett – vékony gyantaréteggel vonják be, így az anyag hidrofóbbá válik, de minden – a gyantaréteget oldani képes vegyi anyagot nagy kapacitással köt le. (Az adszorbción olyan mértékű, hogy pl. a benzín gőztenióját a robbanási koncentráció alatt képes tartani.). A cansorbot a vízben elterülő olajra szórva, az olajat felszívja víz felvétele nélkül. Az olajos anyag ipari porszívóval egyszerűen eltávolítható a víz felszínéről. Az anyag könnyű (lazított szemcsés állapotában 1 kg = 6-10 liter), még olajjal telített állapotában is úszóképes. Alkalmazása szempontjából legértékesebb tulajdonsága amellet, hogy szilárd felületen, vagy vizes közegben egyaránt használható – az, hogy képes adszorbeálni a tömegének 10-11-szeres mennyiségű anyagot.



### **Ecosorb szelektív olajfelitató**

Néhány mikron átmérőjű szálakból készült, textil jellegű felitató anyag. Saját tömegének 15-szörösét képes felszívni és tartja magában. (Elhasználódása után égetéssel semmisíthető meg.)

### **Kurol**

Különösen ajánlott használata az olajszennyezéstől nehezen feltakarítható füves területeken, valamint felszíni vizeken is anélkül, hogy esztétikailag, vagy egyéb módon szennyezné élő környezetét. Ivóvíz esetén is használható. A területre, vagy a vízfelszínre kiszórt Kurol nem természet idegen, a környezetbe illő megjelenésű. Kiszerezése polietilén zsákokban 5 kg (30 l), 9 kg (50 l) 18 kg (100 l) Természetes eredetű, kezelt fenyőfa kéreg. Felitató kapacitása 2,4 l olaj/kg. Biológiailag lebontható, vagy égetéssel megsemmisíthető.

### **Ecosorb univerzális**

Textil jellegű, kiváló vegyszer állóságú, univerzális felitató anyag. Saját tömege 15-szörösét szívja fel és meg is tartja. Jó nedvesedő és folyadékelszívó tulajdonsággal rendelkezik. Agresszív vegyszerek, tömény savak, lúgok sem támadják meg.

### **Sorbx2**

Textil jellegű, kiváló vegyszer állóságú, regenerálható univerzális felitató anyag. Saját tömege 15-20-szorosát képes felszívni és megtartani. Alacsony és magas pH tartományban is kiválóan használható. Mivel anyagszerkezetét még az igen agresszív oxidáló anyagok sem támadják, a műszaki mentő alakulatok egyik ideális beavatkozó anyaga lehet. Hidrofil tulajdonságuk révén antisztatikusak. (Velük a még nem azonosított folyadék is lokalizálható, felitatható.)



13. számú kép – sorbix<sub>2</sub> itató termék

(Forrás: Bárczy Környezetvédelmi Kft: SORBIX” tájékoztató kiadvány)

A SORBIX2 a felhasználási igényekhez illeszkedően számos formába áll rendelkezésre: lapok, tekercsek, párnák, vékonyabb harisnyák és vastagabb hurkák- és különböző méretű mentesítő elsősegélykészletek.

### **Sorbixg2l**

Három rétegű, általános folyadék felitató anyag. Olajos és vizes karakterű folyadékok, különösen forgácsolási emulziók, valamint nem agresszív vegyszerek felitására alkalmas. Nagy viszkozitás – tartományban használható, felitató kapacitása a saját tömegének 15-20-szorosa.

### **Spilkleen Oil Selective granulátum**

A környezet szempontjából semleges, szórható felitató anyag, amely speciális kikészítésű papíripari melléktermék. Speciális kikészítése folytán azzal a különleges tulajdonsággal rendelkezik, hogy hidrofób és oleofil, tehát a vizet nem, de az olajat és az olajos karakterű folyadékokat megköti. Felületi kezelése miatt bármilyen szénhidrogén-származékokkal kémiai kötésre kép, s ez a tulajdonsága szárazon és vizen egyaránt alkalmazhatóvá teszi. Bármilyen kiserelési formájában ideálisan használható, akár szabad vízfelületen úszó olaj körülhatárolására, felitására, mivel víztaszító tulajdonságú és úszik a víz felszínén.



14. számú kép – spilkleen oil selective granulátum  
(Forrás: Bácszy Környezetvédelmi Kft: Olajfelítató kiadvány spilkleen plus.)

Kiválóan alkalmazható. Felítató kapacitása 2,6 l/kg. Az elhasznált felítató anyag biológiailag lebontható, vagy égetéssel semmisíthető meg. 5 kg-os kiserelésben kapható.

### **Spilkleen Plus granulátum**

Vizes és olajos karakterű folyadékok felítására alkalmas szórható felítató anyag. Használata egyszerű. A kifolyt szénhidrogén származék, vagy olajfolt köré a felítató anyag gátszerűen kiszórható, megakadályozván ezzel a szennyező olaj tovaterjedését, ezt követően az olaj folt teljes felülete beszórható. A papíripari melléktermékként keletkező, nem csúszós, nem porzó granulátum, bel- és száraz kültéren egyaránt használható. Felítató kapacitása 0,8 liter olaj, vagy egyéb folyadék /kg / Megsemmisítése történhet égetéssel, de biológiailag is lebontható.

### **Plug 'n Dike (tömítő gyurma)**

Lyuktömítő gyurma nagyon hatékony, nem mérgező, nem éghető tömítő anyag, amellyel ideiglenesen elzárhatók a váratlanul keletkezett sérülések, lyukak, kifolyások, olajos, vegyszeres hordókon, tartályokon, csöveken. Alkalmas csatornaszemek lefedésére is. Bármilyen olajos, poros, rozsdás felületre feltapaszthatók, ideiglenes tömítést biztosítanak. A nagy vízelvonó képességű savak kivételével bármilyen folyadék esetén használhatók. (Bentonit és nagy vízfelvevő képességű polimer keveréke. Száraz granulátum formájában, élettartamuk korlátlan, nedves tapaszként és tapaszlemez formájában minőségüket két évig megtartják.)



15. számú kép - Plug'n Dike (tömítőgyurma)

(Forrás: Bárczy Környezetvédelmi Kft: Tömítőgyurmák kiadvány)

## 2.10. Kőolaj-származékaik által történt szennyeződések tűzoltói beavatkozásának lehetőségei, eszközei

Elemeztem egy feltételezeten bekövetkezett tartálykocsi balesetnél – amely kőolajszármazékot szállít- miként, és mivel avatkoznak be a tűzoltók jelenlegi felszerelésük alapján. Az elemzést a Veszprémi Hivatásos Önkormányzati Tűzoltóságnál végeztem, ahol a szolgálati csoportok szolgálatparancsnokai működtek közre a valós helyzetet szimuláló feladat megoldásában. (a hivatásos önkormányzati tűzoltóságok 24/48 szolgálati időrendbe látják el a napi szolgálatot három szolgálati csoport A, B, C, egymás utáni váltásával, az adott szolgálati csoport parancsnoka a **szolgálat parancsnok**)

Célom a szituációs feladattal az volt, hogy tényszerűen bemutassam a valós technikai lehetőséget, mely alkalmazható szénhidrogén és származékainak kárelhárítási munkálatainál.

A hipotetikus káreset elemzésekor és felhasználva gyakorlati tapasztalataimat ezekre a következtetésekre jutottam: a beérkező jelzés alapján, a beavatkozást az eset súlyossága határozza meg. Ennek mértéke attól függ, hogy milyen és mennyi kőolajszármazék jutott ki a környezetbe, illetve milyenek a környezet sajátosságai.

Legfontosabb információnak a kijutó anyag mennyiségének ismeretét tartom. Kismennyiségű (néhány 100 l) szénhidrogén származék esetén elegendő lehet a hagyományos felitítás. Erre alkalmas lehet akár egy tűzoltó gépjárműre felmálházott

perlit kiszórása, vagy a káreset helyszínére szállított homokkal. Megkérdőjelezem a felitatott olajjal szennyezett perlit, homok további megnyugtatóan rendezett sorsát. (Ez az anyag veszélyes hulladéknak számít.) A Regionális Műszaki Mentőbázis (melyből az országban 9 van, Veszprém, Győr, Zalaegerszeg, Pécs, Szolnok, Debrecen, Miskolc, Szeged, Szolnok) vegyi balesetelhárító cserefelépítményén (továbbiakban vegyi konténer) található 50 kg homok, ezen kívül univerzális lekötőanyag 50 literes edényben.

Sérült tartályok tömítéséhez a vegyi konténerben található fa-, ill. műanyag dugókészlet alkalmazható. Ha nagyobb a sérülés a nyílás mérete, akkor a Vetter léktömítők kerülnek felhasználásra (alkalmazható 50 x 30 cm felület tömítésére, ami elsősorban tartály felületén, palástján keletkezett sérülések ideiglenes elzárására elegendő).

Található a konténerben **lékbandázs**, ami csövek felületi sérüléseinél használhatók (2 db).

Rendelkezésre áll 3 db **csőtömítő párna**, amelyekkel a csövet teljes keresztmetszetében el lehet zárni. A maximális csőátmérő 50 cm, amelynél még hatékonyan alkalmazható.

Amennyiben a tartály sérülése nagyobb, akkor akár jelentős mennyiségű (több 100, vagy 1000 liter) szénhidrogén származék is kijuthat a környezetbe. („Nem mindegy, hogy a városban, vagy lakott területen kívül történik az esemény.”)

Amennyiben a kiömlött szénhidrogénből nagyobb mennyiség lokalizálásra kerül (nem folyik szerteszét, nem szivárog el), azt követően kerülnek alkalmazásra a vegyi konténerbe málházott speciális kármentő szivattyúk, melyek alkalmasak a kőolaj és származékainak szállítására. Kettő darab speciális vegyi anyag szállítására is alkalmas szivattyú van a vegyi konténerbe málházva.

Az egyik a MAST **többcélű szivattyú**. Ezzel is kőolajszármazékok szivattyúzhatók, ill. iszapos a tömlő anyag (Hipalon), ami speciális, ellenálló anyag, és ami egyben meghatározza a szivattyúval szállítható anyagokat. Ez az anyag korlátozottan használható (legalább 50 m<sup>3</sup>-ig) benzinre, benzolra, fűtőolajra, gépolajra.

A káreset helyszínén a konténerben található edényzet használható kármentőként, amibe a kőolajszármazék szivattyúzható:

- biztonsági műanyag hordó 450 l-es
- rozsdamentes tartály készlet 4 db 2530 l/db
- összehajtható tartály műanyagból (5000 l, ill 3000 l-es)
- műanyag tartály 2 db (220 l/db)

Ezeket a felszereléseket alkalmazta volna a kárhelyen a feltételezett káresetnél a tűzoltó szakember.

### ***2.10.1. Regionális Műszaki Mentőbázis vegyi mentő konténer.***

Alkalmazása veszélyes anyag balesetek során.



16. számú kép – vegyi mentő konténer

(Forrás: Tóth D.: Veszélyes szintet elérő vízszennyezés, mint a vízkárelhárítás speciális formája.)

Veszélyes anyag kiáramlásával járó ipari, közúti, vasúti, légi balesetek, katasztrófák felszámolásához szükséges mérő műszerek (ezek kőolajszármazékok azonosítására nem alkalmasak) védő eszközök, védőruhák, átfejtő szivattyúk, tömlők, felfogó tartályok, szikramentes szerszámok, mentesítő eszközök, tömítő anyagok, felitatók.



17. számú kép – Dichtfix tömítő és leürítő készlet.

(Forrás: Tóth D.: Veszélyes szintet elérő vízszennyezés, mint a vízkárelhárítás speciális formája.)

Különböző méretű csomók sérülése esetén biztonságos átfajtást tesz lehetővé a DICHTFIX tömítő és leürítő készlet. A készlettel megoldható bármilyen előírás alapján készített (különböző méretű) vasúti, vagy közúti tartálykocsi sérülés esetén az átfajtás, még akkor, ha a feltöltő csomk megsérült, letört.

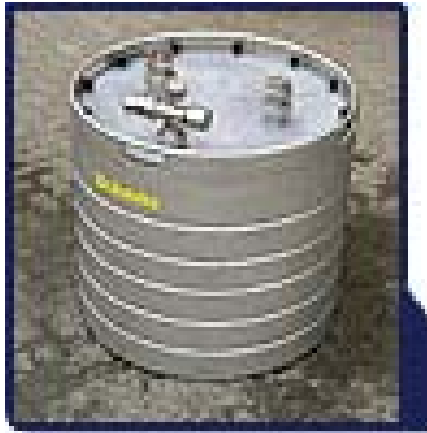
Veszélyes anyag szívó és nyomótömlők. A veszélyes anyag átfajtásához szükség van különböző méretű különleges anyagú szívó és nyomótömlőkre, amelyek ellenállnak a veszélyes anyagok kémiai hatásainak. A tömlők elektromosan vezetőek, földelhetők, így a statikus feltöltődés veszélye kizárt.



18. számú kép – veszélyes anyag szívó és nyomótömlő

(Forrás: Tóth D., Veszélyes szintet elérő vízszennyezés, mint a vízkárelhárítás speciális formája.)

Schmitz vakumtartály segítségével a kiömlött kőolaj származék akkor is elszívható, amennyiben nem áll rendelkezésre speciális szivattyú a helyszínen.



19. számú kép – Schmitz vákuumtartály

(Forrás: Tóth D.: Veszélyes szintet elérő vízszennyezés, mint a vízkárelhárítás speciális formája.)

Olajszkimmer, alkalmazható természetes vizekre kifolyt olaj eltávolítására.



20. számú kép – olajszkimmer

(Forrás: Tóth D.: Veszélyes szintet elérő vízszennyezés, mint a vízkárelhárítás speciális formája.)

Az olajszkimmer segítségével a folyókra, tavakra kifolyt olajat fel lehet szívni az olaj leválasztóba.

Szikrát nem húzó, rozsdamentes acél szívóvezeték az alacsony lobbanásponton, könnyen gyulladó kőolajszármazékok felszívásánál alkalmazhatók.





21. számú kép – szikrát nem húzó acél szívóvezetékek  
(Forrás: Tóth D.: Veszélyes szintet elérő vízszennyezés, mint a  
vízkárelhárítás speciális formája.)

Veszélyes anyag felfogó edényzet háromrészes rozsdamentes acélból készül.



22. számú kép – veszélyes anyag felfogó edényzet  
(Forrás: Tóth D.: Veszélyes szintet elérő vízszennyezés, mint a  
vízkárelhárítás speciális formája.)

Csatlakozó elemek, különböző típusúak, rozsdamentes acélból. Alkalmasak szénhidrogén és származékai szállításához.



23. számú kép – csatlakozó elem  
(Forrás: Tóth D.: Veszélyes szintet elérő vízszennyezés, mint a  
vízkárelhárítás speciális formája.)

Műszaki mentő konténer a Regionális Műszaki Mentő Bázis része. Alkalmazása ipari, közúti, vasúti balesetek, katasztrófák felszámolásánál.



24. számú kép – műszaki mentő konténer

(Forrás: Tóth D.: Veszélyes szintet elérő vízszennyezés, mint a vízkárelhárítás speciális formája.)

Felszerelése technikai eszközök, gépek, védőfelszerelések, áramfejlesztő, fészítő-vágó berendezés, emelő, alátámasztó felszerelések, kisgépek, áramtalanító eszközök, világosító berendezések.

### **2.11. A szénhidrogén származékokkal történt szennyeződések felszámolásának, elsődleges tűzoltói beavatkozást érintő folyamatai**

A korábbiakban kifejtettek alapján belátható, hogy kőolajszármazékok általi szennyeződések során az elsődlegesen beavatkozó tűzoltó egységek feladata:

1. **A még ki nem jutott veszélyes anyag további kijutásának megakadályozása.** Ez a művelet megoldható, pl. tartály sérülés esetén pusztán a tartály oldalára fel helyezett folttal.

2. **A kijutott szennyező anyag továbbterjedésének meg akadályozása, lokalizálás**

Amennyiben a környezet szennyező anyag kijutását, terjedését a tűzoltóság rendelkezésére álló eszközökkel nem lehet megoldani, lehetőség van az általam bemutatott eszközök (gátak, tekercsek, vízkárelhárítás eszközi) igénybevételére.

Jelenleg ezen eszközök igénybevétele a riasztást követően azonnal nem érhető el, mivel nem rendelkezik a tűzoltóság a nevezett technikák nyilvántartásával.

Igénybe vehető továbbá az országban 9 helyen működő Regionális Műszaki Mentő Bázis vegyi és műszaki mentő konténerre. Amennyiben a szénhidrogén szennyeződés és káresemény jelzése nem olyan egység ügyeletére érkezik, ahol RMMB található, az elsődleges tűzoltó erők a helyszínen tapasztaltak után kérik a vegyi- vagy mentő konténer riasztását, ami plusz időt jelent a beavatkozás, kárelhárítás szempontjából.

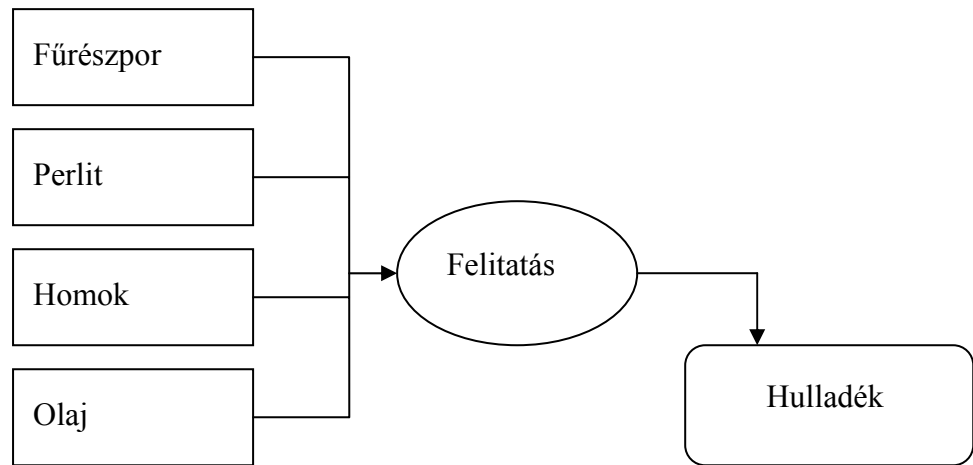
Lehetőség van a kárhelyre érkező első tűzoltó egységnek a szivárgó kőolajszármazék felfogására, különböző méretű edényzetben, ill. fóliákban. Az anyag átfajtása, lefajtása a speciális szivattyúkkal történhet. Ezek a szivattyúk robbanás biztos kivitelben készülnek.

**3. Felszíni felítatás:** A szabadba került szénhidrogének és származékaik felítatására általában jelenleg a tűzoltóság által használatos anyagok a homok, perlit, fűrészpor kis felszívó kapacitásúak. Nagyobb mennyiségű kőolajszármazék felítatására arányaiban nagyobb mennyiséget kell használni, ami nehezíti ezekkel az anyagokkal a hatékony kárelhárítást. Az ilyen anyagokból, a vegyi baleset-elhárító konténerben homok található legnagyobb mennyiségben.

**4. Hulladék elszállítás:** A felítatás során keletkező veszélyes hulladék elszállítása és ártalmatlanítása külön feladat, nem az elsődleges tűzoltó egységek beavatkozási tevékenysége. A feladat végrehajtására azonban a káreset parancsnoka hivatott intézkedni.

#### ***2.11.1. Hulladék képződés kis kapacitású itatók esetén***

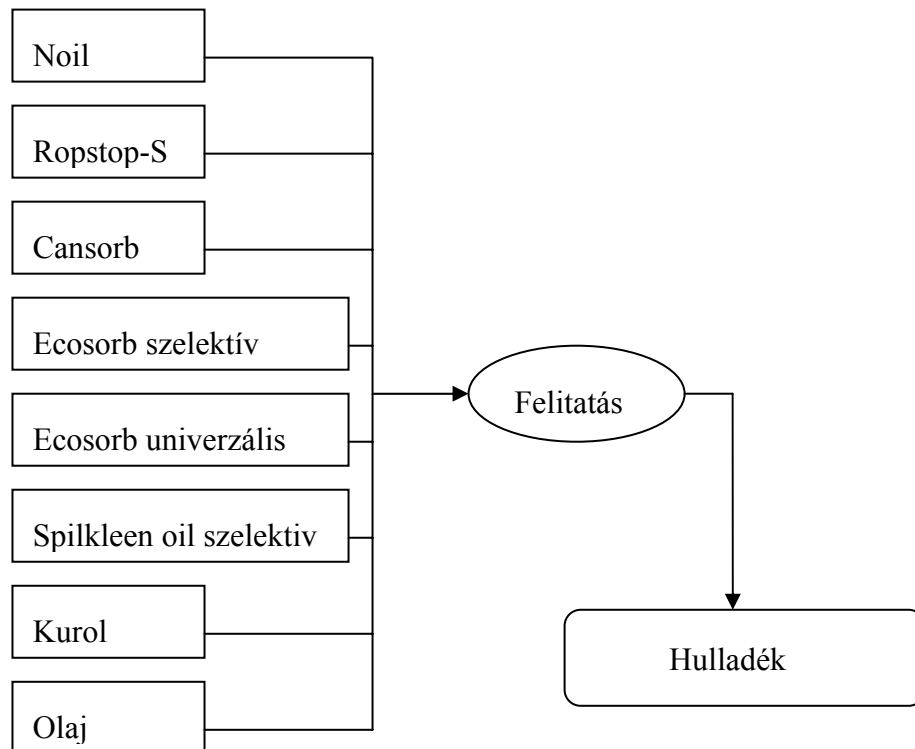
A felitatott olajhoz képest sokszoros tömeg kell belőle, mivel az itatók kapacitása gyenge. A keletkező hulladék jelentős része az ártalmatlan felítató anyag, plusz a szennyező anyag. Ez a rendszer gazdaságtalan és nem hatékony. Kismennyiségű olaj felítatásánál alkalmazható.



13. számú ábra – kis kapacitású egyszerhasználatos olajfelítós felhasználási folyamata  
(Forrás: Saját)

**2.11.2. Hulladék képzés nagy kapacitású itatóssal**

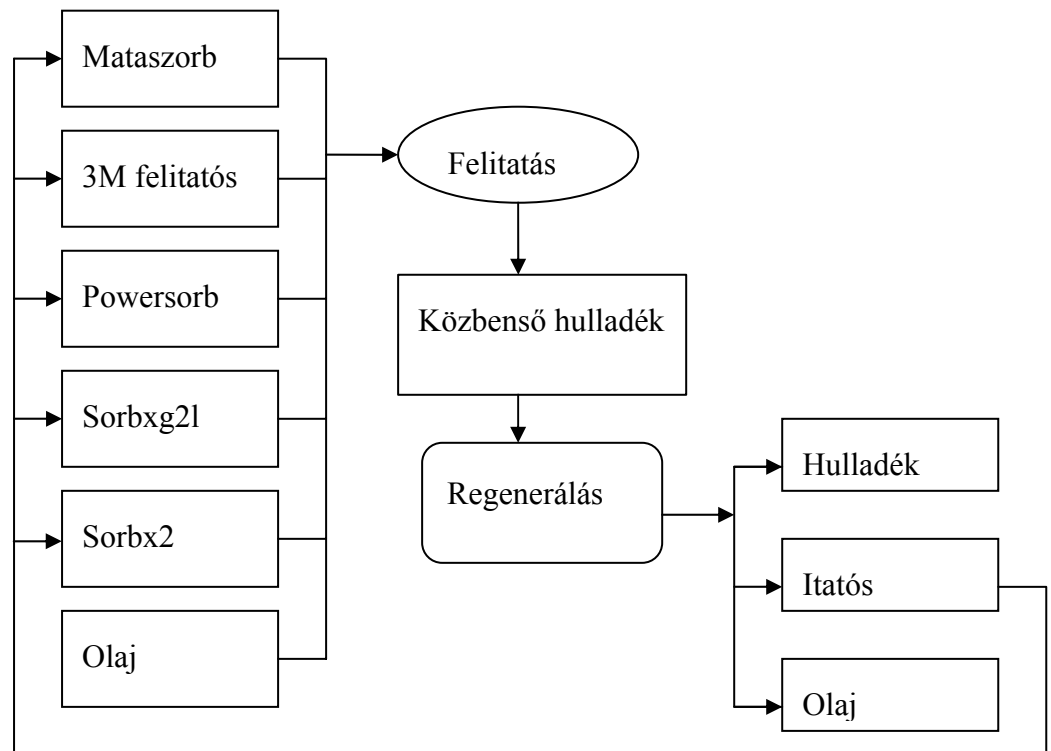
A nagy felítató kapacitással rendelkező anyagokból a felítatandó olajhoz képest kevés kell. A hulladék túlnyomó része a felítatott olaj lesz.



14.számú ábra – nagykapacitású egyszerhasználatos olajfelítós felhasználási folyamata  
(Forrás: Saját)

### 2.11.3. Hulladék képzés nagy kapacitású regenerálható itatóssal

A regenerálható itatós előnye kettős. Egyrészt vissza lehet nyerni magát az itatóst és újból használható, másrészt a felitatott anyag is visszanyerhető.



15. számú ábra – nagykapacitású regenerálható olajfelitátós felhasználási folyamata

(Forrás: Saját)

Az ilyen regenerálható itatósok másik előnye, hogy alkalmazás után a hulladék stabil hosszú ideig a felitatott olajat nem ereszti ki magából. Ez megkönnyíti a szállítási és ártalmatlanítási munkákat. A hivatásos önkormányzati tűzoltóságok, önkéntes tűzoltóságok technikai kellék tárában megtalálhatók olyan itatósok, melyek nem hazai forgalomból kerültek készletbe, hanem testvérvárosi tűzoltógépjárművek adományozásával együtt érkeztek. Ezen itatósok használata sok veszélyt rejt magában. Bevizsgálásuk hiányában a szavatossági idejüket nem lehet figyelembe venni, így bizonytalan egy adott esetben hatásos alkalmazásuk. A használati utasítás megléte nélkül nem tisztázott a kapacitás az alkalmazható eljárás a működési elv és a keletkező hulladék ártalmatlansági foka. Nem ismerhető így

milyen anyagokra alkalmazható felítás szempontjából. Ezen itatók alkalmazása veszélyes és egyben tilos is, mivel nem ismert anyag tulajdonság esetén reakcióba lépés is előfordulhat a szennyező anyaggal, ami negatív irányba viheti a kárelhárítás folyamatát. Az RMMB – okon azok vegyi konténerein központi beszerzés útján történt beszerzéssel bevizsgált itatók kerültek málházásra (csak kis mennyiségben). A hivatásos önkormányzati és önkéntes tűzoltóságok saját beszerzésben is vásárolhatnak speciális olajfelitatókat nem egységes elvek alapján, így a területi kép vegyes. Az előzőekben tárgyalt itatók széles választéka megtalálható különböző mennyiségekben az egységeknél ugyancsak nem egységes elvek alapján.

## Következtetések

*A bekövetkezett kőolajszármazékok szennyeződéseinek kárelhárítási tevékenysége két részre osztható. Egy **azonnali beavatkozást** igénylő rész, melyeknél a váratlanul fellépő nem tervezett konkrét feladatokat kell végrehajtani. Ezek a feladatok kiterjednek a szennyezést kiváltó ok megszüntetésére, és a kár lokalizálására. A feladatok ellátására csak speciálisan képzett egységek és felszerelések, valamint anyagok alkalmasak. A másik rész, ami **folyamatosan végzendő**, esetleg hetekig, hónapokig, évekig tartó mentesítési munka, melyek végrehajtása nem az elsődleges tűzoltó beavatkozó egység feladata. A környezeti károk ilyen esetben hosszan tartó gondatlan kezelés, üzemeltetés következményei. Ezeket a munkálatokat – a közszolgáltatási kapacitások hiányában szakvállalkozásoknak kell végezni. Értekezésemnek nem tárgya ezen feladatok kivitelezésének mélyebb elemzése.*

*Szénhidrogénekkal szennyezett területek kármentesítése során a technológiák megválasztása, a beavatkozás mikéntjének meghatározása során az elsődleges és figyelembe veendő szempontok:*

- *a bekövetkezett szennyeződés továbbterjedés lehetőségének vizsgálata, ezt követő lokalizálás*
- *részleges kárelhárítása, pl: olajfázis (olajlencse) kitermelés,*
- *a szennyezett terület szükséges mértékű, vagy teljes ártalmatlanítása.*

*A technológia kiválasztásánál, a lehetőségek megválasztásánál meghatározók a társadalmi, gazdasági tényezők, melyeket külön-külön, de egymással szoros kölcsönhatásban kell mérlegelni.*

*Felszíni vizeken bekövetkező kőolaj származékokkal történt szennyeződések kárelhárítási folyamatai jól szabályozottak. Ezeken a területeken a tűzoltó erők akkor kerülhetnek a helyszínre első beavatkozóként, ha szállítás közben bekövetkező baleset történik. Leggyakrabban előforduló esetek, amikor a kőolajszármazékot szállító közúti, vasúti, vagy vízi (adott esetben légi jármű) balesetet szenved (borulás, karambol, kisiklás, lezuhanás) és annak következtében illetve a szállítótér (tartály, konténer, elzáró csonkok stb.) sérülése folytán szabadul el az olajszármazék és szennyezi a környezetet. Szállításból adódó problémaként kezelendő a felszíni vizeken, vízfolyásokon átvezető kőolajszármazék vezeték esetleges sérülése is.*

*A vízfelszínre, talajfelszínre került kőolajszármazék kárelhárításánál szóba jöhető és az elsődleges beavatkozó tűzoltó egységek munkáját könnyítő anyagok skálája széles, nincs azonban egy egységes rendszer a felhasználásuk algoritmusára vonatkozólag. A hivatásos önkormányzati tűzoltóságok felszereléseik között, a mai napig főként hagyományos (homok, perlit) mint itató szerepel, az egységesítés viszont jelentkezik a regionális műszaki mentőbázisok vegyi- és műszaki mentő konténereinek málházása tekintetében. Az egységes málházás eredményeként ezeken a technikai eszközökön már megtalálhatók a speciális adszorbensek a kármentő szivattyúk, kármentő edények, melyek az elsődleges kárelhárításnál kellő hatékonysággal használhatók. Mivel az elsődleges tűzoltói beavatkozás egyik markáns feladata a lokalizáció, ezért kiemelten fontos az „időtényező” (a káresemény bekövetkezésétől számított elsődleges beavatkozásig eltelt idő), mely egyaránt összefüggésbe van a beavatkozás további sikerességével. Haváriát követően szükséges a lehető legrövidebb időn belüli elsődleges tűzoltói beavatkozás elvégzése.*

*Szénhidrogén szennyeződések lokalizációját talajfelszínen és víz felszínen a rendelkezésre álló technikákkal és anyagokkal az elsődleges beavatkozó tűzoltó egységek képesek végrehajtani. Talajba szivárgás esetén ezt a feladatot ezek az egységek csak részben képesek ellátni.*

*A kőolajszármazékok szennyeződése esetén használható termékek bemutatásával a felhasználási lehetőséget kívántam érzékeltetni. Az elsődleges beavatkozó tűzoltó egységek amennyiben helyesen megválasztott kárelhárító speciális anyagot*

*alkalmaznak beavatkozásuk során, az meghatározza az (ETKB) eredményességét és hatékonyságot.*

*Az adszorbensek közül az elsődleges tűzoltói beavatkozás szempontjából az olajszelektív adszorbensek alkalmazása előnyösebb, mivel ezek az anyagok hidrofób karakterűek a vizet taszítják és csak az olajat, ill. az olajos karakterű folyadékokat szívják fel. Hatékonyságukat fokozza, hogy az olajat a víz felszínéről is képesek megkötni.*

*A speciális és univerzális felitató anyagok kis mennyiségben való jelenléte azért fontos az elsődleges tűzoltó egységek kellékárában, mivel ezek a felitatók alkalmasak mind olajos, mind vizes karakterű folyadékok felszívására (pl. amikor az olaj keveredik a vízzel). E mellett belső ill. száraz külső térben egyaránt használhatók.*

*Megítélésem szerint, hogy a növekvő szénhidrogén származékok növekvő tömegű felhasználása, (energiatermelés stb.) szállítása, tárolása emelkedő baleseti és környezeti kockázattal jár. A jelentkező kárelhárítási folyamatok során szükség van egy elsődleges tűzoltói beavatkozó egységre, amely rendelkezik megfelelően kiválasztott speciális eszközökkel és olyan felitató anyagokkal melyek kapacitása nagy (hagyományos homok, perlithez képest), kis mennyisége sok szennyező folyadékot képes gyorsan megkötni és adott esetben a veszélyes folyadékok széles választéka esetén is alkalmazhatók.*

*Kiemelten fontos az „időtényező” (a káresemény bekövetkezésétől számított, az elsődleges beavatkozás megkezdéséig eltelt idő), mely egyaránt összefüggésben van a beavatkozás sürgősségével. A beavatkozás szempontjából meghatározandó technológia mérlegelésének fontos tényezői a helyi adottságok és azok figyelembe vétele, (terület lejtés viszonyai, felszíni vízforrások közelsége, stb) a káresemény által érintett terület jelenlegi és távlati funkciója.*

*Elsődleges a szénhidrogének szennyeződése során a kárelhárítási munkálatok megvalósítása érdekében a függőleges és oldalirányú szennyeződés terjedés megakadályozása.*



*A felszíni vizekbe került olajszennyeződések kárelhárítási lehetőségeit elemeztem gyakorlati kivitelezés megközelítésében, figyelembevéve a korábbi fejezetekben kimutatott közeg (olaj) fizikai-kémiai tulajdonságainak összefüggéseit, melyek a kárelhárítás szempontjából lényegesek, azt befolyásolják. Felszíni víz szennyeződés esetén a kárelhárítási elsődleges feladatok a 2.2 fejezetben leírtak szerint kerülnek végrehajtásra. Ilyen esetben az elsődleges tűzoltó erők közreműködők. Kismértékű felszíni víz szennyeződés esetén, mivel a jelzés a tűzoltósághoz érkezik be, az elsődleges kárelhárítási feladatokat a tűzoltó erők hajtják végre, ezért szükséges az ilyen jellegű beavatkozáshoz alkalmas speciális anyagok jelenléte a tűzoltóság kellék tárában.*

*Megfelelően megválasztott kárelhárító szer, anyag az elsődleges beavatkozás eredményességét, hatékonyságát nagymértékben meghatározza. Csak bevizsgált olajfeliratosok alkalmazása engedhető meg.*

*A szénhidrogén-származékok növekvő tömegű gyártása, szállítása, tárolása és felhasználása növekvő baleseti és környezeti kockázattal jár. Ezért az elsődleges tűzoltói kárelhárító beavatkozás egységeinek megfelelő nagykapacitású olajfeliratosok alkalmazása egységes elvek alapján ajánlott.*

*Megítélésem, hogy a jelentkező kárelhárítási folyamatok során olyan minél nagyobb kapacitású felirató anyagokra lesz szükség, amelynek kis mennyisége sok folyadékot képes gyorsan megkötni és a veszélyes folyadékok széles választéka esetén is alkalmazhatók.*

*Az elsődleges tűzoltói kárelhárítási beavatkozás szempontjából az adszorbensek alkalmazása a legeredményesebb speciális tulajdonságuknak köszönhetően. Az ETKB feladataihoz meghatároztam kiválasztásuk szempontjait. Ezek a következők: **fajlagos felület, sűrűség, adszorpciós kapacitás, hidrofobítás olajmegkötési hatékonyság, szórhatóság, anyagtípus***

### **3. fejezet**

## **Szénhidrogénnel szennyezett területek elsődleges kárelhárítása haváriák esetén, tűzoltó erők alkalmazásának figyelembe vételével**

#### **3.1. Jogi szabályozás**

A tűzoltóságok, mint elsődleges beavatkozó szervezetek tevékenysége – a veszélyes anyagok jelenlétében (ide tartozik a szénhidrogén és származékai is) – az **(I/2003. 01 .09.) BM rendelet a tűzoltóság, a tűzoltási és műszaki mentési tevékenységeinek szabályairól (továbbiakban: TMMSz.)** által szabályzott. A TMMSz első rész VII. fejezet és II. rész VII. fejezet szabályozza a beavatkozás szabályai veszélyes vegyi anyagok jelenlétében. E szabály-rendszer elsősorban az életmentés elsődlegességét írja le, majd legfontosabb feladatként a körülhatárolást írja elő. A vegyi anyagok környezetbe jutását, ill. az esemény felszámolását fizikai módszerekre építik. E módszerek közül a letakarást, hígítást, és közömbösítést részesíti előnyben, a por alakú veszélyes anyagoknál felszedést ill. letakarást írja elő, az anyagok szétterjedését, pedig sáncolással, irányított elvezetéssel, a csatornanyílások, elzárásával rendeli megakadályozni. Egy általános eset a fentiekre vonatkozóan: közúti szállítás során felborult tartályos gépjárműből kis hasadékon, repedésen keresztül szivárog a kőolajszármazék, amely az úton szétfolyik és veszélyezteti az út mellett lévő vízelvezető árkot, csatornanyílásokat. A kivonuló tűzoltóság általában homokkal vagy egyéb felitató anyagokkal körülhatárolja a szétfolyó kőolajszármazékot és megpróbálja tömíteni a sérült nyílásokat a tartály felületén. Ezt általában havária tapasszal (tömítőgyurma), faékkal, VETTER párnákkal hajtják végre. Ezek alapvetően fizikai módszerek, amelyekre az azonnali beavatkozások feladatsorai épülnek.

Az 1996. évi XXXI: törvény a Tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságokról megalkotása előtt (1996) a tűzoltóság feladata a tűzoltás volt, az egyéb balesetek során segítséget nyújtott. Az 1990-es évek elején megnövekedett gépjárműforgalom, a privatizációban felaprózódott nagyvállalatok, gazdasági szerkezeti átalakulás, a veszélyes anyagokkal kapcsolatos tevékenység

szabályozatlansága további különböző típusú balesetek megjelenését hozta magával. Az iparban az állami nagyvállalatok védelmére létrehozott tűzoltóságok feloszlottak, vagy átalakultak. A megjelenő nagyszámú és gyakran átalakuló profilú gazdasági társaságok a közlekedésben az ugrásszerűen megnövekedett gépjárműszám, az utak állapotának romlása együttesen a veszélyes anyagokkal kapcsolatos és egyéb műszaki beavatkozások számának drasztikus emelkedését eredményezte. A tűzoltóságok technikailag és taktikailag nem voltak felkészülve a változásokra. A jogszabályi rendezés nem, ill. csak utólag történt meg. A tűzvédelmi törvény megjelenésével a műszaki mentés a tűzoltóságok feladatává vált.

### **3.2. A szénhidrogén haváriák tevékenységi irányai**

Az elsődleges tűzoltói beavatkozások veszélyes anyagok környezetében a TMMSz-ben szabályozottak, azonban konkrétan a szénhidrogén és származékaira vonatkozóan célszerű külön tevékenységi irányokat fogalmazni a téma komplex kezelése céljából. Véleményem szerint a szénhidrogének és azok származékai által történt szennyeződések megszüntetésére és azok csökkentésére irányuló tevékenységi irányokat négy témakörbe célszerű osztani:

1. Megelőzés,
2. Észlelés,
3. Minősítés,
4. Kárelhárítás.

#### **3.2.1. Megelőzés**

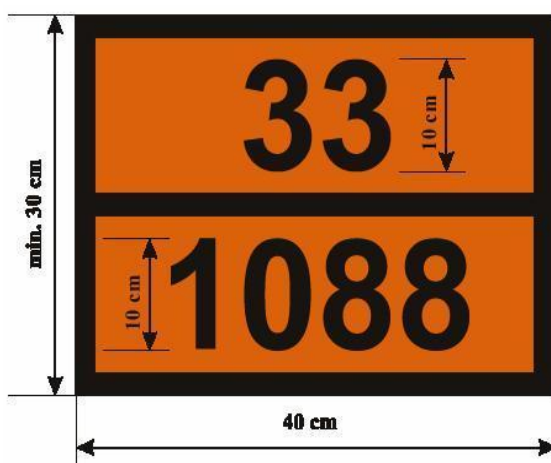
A megelőzés témakörben szükséges foglalkozni azon kérdésekkel, melyek olyan technológiák, kivitelezések, valamint jogi szabályozás gyakorlatban érvényesülő eredményeit célozzák, melyek szénhidrogén haváriák kockázatát csökkentik. Ezen téma kidolgozása, kutatása, a szabályozatlan területek vonatkozásában kárelhárításban elsődlegesen beavatkozó tűzoltó egységek pontos feladat-meghatározása után kell hogy következzen. Disszertációmban a megelőzés kérdésével részleteiben nem foglalkoztam, ez további kutatás tárgyát kell, hogy képezze.

### 3.2.2. Szénhidrogén haváriák észlelése

A szénhidrogén szennyeződések bekövetkezési lehetőségei:

- fix helyen történt tárolás esetén
- fix helyen történő felhasználás esetén
- szállítás során, ami lehet:
  - ◆ vezetékes
  - ◆ közúti
  - ◆ vasúti
  - ◆ vízi
  - ◆ légi

A veszélyes anyagot szállító járművek szállított anyagra vonatkozó jelölése narancssárga táblákkal és bárcákkal történik, (17.-18. számú. ábra.) A tábla felső részén elhelyezkedő száma un. Kemmler szám, a veszélyt jelzi. A veszélyt jelölő szám min. két, maximum 3 karakterből áll. Speciális karakter az „X” melynek jelenléte az anyag vízzel érintkezésének káros következményeire hívja fel a figyelmet. A tábla alsó mezőjében a konkrét anyag UN (ENSZ) (egységes nemzetközi jelölés) száma áll, melynek alapján a veszélyes anyag különféle adatbázisokból (pl.: G. HOMMEL, VAKOND, SIX, stb.) beazonosítható. Rendkívül pontos és remekül használható magyar nyelvű adatbázis található továbbá a [www.fjokk.hu](http://www.fjokk.hu) weboldalon is. A veszélyes árut szállító járművek e táblán kívül un. bárcákkal is rendelkeznek, melyek szintén az adott veszélyre figyelmeztetnek.



#### Első számjegy

#### Második számjegy

2 Gáz kiáramlása nyomás vagy vegyi reakció következtében	0 Nincs jelentősége
3 Gyúlékony folyadékok	1 Robbanás
4 Gyúlékony szilárd anyag	2 Gázszivárgás
5 Gyújtó (oxidáló) hatású anyag vagy szerves peroxid	3 Gyúlékonyság
6 Mérgező anyag	5 Oxidáló hatás
7 Radioaktivitás	6 Mérgező
8 Maró anyag	7 Radioaktív
	8 Maró
	9 Spontán, heves reakció veszélye

16. számú. ábra. – Veszélyt jelző narancssárga tábla a Kemmler szám veszélyt jelölő jelentése.

(Forrás: Tátrai J.: Közúti veszélyes anyag szállítási balesetek felszámolásának elmélete és eszközei.)

## Gázok



(2.1 sz. bárca)  
Gyúlékony gázok  
A jekép (láng): fekete vagy fehér  
(kivéve, ha az 5.2.2.2.1.6 c) pont szerinti);  
a háttér: vörös;  
'2' számjegy az alsó sarokban

(2.2 sz. bárca)  
Nem gyúlékony, nem mérgező gázok  
A jekép (gázpalack): fekete vagy fehér;  
a háttér: zöld;  
'2' számjegy az alsó sarokban



(2.3 sz. bárca)  
Mérgező gázok  
A jekép (halálfej) fekete;  
a háttér: fehér;  
'2' számjegy az alsó sarokban

17. számú. ábra – Veszélyességi bárcák.

(Forrás: Tátrai J.: Közúti veszélyes anyagok szállításának elmélete és eszközei.)

Ha a szállítás során bekövetkező baleset esetén – ha nem csővezetékéről van szó – a szállítótér megsérül, s a veszélyes anyag a szabadba jut, a következmények szerint két eset különböztethető meg:

1. Lakott területen: azonnal észlelik.
2. Lakott területen kívül: esetleg csak huzamosabb idő múlva észlelik, nagyobb terület szennyeződhet, károsodhat, jelentősebb ökológiai károk képződhetnek

A veszélyes anyagot szállító járművön és fuvarokmányain – legyen szó közúti, vasúti, vízi vagy légi szállításról – fel van tüntetve nemcsak maga az anyag neve (kódja, stb.), hanem a kezelésével kapcsolatos biztonsági és egyéb rendszabályok is.

Napjainkban azonban sajnos számolni kell azzal a lehetőséggel, hogy ez nem így van. Különösen veszélyes helyzet alakulhat ki illegális (be nem jelentett) szállításnál ismeretlen mérgező, szennyező anyag szállítmány baleseténél. Ez esetben a mentést és lokalizálást különösen alapos szakfelderítésnek /az anyag azonosításának/ kell megelőznie. Másik veszélyforrás, ha a szállító jármű nem a hatóságnak megfelelő jelzésekkel, fuvarokmányokkal van ellátva.

### 3.2.3. *Fix tárolás havária észlelése, jelzése*

Elsősorban tartályparkok, ill. üzemanyag-töltő állományok tároló kapacitása esetén lehet:

- Lassú szivárgás, kis meghibásodás esetén, melynek észlelése csak erre a célra beépített monitoring rendszerrel lehetséges. Ilyen esetben elsődleges tűzoltói beavatkozásra nem kerül sor.
- Hirtelen, váratlan meghibásodás tároló sérülése, melynek hatására nagymennyiségű szénhidrogén kerülhet a közvetlen környezetbe. Ilyen esetben sor kerül az elsődleges tűzoltói kárelhárításra.

Az észlelés lehetséges módozatai:

1. Automatikus (szintcsökkenés alapján)
  2. Vizuális (folyamatos emberi felügyelet melletti tárolások esetén)
1. Az automatikus észlelés (szénhidrogén tárolószint csökkenés jelzése) tartály meghibásodás, repedés során környezetbe kerülő szennyeződés esetén bír jelentőséggel. Ilyen esetben az automatikus tűzjelzésnek megfelelő jelzés az elsődleges beavatkozó tűzoltó egység ügyeletére érkezik. Előnye, hogy a meghibásodást követően az érzékelő beállítása függvényében a lehető legrövidebb időn belül történhet a kárelhárítás.
  2. Vizuális (érzékszervi észlelés, majd azt követő riasztás) észlelés esetén a meghibásodástól számítva több idő telhet el, míg a felügyeletet ellátó személy észleli a haváriát. Ilyenkor, időben általában tolódik a beavatkozás megkezdése, ami a kár nagyságát növeli.

Szükséges a tűzoltóságok, mint elsődleges beavatkozó egységek működési területén külön adatbázisként kezelni a fix tároló/tartályos szénhidrogén telepeket, illetve egyedi tartályokat, így adott havária esetén a megfelelő alapinformációk, az elsődleges beavatkozás szempontjából meghatározó és fontos alapadatok állnak rendelkezésre. (a létesítmény tűzoltóságtól való távolsága, tárolt szénhidrogén-származék fajtája, mennyisége, elsődleges tűzoltói beavatkozást befolyásoló talajtani paraméterek). Ezek alapján **meghatároztam egy olyan információs adatlapot,-**

melyet az 1.számú mellékletben mutatok be – ami tartalmazza a felsorolt információkat .

### **3.3. Szénhidrogén szennyeződések minősítése**

Az előző fejezetekben leírt szénhidrogén származékokkal kapcsolatos összefüggések alapján megállapítható, hogy a szénhidrogén szennyeződések (környezet szennyezés) minősítése gyakorlatilag egyfajta viszonylag igen egyszerű és könnyen kezelhető kockázatelemzés, amely a különféle szénhidrogén-szennyezési formák és a geohidrológiai környezet egymásra hatásának, illetve veszélyességének értékelésén alapul.

#### ***3.3.1. Szénhidrogén-szennyeződés beszivárgási folyamatainak minősítése***

A tűzoltóság ügyeletére érkező jelzés alapján a szénhidrogén-szennyeződés (káreset) a szennyező forrás geohidrológiai helyzete szerint is minősíthető. A minősítéssel szembeni követelmény, hogy legyen egyszerű és konkrét, mely alapján a helyszínrre riasztandó egységek hatékonyan elvégezhetik az elsődleges beavatkozást.

A tűzoltóságnál a más jellegű beavatkozásokhoz történő vonulást megelőző riasztási fokozat megállapítását a mindenkor szolgálat-parancsnok végzi, így a szénhidrogén-szennyeződéssel kapcsolatos riasztás gyors minősítését is célszerűen ő végzi.

A szennyező szénhidrogén geohidrológiai helyzete szerinti minősítés:

(A.) felszínen (olajkiömlés)

(B.) talajvíz és a felszín közötti olajkiömlés (csővezetékek tartályhibák)

(C.) talajvízszint alatti olajkiömlés, a talajvíztartóban-, tartályhibák, vagy fúrás földmunka közvetítésével)

Ezen minősítési szakaszokban (A, B, C esetén ) a beszivárgási folyamatok ismerete szerinti (I. fejezetemben elemzett kérdések és megállapítások) kerülhet sor a minősítésére

Az I. fejezet 1.3.2. pontjában tett megállapításaim alapján az elsődleges beavatkozás hatékonyságát segítő az alábbi minősítő alosztályok fogalmazhatók meg.

#### **A. Felszínen (olajkiömlés) osztály esetében**

- A1.** kiömlés, nagy áteresztő képességű homogén talajon, (kavics, homoktalajok).
- A2.** kiömlés kisebb áteresztő képességű homogén talajon (homokos agyag talajok).
- A3.** kiömlés különböző áteresztő képességű(nem homogén) talajon.
- A4.** kiömlés olajat át nem eresztő vízzáró talajon (agyag)
- A5.** kiömlés nyílt vízfelszínre.

#### **B. Talajvíz és a felszín közötti (csővezetékek, tartályhibák) esetén**

- B1.** kiömlés nagy áteresztő képességű homogén talajban
- B2.** kiömlés kisebb áteresztő képességű homogén talajban
- B3.** kiömlés különböző áteresztő képességű talajon.

#### **C. Talajvízszint alatt, a talajvíztartóban**

- C1.** kiömlés nagy áteresztő képességű talajban
- C2.** kiömlés kisebb áteresztő képességű talaj
- C3.** kiömlés különböző áteresztő képességű talajon
- C4.** Kiömlés változó talajvízszintű talaj

A fentiek alapján a beérkező jelzés alapján a minősítést végző szolgálatparancsnok rövid idő alatt egyszerűen minősítheti az eseményt és a minősítő számokhoz rendelt további feladatsorok aktualizálása azonnal megtörténhet, mely az



elsődleges beavatkozás rövid időn belüli és vele párhuzamosan, a haváriában illetékes társhatóságok, szervek (vízügy, környezetvédelem) párhuzamos riasztását eredményezheti.

Az „A” minősítés jelzőszámai utalást adnak arra vonatkozólag, hogy a felszínre jutott szennyező-forrást a talajvíz feletti talajréteg milyen mértékben képes lekötni, ill. visszatartani.

A „B” minősítés jelzőszámai a felszín alatt kikerülő szénhidrogén-szennyeződésre vonatkozólag ad elsődleges információt, hogy szennyeződést befogadó réteg milyen mértékben képes azt lekötni, ill. visszatartani.

A „C” minősítés jelzőszámai a talajvízszintet már elérő szennyező anyag terjedésének alakulására ad következtetést. (1. fejezet 1.3.2. pontjában leírtak szerint)

„C” esetben a talajvíz felszínéhez érkezett szénhidrogén szennyeződés a talajvízszint feletti kétfázisú, kapilláris zónában felhalmozódik, a talajvíz felszínén többé-kevésbé telített szénhidrogén tartalmú, ill. olajtest (fázisban lévő szénhidrogéntest) alakulhat ki, amelynek mozgását a talajvíz áramlás, szétterülését pedig elsősorban a diszperziós hatás szabja meg.

A minősítés során nem szabad figyelmen kívül hagyni az oldott állapotban jelenlévő és jelentkező szennyeződések sem, mely nagyságrendjét a haváriával (káreseménnyel) párhuzamosan jelentkező csapadék lehullás befolyásol. Az erre utaló megkülönböztetés a minősítés előtti kis (w) utaljon.

Pl. csapadékhullás (kavicsos homoktalajon) mellett homogén, porózus talajon (nagy áteresztő képesség) történt felszíni olajkiömlés minősítése az előzőekben leírtak szerint: **wA1**.

### ***3.3.2 Szénhidrogén szennyeződés minősítése, a szennyezés megítélése a védendő természeti és művi környezetre való veszélyessége szerint***

A szénhidrogén-szennyeződések során alkalmazott védekezés és az ETKB célját, vagy egyáltalán szükségességét fizikai dimenzióval jellemezhető paramétereken kívül más körülmények is befolyásolhatják.

Ezek egy gyors minősítő rendszer egymást nem kizáró kategóriái a következők lehetnek:

**α.**, A szénhidrogén szennyeződés területe kiemeltnek minősül (városi, települési vízmű védterület, üdülőkörzet, stb)

**β.**, A szénhidrogén várható rendkívüli, másodlagos következményei (pl. robbanásveszély)

**γ.**, A szénhidrogén-szennyeződés által veszélyeztetett geohidrologiai egység – mint víznyerő terület – regionális lokális, volta.

**δ.**, A szénhidrogén-szennyeződés által érintett terület zárt hidrológiai egység volta.

A kategóriák nagyságára 1-3-ig terjedő jelzőszám ad iránymutatást, melynek jelentése:

1. kis mértékű
2. közepes mértékű
3. nagy mértékű

Így például: csapadékhullás mellett kavicsos, homokos homogén porózus talajon (ahol a talaj áteresztő képessége nagy) felszíni olajkiömlés üdülő övezetben (kb. 3000 l szennyezőanyag a gyors minősítése a beérkezett jelzés alapján).

### **wA1. a 2**

Elgondolásom nem vesz figyelembe gazdasági mutatókat, mivel célja a környezetszennyezés veszélyességét, a szennyeződés volumenét gyorsan és egyszerűen minősíteni, ezáltal az elsődleges beavatkozó tűzoltó állomány megkaphatja kárelhárítási tevékenység megkezdéséhez szükséges feltételek megállapítását. A védelem és katasztrófa-elhárítás módszerei ezek alapján kerülhetnek kiválasztásra a 2. fejezetben vizsgált speciális kármentő anyagok kiválasztásával, ill. hosszantartó folyamatok esetén a technológia megválasztásával. A minősítést segítő négy kategória elemeit a következők szerint határozom meg:

**$\alpha$ .** A szennyeződés területének veszélyeztetett elemei (melyek ide tartoznak) jele: „ $\alpha$ ”

Területi kategória:

- Az ivóvízellátásra, továbbá az ásvány- és gyógyvíz hasznosításra szolgáló vízkivételek külső, ill. hidrológiai védőidomai és védterületei.
- Árvíz védelmi töltések védősávja és a hullámtér.
- Fedetlen karsztos területek.
- Természetvédelmi területek tájvédelmi körzetek.
- Közhasználatú ivóvízmű fő és elosztó vezetékek védelmét szolgáló védősávok.
- Víz tározók védterületei, ill. a víz tározók vízvédelme alapján meghatározott területek.
- A parti szűrésű területek távlati ivóvízbázisként kezelt részei.
- Kiemelt vízminőség-védelmi területek.
- Zárt települések különösen nagy értékű területei (múemlékek, műemlékegyüttesek, belváros)
- Források, patakok, folyók, tavak, hidrogeológiai védősávjai.
- Egyéb, nem ivóvíz céljára szolgáló vízkivételek hidrogeológiai védőidomai és védőterületei.
- Parti szűrésű vízszerezésre alkalmas területek.
- Potenciális talajvízbázisok területei.
- Üdülőterületek.
- Ipartelep településen kívül- és belül.

- Mezőgazdasági termelés területei.
- Kertes települések.

**β., A szennyeződés várható rendkívüli következményei, elemei: jele „β”**

- Robbanásveszély (várhatóan zárt térbe kerülés esetén. Pl. csatorna)
- Rendkívül nagy szennyező olajmennyiség.
- Azonnali, vagy kis idő múlva várható zavar.(pl: közlekedésben)
- A szennyeződés az ivóvízellátás belső védőidomán ill. védőterületén.
- A szennyező anyag akkumulálódó, vagy mérgező, vízben jól oldódó, de nehezen lebomló összetevőt jelentős mértékben tartalmazó olajszármazék.

**γ., A szennyezett geohidrológiai egység kiterjedése, mint víznyerő terület. jele: „γ”**

- Regionális geohidrológiai egység
- Lokális geohidrológiai egység

**δ., A terület hidrológiai szempontból. jele: „δ”**

- Zárt felszíni és felszín alatti vízgyűjtő: település és létesítmények nélkül.

### **3.4. Az elsődleges tűzoltói kárelhárítás a minősítés alapján**

A TMMSz-ben szabályozottak alapján, amennyiben szükség van rá, az elsődleges az emberi élet mentése. Ezen túlmenően értem az elsődleges kárelhárítási feladatok elvégzését. A beérkező jelzés alapján elvégzett minősítést célszerű még

egyszerűbb formára hozni, melyre a 12. sz. táblázatban mutatok be. A minősítés eredményeként kapott kódokhoz célszerű beavatkozás módszert javasolt felhasználási anyagot párosítani a gyors reagálás érdekében, mely az ETKB-t, annak eredményességét szolgálja, azt javítja.

	$\alpha$			$\beta$			$\gamma$			$\delta$		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
A1	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
A2	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K21	K22	K23	K24
A3	K25	K26	K27	K28	K29	K30	K31	K32	K33	K34	K35	K36
A4	K37	K38	K39	K40	K41	K42	K43	K44	K45	K46	K47	K48
A5	K49	K50	K51	K52	K53	K54	K55	K56	K57	K58	K59	K60
B1	K61	K62	K63	K64	K65	K66	K67	K68	K69	K70	K71	K72
B2	K73	K74	K75	K76	K77	K78	K79	K80	K81	K82	K83	K84
B3	K85	K86	K87	K88	K89	K90	K91	K92	K93	K94	K95	K96
C1	K97	K98	K99	K100	K101	K102	K103	K104	K105	K106	K107	K108
C2	K109	K110	K111	K112	K113	K114	K115	K116	K117	K118	K119	K120
C3	K121	K122	K123	K124	K125	K126	K127	K128	K129	K130	K131	K132
C4	K133	K134	K135	K136	K137	K138	K139	K140	K141	K142	K144	K144

12.számú táblázat – Szénhidrogén szennyeződések gyors minősítő kódolása.

(Forrás: saját)

Az elsődleges tűzoltói kárelhárítási beavatkozás szempontjából a táblázat K1-K60-ig terjedő kódjai a legfontosabbak, mivel ezen esetekben a kőolajszármazék elsősorban talaj vagy felszíni vízre jutott s a tűzoltó egységek elsődleges szerepvállalása ezen a területen a leggyakoribb. A minősítés K kódja a jelzés alapján kiegészülhet (w) jelzéssel ami a káreset helyszínén a káreseménnyel azonos időben történő csapadékhullásra utal. A (w) utalás fontos, mivel a nedves talajréteg szénhidrogén visszatartó képességes kisebb, s ez ezáltal a szennyező olajtest horizontálisan és vertikálisan is nagyobb utat tud megtenni. Kiegészülhet továbbá (f) jelzéssel, ami a környezeti hőmérséklet 0 °C alatti voltára utal. Ez is fontos

iránymutató mivel a beszivárgás ilyen esetben nagyságrendekkel korlátozott. (Fagyott talaj, fagyott talajon lévő vízfelület fagyások).

**K1 – K3 esetén:** kőolajszármazék szennyeződés homokos, kavicsos, nagy átteresztőképességű talajra került, amely veszélyeztetet lakott települést, vízmű vádterületét, üdülőkörzetet, ill. lehet lakott településen kívül.

Javasolt eljárás, eszközök és anyagok az elsődleges tűzoltói kárelhárítási beavatkozás módja fizikai elven történő kárelhárítás. A lokalizáció amennyiben talajfelszínről van szó és a kiömlő anyag fajtája ismert, adszorbens használata hurkák, gátak, granulátum formájában. Elsődleges javasolt anyag: többször használatos felitatós (mataszorb, powersorb, 3M olajfelitató). Másodlagos javasolt anyagok: egyszerhasználatos felitatós anyagok(Cansorb, Ecosorb, Univerzális). Fűves területen: Kurol. Kármentő edények, átfejtő szivattyú, tömítő gyurmák, ill. dugók. (W jelzés esetén: nem olajszelektív felitatós használata, pl. sorbx2). RMMB vegyi-műszaki mentőkonténer riasztása a helyszíni felderítés eredménye alapján.

**K4 – K6 esetén:** A kőolajszármazék szennyeződés homokos, kavicsos (nagy átteresztőképességű talajon) ahol a szénhidrogén szennyeződésnek a várható rendkívüli másodlagos következményei (pl. robbanásveszély) állnak fenn .

Javasolt eljárás és eszközök, anyag: az ETKB szempontjából megegyezik a **K1-K3** minősítésre vonatkozóval, kiegészül a helyszínen egy bekövetkezett robbanást követő tűzoltás ill. azt megelőző intézkedések megtételével a TMMSz-ben meghatározottak szerint.

**K7 – K9 esetén:** A kőolajszármazék szennyeződés homokos, kavicsos, nagy átteresztő képességű talajon ami veszélyezteti a geohidrológiai egységet mint víznyerő területet.

Javasolt eljárás és eszközök, anyagok: Az ETKB szempontjából megegyezik a K1-K3 minősítésre vonatkozóval, kiegészül, azzal hogy a minősítéssel egyidejűleg

riasztani szükséges az illetékes KÖZIVIG-et (Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóságot) a vízminőségi kárelhárítás tekintetében. Érkezésükig az elsődleges tűzoltói kárelhárítási erők végzik a lokalizációt, és további szennyeződés megakadályozását célzó feladataikat.

**K10 – K12 esetén:** Az **ETKB** szempontjából megegyezik a **K7-K9** minősítésre vonatkozólag annyi kiegészítéssel, hogy felszín alatti kárelhárítás és lokalizáció horizontális és vertikális végrehajtása válhat szükségessé.

**K13 – K15** minősítés megfelel a **K1-K3** minősítésnek.

**K16 – K18** minősítés megfelel a **K4-K6** minősítésnek.

**K19 – K21** minősítés megfelel a **K7 –K9** minősítésnek.

**K22 – K24** minősítés megfelel a **K10-K12** minősítésnek azzal a kiegészítéssel, ezekben a minősítési szegmensekben a kőolajszármazék szennyezés kisebb áteresztő képességű, de homogén, pl. homokos agyag talajon okoz szennyeződés. A felszínről lassabban szívárog a talajba, így a helyszínrre érkező tűzoltó egységek elsődleges beavatkozásuk hatékonyságát a nagy felítató kapacitással tudják fokozni. Előnyös, pl. ecosorb B felítató alkalmazása (tömegének 15-szörösét képes felvenni.). Cansorb (tömegének 10-11-szeresét képes felvenni.) Powersorb (tömegének 8-12-szeresét képes felvenni). Sorbxg21 (tömegének 15-20-szorosát képes felvenni).

A kőolajszármazék szennyeződés nem homogén különböző áteresztőképességű talaj esetén amennyiben a nagyobb áteresztőképességű talaj van a talaj felszínén, úgy a minősítés **K26-K36** megfelel a **K1-K12** minősítéssel, ha kisebb áteresztőképességű talaj van a talaj felszínén, úgy **K25-K36** minősítés megfelel **K13-K24** minősítésekkel, és a javasolt technikai megoldásoknak.

A kőolajszármazék szennyeződés vízzáró olajat át nem eresztő talajon minősítés tartománya **K37-K48**. Ez esetben beszivárgással nem kell számolni, tehát a kiömlő kőolajszármazék teljes mennyiségét fizikai módszerrel képes az elsődleges tűzoltói kárelhárítási beavatkozás visszanyerni. **RMMB** riasztása (Vegy-műszaki mentő

konténer) lokalizáció: gátak, tekercek, hurkák, párnák. Anyagok: kurol, cansorb, ecosorb, univerzális 3M. sorbx2, sorbxg21, matasorb powersorb, tömitőgyurmák, tapaszok, dugók.

Kőolajszármazék kiömlés vízfelszínre **K49-K60** minősítés esetén a vízminőségi kárelhárításban leírtak valósulnak meg. Az **ETKE** közreműködőként vesz részt.

A kőolajszármazék kiömlés talajvíz és felszín közötti (csővezeték, tartályhibák) esetén: K61-K96 minősítés. Mivel ez esetben a káresemény felszín alatt történt, az ETKB első feladata a feltárássra való intézkedés, és ezt követően a lokalizáció ill. kárelhárítás, melynek eszközei és anyagai megegyeznek a **K1-K12** minősítésben leírtakkal.

A kőolajszármazék kiömlés talajvízszint alatt a talajvíztartóban **K97-K144** minősítés esetén: a vízminőségi kárelhárítás feladat meghatározása alapján végzik az **ETKB** egységei a helyszínen az elsődleges feladataikat. Ilyen esetben a szennyezés komoly veszélyt jelenthet vízbázisokra a szennyeződések migrációja okán. Az általam kidolgozott gyorsreagálású minősítő modell kettős célú:

1. Az elsődleges tűzoltói beavatkozás módját segíti kiválasztani, csökkentve a beavatkozásig eltelelt időt.(időtényező)
2. A több szempontot figyelembevevő minősítés további feladatot előkészítő szakmai kiegészítője lehet a haváriánál közreműködő társ szervezet részére, (pl:vizügy, környezetvédelem), melyeknek fontos a szennyeződés geofizikai és geohidrológiai elhelyezkedése, saját beavatkozásuk szempontjából.

Látható, hogy a 12.számú táblázat K1-K144 minősítési kategóriák között sok esetben az elsődleges tűzoltói beavatkozás szempontjából a javasolt anyagok és feladatok között hasonlóság fedezhető fel. Ennek ellenére szükséges a minősítés ilyen tagoltságú bontása a fentiek alapján.(Ne kelljen egy adott esetet más szervezet is újból minősíteni,-veszítve ezáltal a fontos időtényezőből-hanem az első és egyszeri minősítésben megállapítottak kísérik végig a beavatkozást más beavatkozó szervezet számára is fontos megállapításokkal.)



## Következtetések

*A kőolajszármazékok kijutása a környezetbe (talajba, talajvízbe, felszíni vizekbe) káros folyamat, amelyet elsősorban meg kell előzni, de fel kell készülni az esetleges haváriákra, és következményeiket elhárító felszámoló beavatkozásokra is. Az elsődleges beavatkozó szervezetek (kiemelten a tűzoltóság) szerepe a környezetszennyezések elhárításában döntő tényező, hiszen a reagálás és a beavatkozás szakszerűsége és gyorsasága a károkat jelentős mértékben csökkentheti. Az elsődleges beavatkozás, a fenti cél megvalósítását segíti elő. A szénhidrogének és azok származékai által történt szennyeződések megszüntetésére és azok csökkentésére irányuló tevékenységi irányok négy témakörbe oszthatók:*

- 1, Megelőzés,*
- 2, Észlelés,*
- 3, Minősítés,*
- 4, Kárelhárítás.*

*A haváriák felszámolását célzó kárelhárítás és az elsődlegesen beavatkozó tűzoltó egységek közötti kapcsolat tisztázása érdekében definiáltam (de nem ebben a fejezetben!) az elsődleges tűzoltói kárelhárítási beavatkozás ETKB fogalmát. Ennek végrehajtó egységei az elsődleges tűzoltói kárelhárító erők ETKE.*

*A kárelhárítás elsődleges beavatkozájának, a tűzoltóságnak működési területein szükség van egy olyan adatbázisra, melyben a működési területen található fix tároló (tartályos) szénhidrogén telepek kerülnek nyilvántartásba, olyan adatok feltöltésével, melyek egy esetleges havária esetén fontos alapinformációkkal szolgálnak az ETKE számára.*

*Szükség van az elsődleges beavatkozó tűzoltó egységekhez érkező jelzés alapján történő gyors minősítő rendszerre, mely alapján a beavatkozás iránya pontosan és a legrövidebb idő alatt meghatározható.*

*A szénhidrogén származékokkal történt szennyeződés minősítése gyakorlatilag egyfajta viszonylag igen egyszerű és könnyen kezelhető kockázatelemzés, amely a különféle szénhidrogén-szennyezési formák és a geohidrológiai környezet egymásra hatásának ill. veszélyességének értékelésén alapul.*

*A kárelhárítás elsődleges beavatkozójának, a tűzoltóságnak működési területein szükség van egy olyan adatbázisra, melyben a területén található fix tároló (tartályos szénhidrogén telepek kerülnek nyilvántartásba, olyan alapinformációk feltöltésével, melyek egy esetleges havária esetén fontos alapinformációkkal szolgálnak az elsődleges beavatkozók számára.*

## **Összegzett következtetések**

A szénhidrogén és származékainak környezet-szennyező hatása jól ismert és egyre nagyobb problémát jelent. Az olajszennyezés a felszíni vizeket használhatatlanná, a talajt terméketlenné teheti, mélyebb rétegekbe szivároghatva az ott található vízkészleteket is veszélyezteti.

Egy havária észlelését, jelzését követő elsődleges tűzoltói beavatkozás eredményessége jelentős hatással lehet a bekövetkező szennyezés mértékére és így a teljes kárelhárítás költség és eszközigényére. A helyszínrre érkező tűzoltó egységek elsődleges feladata ebből a szempontból a kiömlött szennyező anyag lokalizálása, a további kiömlés megakadályozása, ill. a már környezetbe került szénhidrogén-származék kármentése. Az elsődleges tűzoltói beavatkozás hatékonyságának növelése tehát időszerű és szükséges.

Mivel az elsődleges tűzoltói beavatkozás egyik legfontosabb feladata a gyors lokalizáció, ezért kiemelten fontos az „időtényező” (a káresemény bekövetkezésétől az elsődleges beavatkozásig eltelt idő), mely nagymértékben meghatározza a beavatkozás további sikerességét. Haváriát követően szükséges tehát a lehető legrövidebb időn belüli az elsődleges tűzoltói beavatkozás minél szakszerűbb elvégzése. Ehhez a beavatkozó egységek ma még nem rendelkeznek egy olyan módszerrel, amely lehetővé tenné a szénhidrogén szennyezés minősítését és az

elsődleges beavatkozás módjának megválasztását. Ehhez szükséges ismerni, hogy melyek azok a fontos információk, amelyek a beavatkozás módját befolyásolhatják.

A talajokat érő szénhidrogén-szennyeződések során a szennyeződés kiterjedése időben elhúzódó folyamat, így időtartalékot hagy az elsődleges tűzoltói kárelhárítási beavatkozás eredményes végrehajtására. A kisebb kinematikai viszkozitású folyadék talajokba szivárgása gyorsabb (egy ugyanazon talaj esetén), mint a nagyobb kinematikai viszkozitásúaké. Ez alapján a benzinfélék és az aromás hígítószerke a víznél gyorsabban, a gázolaj, a kerozin és egyéb viszkózusabb olajok a víznél lassabban szivárognak a felszín alatti talajrétegekbe. Ebből következik, hogy az elsődleges tűzoltói beavatkozás szempontjából elegendő a szennyezőanyag termékcsoportokba való besorolása, a szennyezés típusának meghatározása (pl: benzin félek, gázolaj félek, stb.) és nincs szükség a pontos kémiai összetétel ismeretére. Ez a legtöbb esetben érzékszervi (szaglás) útján is megtörténhet és nincs szükség drága, helyszíni műszeres analízisre. A szennyező kőolajszármazék pontos összetételének meghatározása csak a hosszantartó kárelhárításnál válik szükségessé.

A szennyezés talajban lévő kiterjedésének, migrációjának megítéléséhez a szennyező termék ismerete mellett fontos tudni a talaj típusát, annak nedvességét, a talajvíz szintjét, áramlási irányát és ingadozásának mértékét. A talajnedvesség állapotára a haváriát megelőző, vagy azzal egy időben lévő csapadék viszonyokból könnyen következtethetünk.

Összességében kijelenthető tehát, hogy az elsődleges tűzoltói kárelhárítási beavatkozás szempontjából elegendő információ a szennyezés típusa, a szennyezett terület (talaj) típusa, a talajnedvesség és a talajvízszint állapota. Mindezekhez szükségesnek tartom az elsődlegesen beavatkozó tűzoltóságok működési területén lévő fix tárolós tartályok adatbázisának létrehozását, melyből a fenti információk egy része gyorsan lekérdezhető.

A felszíni vizeken bekövetkezett kőolaj származékokkal történt szennyeződések kárelhárítási folyamatai jól szabályozottak. Ezeken a területeken a tűzoltó erők akkor kerülhetnek a helyszínre első beavatkozóként, ha szállítás közben bekövetkező baleset történik. Leggyakrabban előforduló esetek, amikor a kőolajszármazékot szállító közúti, vasúti, vagy vízi (adott esetben légi jármű) balesetet szenved (borulás, karambol, kisiklás, lezuhanás) és annak következtében az olajszármazék szennyezi a környezetet. Szállításból adódó problémaként kezelendő a

felszíni vizeken, vízfolyásokon átvezető kőolajszármazék vezeték esetleges sérülése is.

A vízfelszínre, talajfelszínre került kőolajszármazék kárelhárításánál szóba jöhető és az elsődleges beavatkozó tűzoltó egységek munkáját könnyítő anyagok skálája széles, nincs azonban egy egységes rendszer a felhasználásuk algoritmusára vonatkozólag. A hivatásos önkormányzati tűzoltóságok felszerelései között, a mai napig főként hagyományos itatós anyagok szerepelnek (homok, perlit), az egységesítés viszont jelentkezik a regionális műszaki mentőbázisok vegyi- és műszaki mentő konténeereinek málházása tekintetében. Az egységes málházás eredményeként ezeken a technikai eszközökön már megtalálhatók a speciális adszorbensek, a kármentő szivattyúk és edények, melyek az elsődleges kárelhárításnál kellő hatékonysággal használhatók.

Megfelelően megválasztott és akár kombináltan is használt kármentesítő anyagok az elsődleges beavatkozás eredményességét, hatékonyságát nagymértékben meghatározzák. Az elsődleges tűzoltói kárelhárítási beavatkozás szempontjából leginkább a speciális adszorbensek alkalmazása ajánlott. A kiválasztásukat a fajlagos felület, a sűrűség, az adszorpciós kapacitás, a hidrofóbitás, az olajmegkötési hatékonyság, a szórhatóság és az anyag típusa határozza meg. Lényeges azonban, hogy csak bevizsgált anyagok alkalmazása engedhető meg.

A fenti eredményekre támaszkodva az elsődleges tűzoltói beavatkozók számára alkalmazandó eljárások és eszközök kiválasztása érdekében sikerült kidolgozni egy olyan minősítő módszert, amely alkalmas a szénhidrogén-származékokkal történt szennyezés gyors besorolására és az ehhez szükséges eljárások és eszközök kiválasztására.

## Tudományos eredmények

Értekezésem alapján az alábbi tudományos téziseket fogalmazom meg:

1. Meghatároztam a szénhidrogén származékok haváriáira az elsődleges tűzoltói kárelhárítási beavatkozás (EKTB) fogalmát az alábbiakban: a kőolajszármazékok ill. szénhidrogén szennyezések esetén, a felszínen (felszíni kárelhárítás), vagy a felszín alatt (felszín alatti kárelhárítás), vagy mindkét helyen, együttesen végzett tevékenység, amelynek célja a további szennyezés megakadályozása, a szennyező forrás megszüntetésével, a szennyezés lokalizációjával, teljes vagy részleges felszámolásával.
2. Megállapítottam, hogy az elsődleges tűzoltói kárelhárítási beavatkozás szempontjából elegendő információ a szennyező termék típusa, a szennyezett terület (talaj) fajtája, a talajnedvesség és a talajvízszint állapota.
3. Az elsődleges tűzoltói kárelhárító erők számára javaslatot tettem a kőolajszármazékok által szennyezett területen a szennyezés a lokalizációhoz olyan speciális anyagok használatára, melyek a hagyományos (homok, perlit, fűrészpor) anyagok kiváltásával nagyobb hatékonyság elérését teszik lehetővé. Meghatároztam ezen anyagok kiválasztásának a szempontjait.
4. Javaslatot tettem a fix (tartályos) szénhidrogén tároló telepek adatain alapuló, a tűzoltói felhasználást segítő adatbázis létrehozására, amely egy havária esetén fontos alapinformációval szolgál az elsődlegesen beavatkozó tűzoltók számára.
5. Az elsődleges beavatkozó tűzoltó egységek munkájának eredményességét javítandó, kidolgoztam a szénhidrogén-származékokkal történt haváriák gyors besorolására alkalmas minősítő módszert. Javaslatot tettem az egyes besorolási osztályokhoz alkalmazandó eljárásokra és eszközökre.

## Ajánlások

Javasolom az értekezésemben megfogalmazottakat a hivatásos önkormányzati, létesítményi, köztisztviselői önkéntes tűzoltóságok szakmai oktatási tematikájába speciális ismeretként illeszteni, valamint az önkéntes és létesítményi parancsnoki végzettséget adó tanfolyamok során felhasználni.

Szükségességnek tartom az elsődleges beavatkozó tűzoltói állomány körében az általam kidolgozott minősítési módszer alkalmazását és ennek megfelelően a tűzoltóságoknál rendszeresített és málházott, az olaj-haváriáknál használatos eszközök málházási normáinak átgondolását. Lényegesnek tartom emellett az általam javasolt adatbázis megvalósítását az értekezésemben bemutatott adatlap alapján.

Javasolom az elsődleges beavatkozásban résztvevő társszervek, környezetvédelmi szakemberek a tűzoltó szakmunkásképzés ismeretanyagainak bővítését az értekezésemben megfogalmazottakkal.

Megítélésem szerint az értekezésemben a kutatási munkám alapján tett megállapításaim, következtetésem, és belőlük fakadó új gondolataim segítségére lehetnek a témával gyakorlati életben találkozó szakembereknek.

Bízom benne, hogy értekezésem hozzájárul a BM OKF, ezen belül a hivatásos önkormányzati tűzoltóság szakirányú fejlesztéséhez.

## Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondok elsősorban **Dr. Habil. Vincze Árpád (PhD) egyetemi docens úrnak**, témavezetőmnek, akinek iránymutatásával, szakmai tanácsaival, instrukcióival hozzásegített disszertációm megírásához.

Továbbá mindazon vezetőimnek, különösen **Dr. Zöld János t. ezredes úrnak**, a Veszprém Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság Igazgatójának, kollégáimnak, **Nagyné Debreczeni Katalinnak, Salavecz Jánosné (Zsuzsának)** akik munkájukkal és szellemi támogatásukkal, türelmükkel segítettek ahhoz, hogy idáig eljuthattam.

Utoljára de nem utolsó sorban köszönöm **Családom tagjainak, Szüleimnek** – kifejezetten **Feleségemnek Lauer Jánosnének (Manyinak)** – a nyugodt családi háttér biztosítását kutató munkám alatt.

Továbbá Gyermekeimnek: **Andrásnak, Jánosnak és Barnabásnak**, akik folyamatos érdeklődésükkel mindig biztattak a munka fárasztó szakaszaiban.

Bánd, 2006. április 16.

Lauer János

Adatlap a szénhidrogén tárolók területi nyilvántartásba vételéhez

**ADATLAP (.....) tartálypark**

**1.LÉTESÍTMÉNY MEGNEVEZÉSE:.....**

**Értesítendő személy neve és telefonszáma:**

**2. LÉTESÍTMÉNY TÁVOLSÁGA az illetékes elsődleges vonuló tűzoltó egységtől .....km-ben**

**3. Tárolt szénhidrogén-származék mennyisége .....l**

**4. Tárolt szénhidrogén-származék fajtája, UN száma .....**

**5. Kármentő (védőárok, medence) van  nincs**

**6. A helyszínen található kármentesítő anyagok, felszerelések (melyek adott esetben használhatók a beavatkozásnál)**

**6.1.....**

**6.2.....**

**6.3.....**

**7. Talajfizikai jellemző a tároló tartály 100 m-es környezetében**

**7.1. Talaj jellemzői, talajszerkezet, talajtípus**

**7.2. Talajnedvesség, talajvíz állapotára vonatkozó adatok**

**7.3. Vízáró réteg mélysége**

**7.4. Vízbázis közelsége**

**7.5 Felszíni víz közelsége**

**7.6. Felszín alatti víz mélysége**

**8. Közmű (csatorna nyílások) elhelyezkedése, azok kivezetéseinek adatai**

**9. Egyéb:.....**



## Hivatkozások jegyzéke

- [1] DR. MAKÓ ANDRÁS: KŐOLAJSZÁRMAZÉKOK VÁNDORLÁSÁNAK MODELLEZÉSE TALAJOKBAN. KÖRNYEZETVÉDELMI FÜZETEK 1998/22 szám 3. p.
- [2] ENDRÉDI I.: VOLT SZOVJET KATONAI BÁZISOK KÖRNYEZETI KÁRAINAK FELSZÁMOLÁSA. KATONAI KÖRNYEZETVÉDELMI FÜZETEK, 3. TALAJVÉDELEM. BUDAPEST, 1997. ZMNE KATONAI KÖRNYEZETBIZTONSÁGI KÖZPONT 112. P.
- [3] BRUCKNER GY.: SZERVESKÉMIA I. BUDAPEST, 1990 TANKÖNYVKIADÓ 85-112.p.
- [4] CHEREMISINOFF, P.N.: PROTECTING WATER SUPPLIES (VÍZKÉSZLETEK VÉDELME) = POLLUTION ENGINEERING, 23.K. 2.SZ. 1991.P. 44-50.P.
- [5] MAJOR P.: KÁRELHÁRÍTÁSI KÉZIKÖNYV. 1991. 299. P.
- [6] BRUCE, L. G.: REFINED GASOLINE IN THE SUBSURFACE. (FINOMÍTOTT BENZIN A FELSZÍN ALATTI TALAJRÉTEGEKBE) = THE AMERICAN ASSOCIATION OF PETROLEUM GEOLOGISTS BULETIN, 77. K.2.SZ. 1993. P 212-224
- [7] SCHVILLE, F.: GROUNDWATER POLLUTION IN PORANS MEDIA BY FLUIDS IMMISCIBLE WITH WATER. (VÍZZEL NEM ELEGYEDŐ FOLYADÉKOK OKOZTA TALAJVÍZSZENNYEZÉS A PORÓZUS KÖZEGBE) = THE SCIENCE OF THE TOTAL EMISOMENT, 21.K. 1981.P 173-185
- [8] MERCER, I.W., COHEN, R.M.: A REWIEW OF IMMISCHIBLE FLUIDS IN THE SUBSURFACE: PROPERTIES, MODELS, SHARCTERIZATION AND REMEDIATION. (VÍZZEL NEM ELEGYEDŐ FOLYADÉKOK A FELSZÍN ALATTI TALAJRÉTEGEKBE: TULAJDONSÁGOK, MODELLEK, JELLEMZÉS ÉS REMEDIÁCIÓ) = JOURNAL OF CONTAMINANT HYDROLOGY, 6 K 1990 P 107-163
- [9] DAVIS, E.L., LIEN, B.K.: LABORATORY STUDY ON THE USE OF HOT WATER TO RECOVER LIGHT OILY MASTES FORM SANDS (FORRÓ VÍZZEL VÉGZETT LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATOK A KÖNNYŰ OLAJOS SZENNYEZÉSEK VISSZANYERÉSE HOMOKBÓL) EPA. EPA/600/R-93/021. ADA. OKLAHOMA, 1993. 59 P
- [10] JANCZUK, B.: BIALOPIOTROWITZ, T,: COMPONENTS OF SURFACL FREE ENEREGGY OF SOME CLAY MINERALS (NÉHÁNY AGYAGÁSVÁNY FELÜLETI SZABADENERGIA – KOMPONENSEI) = CLAYS AND CLAX MINERALS. 36 K. 3.SZ. 1988 P 243-248
- [11] DR. MAKÓ ANDRÁS: A TALAJ SZILÁRDFÁZISA ÉS A SZERVES FOLYADÉKOK KÖLCSÖNHATÁSAI. KANDIDÁTUSI ÉRTEKEZÉS. KESZTHELY 1995.
- [12] TESTA, S.M.: WINEGARDNER, D.L.: RESTORATION OF PETROLEUM – CONTAMINATED AQUIFERS. (KŐOLAJSZÁRMAZÉKOKKAL SZENNYEZETT VÍZTARTÓ RÉTEGEK HELYREÁLLÍTÁSA) CHELSEA, MICHIGAN. 1991. LEWIS PUBLISCHERS 269P
- [13] LYMAN, W.I., REIDY, P.I., LEVY, B.: ASSESSING UST CORRECTIVE ACTION TECHNOLOGY. A SCIENTIFIC EVACUATION OF THE MOBILITY AND DEGRADABILITY OF ORGANIC CONTANNINANTS IN SUBFURFACE ENVIONSMENTS. (A TALAJFELSZÍN ALATTI TÁROLÓ TARTÁLYOK JAVÍTÁSÁRA ALKALMAZOTT TECHNOLÓGIA ÁTTEKINTÉSE. A TALAJFELSZÍN ALATTI RÉTEGEKET SZENNYEZŐ SZERVES ANYAGOK MOZGÉKONYSÁGÁNAK ÉS LEBONTHATÓSÁGÁNAK TUDOMÁNYOS ÉRTÉKELÉSE.) US.EPA.EPA/600/2-91/053 CINCINNATI. OHIO, 1991. 353 P

- [14] FERNANDEZ, F., QUIGLEY, R.M.: HIDRAULIC CONDUCTIVITY OF NATURAL CLAYS PERMEATED WITH SIMPLE LIGNID HIDROCORBONS. (TERMÉSZETES ANYAGOK EYSZERŰ FOLYÉKONY SZÉNHIIDROGÉNEKKEL MÉRT HIDRAULIKUS VEZETŐ KÉPESSÉGE)= CANADIAN GEOTECHNICAL JOURNAL, 22 K. 1985. P. 205-214
- [15] BUDHN, M., GIESE, R.F., CAMPBELL, G.JR., BAUMGRASS, L: THE PERMEABLITY OF SOLLS WITH ORGANIC FLUIDS. (TALAJOK SZERVES FOLYADÉKOKKAL SZEMBENI ÁTERESZTŐKÉPESSÉGE)
- [16] YONG, R.N., MOHAMED, A.M., WAREKENTIN, B.P.: PRINCIPLES OF CONTAMMINANT TRANSPORT IN SOILS. (TALAJOKBAN A SZENNYEZŐDÉSEK TRANSZPORTJÁNAK ALAPJAI) AMSTERDAM, 1992. E ELSEVIER, 327 P
- [17] GRUBB, D.G., SITAR N., EVAKUATION OF TECHNOLOGIES FOR IN-SITU CLEANUP OF DNAPL CONTAMINATED SITES. (DNAPL-LEL SZENNYEZETT TERÜLETEK IN-SITU TISZTÍTÁSI TECHNOLÓGIÁINAK ÉRTÉKELÉSE) US EPA. EPA/600/R-94/120. ALDA. OKLAHOMA 1994. 35 P
- [18] BATRÓTFI I., KÖRNYEZETTECHNIKA MEZŐGAZDASÁGI KIADÓ 2000 P 559-584.
- [19] LYMAN, W.J. REIDY, P.I. LEVÍ, B. ASSERING UST CORRELTIVE ACTION TECHNOLÓG. A SCIENTIFIC EVALUATIN OF THE MIBILITY AND DEGRADABILITY OF ORGANIC CONTAMINANTS IN SUBSURFACE ENNIONMENTS. ( A TALAJFELSZÍN ALATTI TÁROLÓTARTÁLYOK JAVÍTÁSÁRA ALKALMAZOTT TECHNOLÓGIÁK ÁTTEKINTÉSE. A TALAJFELSZÍN ALATTI RÉTEGEKET SZENNYEZŐ SZERVES ANYAGOK MOZGÉKONYSÁGÁNAK ÉS LEBONTHATÓSÁGÁNAK TUDOMÁNYOS ÉRTÉKELÉSE.) US.EDA.EPA/600/2-91/053.CINCINATI OHIO, 1991.353
- [20] DR. HALÁSZ L., FÖLDI L: KÖRNYEZETVÉDELEM-KÖRNYEZETBIZTONSÁG (EGYETEMI JEGYZET) 2001. BUDAPEST, ZMNE.P. 144-186.
- [21] ECKOLDT,M.: OLAJJAL SZENNYEZETT FELSZÍNI VIZEK TISZTÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI. DEUTSCHE GEEWÄSSERKUNDLICHE MITTEINUGEN. 1967. II. KÖTET, 5.FÜZET, 105. OLDAL.
- [22] OSTENDOR, D.A.: MAXER, E.E. STB.: LNAPL DISTRIBUTION END HIDROCARBON VAPOR TRANSPORT IN THE CAPILLARY FRINGE. (LNAPL-ELOSZTÁS ÉS SZÉNHIIDROGÉNGŐZ, ÉS SZÉNHIIDROGÉNGŐZ TRANSZPORT A KAPILLÁRIS ZÓNÁBAN.) EPA.EPA/600R-92/247.ADA 1992.
- [23] YONG, R.N.:MOHAMED, A.:O.WARKENTIN, B.P.: PINCIPILES OF CONTANINANT TRANSPORT IN SOILS. (TALAJOKBAN A SZENNYEZŐDÉSEK TRANSZPORTJÁNAK ALAPJAI) AMSTERDAM, 1992. ESEVIER, 327.P.
- [24] CONCAVE: REVISED INLAND OIL SPILE CLEAN – UP MANUAL – (KORRIGÁLT HAZAI OLAJSZENNYEZÉS-TISZTÍTÁSI KÉZIKÖNYV).REP. 1979.3.SZ. THE HAGUE.61.P.
- [25] KEELY, I.F.: MODELLING SUBSURFARE CONTANIUANT TRANSPORT AND FATE (A FELSZÍN ALATTI TALAJRÉTEGEKBE JUTÓ SZENNYEZŐDÉSEK TRANSZPORTJÁNAK ÉS SORSÁNAK MODELLEZÉSE) TRANSPORT UND FATE OF CONTANINMENTS IN TEH SUBSURFACE. US EPA/625/4-89/019. CINCINNATI, OHIO, 1989. P. 101-132.
- [26] DR. HORVÁTH ZSOLT – DR. ENDRÉDY ISTVÁN: TALAJVÉDELEM KATONAI KÖRNYEZETVÉDELMI FÜZETEK. ZMNE KATONAI KÖRNYEZETBIZTONSÁGI KÖZPONT BP. 1997.75-110.P.
- [27] DR. PÁSZTÓ PÉTER: VÍZMINŐSÉG VÉDELEM, VÍZMINŐSÉG SZABÁLYOZÁS. VESZPRÉMI EGYETEMI KIADÓ. VESZPRÉM, 1998. 145-179.P.
- [28] DR. DOBOLYI ELEMÉR: KÖRNYEZETVÉDELMI FÜZETEK. ORSZÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR BUDAPEST, 1996. 3-8.P.

- [29] TÓTH DEZSŐ:VESZÉLYES SZINTET ELÉRŐ VÍZSZENNYEZÉS MINT A VÍZKÁRELHÁRÍTÁS SPECIÁLIS FORMÁJA.1.SZÁMÚ MELLÉKLET:A VÍZMINŐSÉGI KÁRELHÁRÍTÁS ESZKÖZEI.BM KOK 2005
- [30] SIMS,R.C:SOIL REMEDIATION TECHNIQUES AT UNCONTROLLED HAZARDOUS WASTE SITE:A CRITICAL REVIEW.(TALAJREMEDIACIÓS TECHNIKÁK EGY ILLEGÁLIS VESZÉLYES HULLADÉK-LERAKÓ HELYEN.)=JOURNAL OF AIR AND WASTE MANAGEMENT ASSOCIATION ,40.k5.sz 1990.704-732.P

### Irodalom jegyzék

1. Dr. Barótfi István: Környezet technika kézikönyv. Környezet-Technikai Kft, 1990.
2. Prof.Dr.Dr.h.c. Tomcsányi Pál: Általános kutatómódszertan. Szent István Egyetem Gödöllő. Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet Budapest, 2000.
3. Szekeres Gábor: Üzemi vegyészek kézikönyve. Műszaki Könyvkiadó, Budapest ,1962.
4. Nárai Szabó István: Kémia. Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1973.
5. Dr. Thyll Szilárd: Környezetgazdálkodás a mezőgazdaságban. Mezőgazdasági Kiadó Budapest, 1996.
6. Stefanovits Pál: Talajtan. Mezőgazdasági Kiadó Budapest, 1981.
7. Temesi Ida: Környezetvédelmi ABC. Lapkiadó Vállalat Budapest, 1980.
8. Katasztrófavédelmi Szemle 2001. VI. évfolyam 2. szám
9. Dr. Pásztó Péter: Vízminőségvédelem, vízminőség szabályozás. Veszprémi Egyetemi Kiadó Veszprém, 1998.
10. A Tanács 67/548/EGK irányelve (1967. június 27.) a veszélyes anyagok osztályozására, csomagolására és címkézésére vonatkozó törvényi, rendeleti és közigazgatási rendelkezések közelítéséről.
11. A Bizottság 1488/94EK (1994.június 28.) rendelete a régi anyagok embert és környezetet érintő kockázatainak becslésére vonatkozó elveknek a 793/93/EGK tanácsi rendelettel összhangban történő megállapítására.
12. A katasztrófák elleni védekezés irányításáról, szervezetéről és a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről szóló 1999. évi LXXIV. törvény
13. A környezet védelmének általános szabályairól szóló 1995. évi LIII. törvény
14. A kémiai biztonságról szóló 2000. évi XXV. Törvény
15. A munkavédelemről szóló 1993. évi XCIII. Törvény
16. 2000. évi XLIII. Tv. a hulladékgazdálkodásról
17. 1996. évi XXXI. Törvény a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról.

18. 1996. évi XXXVII. tv. a polgári védelemről
19. A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről szóló 2/2001. (I.17.) kormányrendelet.
20. 35/1996. (XII.29.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzat kiadásáról
21. 30/1996. (XII.6.) BM rendelet a tűzvédelmi szabályzat készítéséről
22. 3/2002.(II.22.) KöM rendelet a hulladékok égetésének műszaki követelményeiről
23. 126/2003. (VIII.15.) Korm.rendelet a hulladékgazdálkodási tervek részletes tartalmi követelményeiről
24. 341/2004.(XII.22.) Korm.rendelet az Országos Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Főfelügyelőség, az Országos Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Főigazgatóság és a környezetvédelmi és vízügyi miniszter irányítása alá tartozó területi szervek feladat-és a hatásköréről
25. 55/1997. (X.21.) BM rendelet a polgári védelmi kötelezettségen alapuló polgári védelmi szervezetek létrehozásának, irányításának, anyagi-technikai ellátásának, illetőleg alkalmazásának szabályairól
26. 20/1998. (IV.10.) BM rendelet a polgári védelmi tervezés rendszeréről és követelményeiről
27. Dr. Simon Ákos: Környezetvédelem Politechnikumi tankönyv I-II. Bólyai János Katonai Műszaki Főiskola 1993.
28. Nagy Zs.: A katasztrófát sikerült elhárítani (Tűzvédelem, 1986. XXXVIII. évf. 6. szám0-21. o.; ISSN 0230-1415)
29. Szabóné Nagy Anikó: Anyagismeret és gyártástechnológia. Bólyai János Katonai Műszaki Főiskola 1999.
30. VERIK Kézikönyv, Segítség vegyi anyagok szállítási baleseteinél (A MAVESZ kiadványa, 2005. p 22
31. Szerk.: Kátai U.L.: Ipari Biztonsági Kézikönyv a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezés szabályozásának alkalmazásához (Kiadja: KJK-KERSZÓV Jogi és Üzleti Kiadó Kft., Budapest, 2003.; ISSN 1219-3208, ISBN 963 224 716 7; 405.o)
32. Sipőcz András: A harcászati gyakorlatok környezetvédelmi feladatai. ZMNE Katonai Környezetbiztonsági Központ Budapest, 1997.
33. Hesz J.: Beavatkozás kőolajszármazékok talajban jutása esetén (Florian exPress, 13. évfolyam 5. szám, 2004. június; 387-389.o.; ISSN 1215-492X)
34. Móser Miklós-Pálmai György: A környezetvédelem alapjai. Tankönyvkiadó Budapest, 1992.

35. Dr. Sántha Attila: Környezet-gazdálkodás. Nemzeti Tankönyvkiadó Budapest, 1993.
36. Popelyák P. - Zsigmond G.: Az 1982. évben Magyarországon a tűzveszélyes folyadéktároló tartályokban keletkezett jelentősebb tüzesetek tapasztalatai (Tűzvédelmi, 1983.; 13-32. o.; kiadja: BM Könyvkiadó; ISSN 0230-4589)
37. Kovács István – Zemplén István: Műszaki mentés. Biztonságtechnika Tankönyvkiadó Budapest, 1986.
38. Varga I.: A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni megelőzési és védekezési tevékenység rendszere (doktori értekezés, ZMNE, 2004.)
39. 2/2002. (I.23.) BM rendelet a tűzvédelem és a polgári védelem műszaki követelményeiről
40. Vass Gy.: A klímaváltozás és az ipari balesetek kialakulásának kockázata („AGRO-21” Füzetek - Klímaváltozás-hatások-válaszok, 2004.36.szám.,; ISSN 1218-5329)
41. Dr. Nagy Tibor: A katasztrófa-megelőzés alapjai. Budapest Műszaki Egyetem Mérnöktovábbképző Intézet, 1990.
42. Talajvédelem. Katonai környezetvédelmi füzetek 3. ZMNE Katonai Környezetbiztonsági Központ Budapest, 1997.
43. Mórotzné Cecei K. - Mórotz A.: Klímaváltozás és a kritikus infrastruktúra („AGRO-21” Füzetek - Klímaváltozás-hatások-válaszok, 2004.36.szám.,; ISSN 1218-5329)
44. Dr. Bleszity J. - Zelenák M.: A tűzoltás taktikája (BM Könyvkiadó, 1989.; p 339; ISBN 963 7703 29 2)
45. Katrics B.: Jelentés a Dunai Kőolajipari Vállalat üzemi tartályában keletkezett olajkifolyásról (Tűzoltó Múzeum, Tanulmányok 1966.; p 4)
46. Dr. Boros Tiborné: Szénhidrogénnel és fémekkel szennyezett talajok biológiai tisztításának, valamint elektro-bioremediációjának módszerei. Környezetvédelmi Füzetek, 1998/23.
47. Lauer J.: Szénhidrogén származékokkal szennyezett talajok, talajvizek, iszapok ártalmatlanítása, mentesítése (In: Doktoranduszok a tudomány szolgálatában Szerk: Ambris J., 2001. - ISBN: 1587-7663, ISSN: 963-9208-14-4 ; p 185)
48. Lauer J. - Dr. Halász L. - Dr. Vincze Á.: Szénhidrogének migrációja, talajokban I. (Védelem, 2003. 10. évf. 1. szám; ISSN: 1218-2958; 34-35. o)
49. Meyer, E.: Chemistry of hazardous materials. (Veszélyes anyagok kémiája) – Englewood Cliffs, New Jersey. 1997. Prentice-Hall, Inc.

50. Szalay L.: Éghető folyadékot tároló tartályok tűzvédelmi berendezéseinek fejlesztése (Tűzvédelmi Tájékoztató, 1992. III.évf. 4. szám 22-27.o.; ISSN 0230-1415)
51. Szerk.: Kátai U.L.: Súlyos ipari balesetek elleni védekezés Magyarországon (BM OKF kiadványa, 2004. április; p 32)
52. Dr. Makó András: Kőolajszármazékok vándorlásának modellezése talajokban. Környezetvédelmi Füzetek 1998/22.
53. Dr. Szakál B.: Veszélyes anyagok és kárelhárításuk III. - jegyzet a tűzvédelmi mérnök szakos hallgatók számára (Budapest, 2004., Szent István Egyetem Ybl Miklós Műszaki Főiskolai Kar, Tűzvédelmi és Biztonságtechnikai Intézet; J-2133)
54. D. Hayes: Átmenet a kőolaj utáni korszakba (kiadó: Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1982; p 281; ISBN 963 221 123 5)
55. Sály L. - Kűsz L.: Olajfaló baktériumok (Környezetvédelem, 1998.1. szám, 18. o.; ISSN 1216-8610)
56. Olasz L.: Benzintartályok tisztítása és veszélyei (Védelem, 1996. 3. évf. 2. szám, 42-43.o.; ISSN 1218-2959)
57. OECD Irányelvek a vegyi balesetek megelőzésére, a felkészülésre és az elhárításra – Útmutató az ipar (beleértve a menedzsmentet és a dolgozókat), a hatóságok, a közösségek és más érintettek számára (Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, 2003; Fordította: Koroncay L. okl. vegyészmérnök; ISSN 1417-9172; ISBN 963-212-647-5)
58. Dr. Gondi Ferenc, Halnóczki Szabolcs, Liebe Pál, Szabó Imre, Szarka András: Tényfeltárás és monitoring. A szennyezett területek tényfeltárása és kármentesítés monitoring-rendszerek. Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, 2003.
59. Dócsné Balogh Zsuzsanna, Lehocki Zsuzsanna, Ferencz Viktor, Baranyi Árpád, Várfalvi Andrea, Dr. Szabó Piroska: A költség-haszon, a költséghatékonyság és az érték elemzés alkalmazása a kármentesítés során. Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, 2002.
60. Hesz J.: Az ipari létesítmények baleset-elhárító szervezetei (Védelem, 2004. 11. évfolyam 1. szám., 51-52.o.; ISSN:1218-2958)
61. Cziva O.: A fegyveres erők és a rendvédelmi szervek hazai együttműködésének lehetőségei természeti és ipari katasztrófák felszámolásakor, fejlesztési lehetőségek, a katasztrófavédelmi törvény hatályba lépése előtt (PhD értekezés, 1999, ZMNE, Budapest)
62. Dr. Öllös G.- Dr. Borsos J.: Vízellátás és Csatornázás I. (egyetemi jegyzet, kiadja: Tankönyvkiadó, Budapest, 1990.; p 606)

63. Bartus Tibor, Dr. Gálos Miklós, Gerencsér Tivadar, Gilyén Elemér, Simon Márton Péter, Dr. Szabó Imre, Tóth István: Kármentesítési beruházások műszaki ellenőrzése. Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, 2003.
64. Dr. Bukovics I. - Hesz J.: Katasztrófa-megelőzés: a kőolaj-finomító és a víz egymás mellett, biztonságban (Belügyi Szemle, 2004. 7-8. szám, 52. évfolyam 45-58. o.; ISSN 1218-8956)
65. Dr. Popelyák P. - Kátai U. L. - Sándor A.: A környezet veszélyeztetettségének meghatározása a súlyos ipari balesetek elleni védekezésben (Védelem, 2004. 1. szám 37-38. o.; ISSN 1218-2958)
66. Dr. Dobolyi Elemér: Biológiai talajtisztítási eljárások (bioremediáció) technikai méretekben. Környezetvédelmi Füzetek, 1996/14.
67. Liebe Pál: Felszín alatti vizek megfigyelése tartósan károsodott területeken. Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium. 1998.
68. Kuncz I.: Kőolaj és kőolajtermékek tüzeinek oltása (kiadja: BM Tanulmányi és Propaganda Csoportfőnökség, Budapest, 1978.; p175; ISBN 963 03 04368)
69. Dr. Halász László, Földi László: Környezetvédelem, környezetbiztonság. Zrínyi Nemzetvédelmi Egyetem Vegyi és Környezetbiztonsági Tanszék Budapest, 2001.
70. Dr. Bukovics I.: A klímaváltozás és a katasztrófavédelem (Katasztrófavédelem, 2005. február, XLVII. évfolyam 2. szám., 5. o.; HU ISSN-1586-2305)
71. 1995. évi LVII. tv. a vízgazdálkodásról
72. 21/1999.(VII.22.) KHVM-KöM együttes rendelet a vízminőségi kárelhárítással összefüggő üzemi tervek készítésének, karbantartásának és korszerűsítésének szabályairól
73. A felszín alatti vizek minőségét érintő tevékenységgel összefüggő egyes feladatokról rendelkező 33/2000. (III.17.) kormányrendelet.
74. 2/2003. (I.14.) BM rendelet a Riasztási és Segítségnyújtási Tervről, a hivatásos önkormányzati és az önkéntes tűzoltóságok működési területéről, valamint a tűzoltóságok vonulásaival kapcsolatos költségek megtérítéséről
75. 1/2003. (I.9.) BM rendelet a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének szabályairól
76. 118/1996. (VII.24.) Korm. rend a létesítményi tűzoltóságokra vonatkozó részletes szabályokról
77. Dr. Szakál Béla, Kátai-Urbán Lajos: A veszélyes ipari létesítmények által készített biztonsági jelentésekről. Polgári Védelem, 1999. február

## Ábrajegyzék

1. Szénhidrogén származékok viselkedése felszíni vizekben	32.
2. Felszíni vízbe került olaj átalakulásának folyamata	34.
3. Kőolajszármazékok sorsa a talajokban	35.
4. A kőolajszármazékok megoszlása a talajokban	37.
5. Az olajtest alakja egynemű talajban (különböző áteresztőképességeknél)	38.
6. Olajtest alakja nem homogén, különböző áteresztőképességű talajokban	39.
7. Az olajtest elhelyezkedése, ha olajat át nem eresztő talajhoz ér	40.
8. Az olajtest eléri a talajvízszintet és szétterül a kapilláris zónában	40.
9. Olajtest elhelyezkedése változó talajvízszint esetén	42.
10. Az olajtestből kioldódó olaj útja	43.
11. Oldott olajszármazék mozgása a talajvíz áramlás irányába	43.
12. Az olajpárna és hatása	44.
13. Kis kapacitású egyszer használatos olajfelítós felhasználási folyamata	85.
14. Nagy kapacitású egyszer használatos olajfelítós felhasználási folyamata	85.
15. Nagykapacitású regenerálható olajfelítós felhasználási folyamata	86.
16. Veszélyt jelző narancssárga tábla a Kemmler szám veszélyt jelölő jelentése	93.
17. Veszélyesség bárcák	94.



## Táblázatok jegyzéke

1. A kőolaj lepárlás fő termékei	16.
2. A szénhidrogén csoportok vízdoldhatósága, adott hőmérsékleten	17.
3. Szénhidrogén típusok vízdoldhatósága	17.
4. Víz és kőolajszármazékok sűrűsége különböző hőmérsékleten	19.
5. A különböző kőolajszármazékok és a víz határfelületi feszültsége	20.
6. Kőolajszármazékok és a víz viszkozitása	22.
7. A víz és néhány kőolajszármazék dinamikai viszkozitása különböző hőmérsékleten.	22.
8. A víz- és néhány kőolajszármazék kinematikai vízbiztos adatai	23.
9. Különböző kőolajszármazékot és a víz dielektromos állandói	24.
10. Vízre vonatkoztatott kapilláris emelő magasságok	29.
11. Noil olajfelítatás felítató kapacitása	71.
12. Szénhidrogén szennyeződések gyors minősítő kódolása	102.

## Képjegyzék

1. Vízározás formái	51.
2. Kétkamrás hosszában merülő fal, NS típus	54.
3. Kétkamrás osztott merülőfal N5 típus	54.
4. Kétkamrás, osztott merülőfal N8 típus	55.
5. Nyílt patakmeder szénhidrogén szennyeződés felszámolása olajfelítató lapok használatával	64.
6. Kisebb olajkiömlés esetén olajfelítató lapok használata	65.
7. Tekercsek alkalmazása olajfelszívásra, itatásra	65.
8. Párnák ill.. zsákok alkalmazása olajfelítatóra	65.
9. Mini gátakhoz alkalmas olajfelítatók	66.
10. Olajszorbens használata, gátak (hurkák)	66.
11. Dupla hurka alkalmazása kettős gát	67.
12. Mataszorb regenerálható szelektív olajfelítató	69.
13. Sorbx2 itatós termék	75.
14. Spilkleen oil selektíve granulátum	76.
15. Plug'n Dike (tömítőgyurma) alkalmazási lehetősége	77.
16. Vegyi mentő konténer	79.
17. Dicht fix tömitő és leürítő készlet	80.
18. Veszélyes anyag szívó- és nyomótömlő	80.
19. Schnitz vákuumtartály	81.

20. Olajszkimmer	81.
21. Szikrát nem szóró acél szívóvezetékek	82.
22. Veszélyes anyag felfogó edényzet	82.
23. Csatlakozó elem	82.
24. Műszaki mentő konténer	83.

## Tudományos publikációk jegyzéke

### Előadások

1. LAUER JÁNOS: Szénhidrogén származékokkal szennyezett talajok, talajvizek, iszapok ártalmatlanítása, mentesítése (Doktoranduszi konferencia 2001. november)
2. LAUER JÁNOS: Komplex tűzmelegelőzési ismeretek, műemlék jellegű épületek védelme (Nemzeti Kulturális Örökség Minisztériuma Biztonságvédelmi Konferencia 2003.)
3. LAUER JÁNOS: Az erdők tűzvédelmének aktuális kérdései és eredményei Veszprém megyében (V. Országos Tűz- és Katasztrófavédelmi Konferencia 2003. június)
4. LAUER JÁNOS: A katasztrófavédelmi rendszer törvényi háttere, felépítése, működése, feladatai, rendelkezésre álló erőforrásai (Magyar Honvédség Légierő Parancsnokság Légierő Hadműveleti Központ, Parancsnok katasztrófavédelmi továbbképzés 2003. szeptember)
5. LAUER JÁNOS: Szénhidrogénekkal szennyezett területek havária mentesítése, tények, lehetőségek (VI. Országos Tűz- és Katasztrófavédelmi Konferencia 2004. június)
6. LAUER JÁNOS: Veszprém Megye Komplex Biztonsága Akcióprogram (Veszprém Megyei Közgyűlés 2005. május)
7. LAUER JÁNOS: A BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság által szervezett Nemzetközi Konzultáció: lakosság tájékoztatása, kémiai-biológiai, radiológiai és nukleáris fenyegetések az EU szolidaritási program követelményeinek szemszögéből (2005. május 9.)
8. LAUER JÁNOS: Műemlék jellegű épületek tűzvédelme (VII. Országos Tűz- és Katasztrófavédelmi Konferencia 2005. május)
9. LAUER JÁNOS: Építőipari létesítményekben keletkezett tüzek, veszélyhelyzetek kezelése, felszámolása (Bramac Kft Krízisgyakorlat 2005. szeptember)
10. LAUER JÁNOS: A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos ipari balesetek elleni védekezés jogi szabályozása helyi és területi feladatairól. (Institute for Environmental Development in Central and Eastern Europe rendezésében. Regionális Értekezlet 2005. október)
11. LAUER JÁNOS, DR. ZÖLD JÁNOS: A globális klímaváltozással összefüggésbe hozható Veszprém megyei tapasztalatok összegzése a katasztrófavédelem szemszögéből. (VAHAVA projekt Tudományos Tanácsa regionális vita 2005. október)
12. LAUER JÁNOS: Szénhidrogénekkal történt szennyeződésekkel kapcsolatos problémák és alkalmazások a mentesítésre vonatkozólag (Szállítási és Ipari Balesetek Megelőzése és Elhárítása Nemzetközi Konferencia 2005. október)

13. LAUER JÁNOS: Építőipari létesítményekben bekövetkező veszélyhelyzetek kezelésének tapasztalatai (Veszélyhelyzet Menedzsment Technológia Konferencia 2005. október)

### **Cikkek, jegyzetek**

1. LAUER JÁNOS: Szénhidrogénekkal szennyezett talajok mentesítése. (Katasztrófavédelmi Magiszter Könyvek 2001. 30-46. p.)
2. LAUER JÁNOS, DR.PROF.SOLYMOSI JÓZSEF, DR. VINCZE ÁRPÁD: A veszélyes üzemek biztonsági elemzése (ZMNE honlapja Fiatal Kutatók írásai 2002.
3. LAUER JÁNOS, DR. HALÁSZ LÁSZLÓ, DR. VINCZE ÁRPÁD: A szénhidrogének migrációja (ZMNE honlapja Fiatal Kutatók írásai 2003.)
4. LAUER JÁNOS, DR. HALÁSZ LÁSZLÓ, DR. VINCZE ÁRPÁD: A szénhidrogének migrációja talajokban I. (Védelem 2003/1. 34-35. p.)
5. G.SZOBOSZLAI, J.SOLYMOSI, J. LAUER, B.ATZÉL, I.SZABÓ AND B.KRISZT.: Environmental safety and biodegradation of hidrocarbons.Proceedings of the 4 th International Scientific Conference „Foreign Substances in the Environment”. 2002 szept.22. Nitra, Horatia)
6. LAUER JÁNOS: Szénhidrogén származékokkal szennyezett talajok, talajvizek, iszapok ártalmatlanítása, mentesítése. (Doktoranduszi Konferencia. A 2001. novemberi konferencián elhangzott előadások anyaga 2001.)
7. LAUER JÁNOS: Szénhidrogénekkal szennyezett területek havária mentesítése. (Nemzetvédelmi Egyetemi Doktorandusz 2002. 4. szám 2. kötet 27-34. p.)
8. LAUER JÁNOS: Szénhidrogének migrációja talajokban II. (Védelem 2003/2. 30-31. p.)
9. LAUER JÁNOS: A talaj és állapota (ZMNE Környezetvédelmi Tanszék 2001.)
10. LAUER JÁNOS: Tűzvédelmi eszközök a távolkeletről. Tűzvédelmi Hírek 1995. II. negyedév 12-13. p.
11. LAUER JÁNOS, Sipos Balázs: Tűzvédelmi Kézikönyv 1995. Saját kiadvány. Veszprém Megyei Tűzoltóparancsnokság 1995
12. LAUER JÁNOS: Tapasztalatok az Ausztriai RIGIPS Gyártól. Tűzvédelmi Hírek 1997. I. negyedév 3. p.
13. LAUER JÁNOS: A tűz automatikus észlelése és jelzése I. Tűzvédelmi Hírek 1997. II. negyedév 4. p.

14. LAUER JÁNOS: A tűz automatikus észlelése és jelzése II. Tűzvédelmi Hírek 1997. III. negyedév 5-6. p.
15. LAUER JÁNOS: A tűz automatikus észlelése és jelzése III. Tűzvédelmi Hírek 1998. II. negyedév 7-8. p.
16. LAUER JÁNOS: A tűz automatikus észlelése és jelzése IV. Tűzvédelmi Hírek 1999. 6-5. p.
17. LAUER JÁNOS: A tűz automatikus észlelése és jelzése V: Tűzvédelmi Hírek 1999. 6.p.
18. LAUER JÁNOS: Katasztrófakezelés I. Tűzvédelmi Hírek 1999. 8. p
19. LAUER JÁNOS: Telepengedélyezési eljárás tűzvédelmi gyakorlati kérdései. Tűzvédelmi Hírek 2000. 6-5. p.
20. LAUER JÁNOS: Tűzvédelmi Nevelő Oktató Programról. „Tűzre, vízre vigyázatok” Tűzvédelmi Hírek 1999. 16. p.
21. LAUER JÁNOS: Katasztrófakezelés II. Tűzvédelmi Hírek 2001. 3-4. p.
22. LAUER JÁNOS: Űrhadviselés csúcstechnológiájú fegyverei, azok alkalmazásai (Tanulmány) 1999. ZMNE Haditechnika Tanszék
23. LAUER JÁNOS: Tűzoltótechnikák rövid áttekintése (Tanulmány) 1999. ZMNE Haditechnika Tanszék
24. LAUER JÁNOS: Tűzkockázat (Elemzés, tanulmány Biztonságtudományhoz. 1999. ZMNE Haditechnika Tanszék
25. LAUER JÁNOS: Veszélyhelyzetek kezelésére való felkészülés a gazdálkodó szervezeteknél. (VÉDELEM 2006. XII. évf. 2. szám 34.p.)

### **Egyéb**

1. 2000-től külső előadóként a Gábor Dénes Műszaki Főiskola Biztonságszervezői Szakán (Katasztrófavédelmi tűzvédelmi ismeretek oktatása)
2. A Veszprémi Egyetem Továbbképző Intézete által szervezett tűzvédelmi előadó képzésben külső előadóként (Tűz megelőzés, tűzoltás-kárelhárítás-műszaki mentés oktatás) 2005.
3. A Veszprém Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság által szervezett 40 órás tűzoltó képzésben műszaki mentés, tűz megelőzés, igazgatás oktatás 2005.

4. A Veszprém Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság által szervezett önkéntes tűzoltók képzésében tűzmegeelőzés, szabályzat-ismeret, vezetés-irányítás oktatás 2005.
5. A Veszprém Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság által szervezett önkéntes-létesítményi parancsnoki tanfolyamon tűzmegeelőzés, szabályzat-ismeret, műszaki mentés oktatás 2005-2006.
6. A Veszprém Megyei Rendőr-főkapitányság felkérésére a Csupaki Rendőr Szakközépiskola végzős hallgatói részére alkalmanként katasztrófavédelmi ismeretek oktatása. 2004.
7. 2000-től folyamatosan konzulensi feladatok ellátása főiskolai tűzoltó hallgatók diplomamunka elkészítésénél.