

ZRÍNYI MIKLÓS NEMZETVÉDELMI EGYETEM
BOLYAI JÁNOS KATONAI MŰSZAKI KAR
KATONAI MŰSZAKI DOKTORI ISKOLA

Kuti Rajmund

**Vízköddel oltó berendezések speciális
felhasználási lehetőségei és hatékonyságuk
vizsgálata a tűzoltás és kárfelszámolás
területén**

Doktori (PhD) Értekezés

Témavezető: Dr. Földi László (PhD)

2009. BUDAPEST

Tartalomjegyzék

Bevezetés	5
A téma körülhatárolása	6
A téma aktualitása és fontossága	7
A tudományos probléma megfogalmazása.....	8
Célkitűzések	8
Alkalmazott kutatási módszerek.....	9
A kutatási eredmények várható gyakorlati alkalmazása.....	10
Alaki és formai kérdések	10
 1. A vízköd fizikai, kémiai tulajdonságai, tűzoltási szempontból történő alkalmazásának sajátosságai	11
1.1. A vízköd fizikai, kémiai jellemzői, felhasználhatósága tűzoltásra.....	12
1.2. A vízköd oltóhatásai	13
1.3. A vízködsugár jellemzői, sugártípusok bemutatása	19
1.4. A vízködképzés feltételei	21
1.5. Következtetések.....	25
 2. A vízköddel oltó eszközök telepítésének, használatának szabályai, a berendezések fajtái, alkalmazásuk köre	27
2.1. A vízköddel oltó berendezésekkel kapcsolatos jogszabályi, szabványi követelmények.....	27
2.1.1. Tengerhajózási alkalmazások szabványai.....	27
2.1.2. Teljes méretű tűztesztek	28
2.1.3. Az Amerikai Egyesült Államok szabványai	28
2.1.4. EU szabványok, irányelvek	29
2.1.5. Magyarországi szabályozás	29
2.2. A vízköddel oltó eszközök alkalmazásának biztonsági szabályai.....	30
2.3. A beépített vízköddel oltó rendszerek jellemzői, alkalmazási lehetőségeik	30
2.4. A mobil vízköddel oltó berendezések általános jellemzői	36
2.5. A turboreaktív oltóberendezések jellemzői, alkalmazási lehetőségeik	36
2.6. Az impulzus oltó berendezés felépítése, működése, felhasználási lehetőségei ...	44
2.6.1. Az eljárás előnyei.....	45
2.6.2. Az impulzuspuska alkalmazási köre.....	46

2.7. Robbanómotoros mobil vízköddel oltó berendezések felépítése, működése, felhasználási lehetőségeik.....	47
2.7.1. Az UNIJET-FOG típusú berendezés szerkezeti felépítése, működése, alkalmazásának köre.....	48
2.7.2. Saját fejlesztésű habbekeverő tervezése, kialakítása, funkcionális illesztése a készülékhez.....	52
2.7.3. A HLG POWERJET magasnyomású oltóberendezés szerkezeti felépítése, működése, felhasználási lehetőségei	55
2.7.4. A Rosenbauer UHPS magasnyomású oltóberendezés szerkezeti felépítése, működése, felhasználási lehetőségei	58
2.8. Következtetések.....	62
3. Kísérletek és gyakorlatok mobil robbanómotoros vízköddel oltó berendezésekkel.....	64
3.1. Tűzoltási kísérletek.....	65
3.2. Következtetések.....	69
4. A vegyi mentesítés feladatai, mentesítőanyagok, mentesítési lehetőségek.....	70
4.1. A vegyimentesítés lehetőségei és korlátai a tűzoltóságoknál.....	80
4.1.1. Mobil Vízköddel oltók vizsgálata mentesítési szempontok alapján	81
4.1.2. Vegyimentesítőhely kialakításának követelményei, az eljárás eszközsüksége	83
4.1.3. A vegyimentesítés lépései	86
4.1.4. A tűzoltó állomány oktatása, kiképzése mentesítési feladatokra.....	87
4.2. Komplex kárfelszámolási-mentesítési gyakorlat mobil vízköddel oltó alkalmazásával.....	88
4.3. A gyakorlat során feltárt hiányosságok, javaslatok a megoldásra	93
4.4. Következtetések.....	93
Összefoglalás.....	95
Összegzett következtetések.....	97
Új tudományos eredmények	98
Ajánlások	99
Felhasznált irodalom	100

Témakörből készült publikációim.....	105
Mellékletek	107

Bevezetés

A rendszerváltozás óta eltelt évekre visszatekintve megállapítható, hogy a kialakult körülmények miatt a tűzoltóság és a kárfelszámolással foglalkozó szervezetek munkája lényegesen összetettebbé és felelősségteljesebbé vált. A veszélyes és bonyolult ipari technológiák, a növekvő értékkoncentráció, a lakosság veszélyeztetettségének a növekedése megköveteli, hogy a beépített tűzvédelmi és oltóberendezések hatékonyak, a tűzoltóság eszközszerkezete fejlett, tűzoltási-műszaki mentési tevékenysége pedig gyors, szakszerű és eredményes legyen.

Az ipari technológiák korszerűsítése, a tárolt veszélyes anyag mennyiségének növekedése, az utóbbi tíz évben bekövetkezett tüzesetek, közúti és vasúti balesetek számának emelkedése, valamint a környezetvédelmi és biztonsági szempontok előtérbe helyezése a tűzoltóság fokozott felkészültségét, a szakfelszerelések állandó célirányos fejlesztését, valamint az újabb tűzoltási és műszaki mentési taktikák, oltó és mentesítő anyagok alkalmazását igénylik.

A tűzoltó egységeknek az esetek többségében olyan eseményekhez kell vonulnia, amelyek környezeti károkkal is járnak. Akár a tüzeseteket, akár a különféle közlekedési, ipari baleseteket vizsgálva megállapítható, hogy azok mind a levegőre, a talajra, mind a vízre, valamint az épített humán környezetre komoly szennyező hatással lehetnek. Több oltóanyagról is megállapítást nyert annak környezetkárosító hatása, ezért az UNWEO¹ - ENSZ Környezetvédelmi Világszervezet - irányelveit követve, az alternatív tűzvédelmi technológiáknak, technikai berendezéseknek világszerte ki kell váltani a környezetkárosító, többek közt a halonnal oltó rendszereket. Az Európai Unió (továbbiakban: EU) tagságunkkal hazánkban is egyre jobban előtérbe kerültek a környezetvédelmi, környezetbiztonsági szempontok [1], ezért nem mindegy, hogy a különféle kárfelszámolások során milyen oltó, illetve mentesítő anyagok, technológiák kerülnek felhasználásra.

A felismerésből kiindulva új tűzoltási technológiák kutatására, fejlesztésére és gyakorlati bevezetésére került sor az 1990-es évektől kezdődően. Egyre több cikk,

¹ United Nations World Environmental Organization

tanulmány jelenik meg új tűzoltó anyagokról, tűzoltó technikákról és különféle beavatkozási módokról. A víznek, mint legrégebben használt, környezetbarát oltóanyagnak a felhasználása ismét előtérbe került, az utóbbi években reneszánszát éli. Több újkeletű oltóeszközt tökéletesítettek a kutatók, melyek a víz felhasználására épülnek. Ilyen eszközök például a magyar fejlesztésű impulzusoltók, a robbanómotorral hajtott mobil vízköddel oltó gépek, de a beépített vízköddel oltó rendszerek is ebbe a körbe tartoznak. Ezek a berendezések a víznek speciális felhasználását teszik lehetővé, melyeknek eredményes alkalmazásával lecsökken az oltási idő, és gyakorlatilag megszűnnek a másodlagos, úgynevezett vízkárok, melyek több tízmilliós kárértéket tesznek ki évente hazánkban is.

A hivatásos önkormányzati tűzoltóságok a rendszerváltozás óta jelentős változáson mentek keresztül. Modernebb gépjárművek, nagyobb védelmet nyújtó védőruhák, új oltóanyagok és eszközök kerültek a tűzoltóság birtokába, többek között mobil vízköddel oltó berendezések. Hazánkban a legtöbb tűzoltóságon, az IFEX 3012 vízköddel oltó hátí készlet, a hozzá tartozó IFEX 3001 kézi puskával került rendszeresítésre. A nagyobb kiterjedésű tüzek oltására is alkalmas, illetve speciális felhasználási lehetőségekkel bíró, az EU országaiban széleskörűen használt robbanómotoros vízköddel oltó berendezések még nem terjedtek el kellőképpen, bár beszerzésük és rendszerbe állításuk az új évezredben növekedett, azonban használatuk mérhető előnyeivel az alkalmazásban érdekeltnek nincsenek tisztában. Beépített vízköddel oltó rendszer is csak néhány helyre került telepítésre hazánkban.

A téma körülhatárolása

Az előbb felsoroltakból kitűnik, hogy az értekezésem címében megfogalmazott berendezések teljes körű vizsgálata meghaladja egyetlen doktori értekezés kereteit. Ennek a ténynek felismerése után arra a következtetésre jutottam, hogy a kidolgozás tekintetében két lehetséges megoldás közül választhatok: az egyik lehetőségem, hogy igyekszem lefedni minden részterületet, közben hangsúlyozva a teljesség igényének mellőzését, a második lehetőségem pedig, hogy az általam fontosnak ítélt részterületeket a legjobb tudásom és szakmai tapasztalatom alapján részletesen kifejtem. Tudományos igényességre törekedve, az utóbbi lehetőséget választottam. Úgy döntöttem, arról írok, amit nem csak szakirodalmi kutatómunkával, hanem a többéves szakmai és

kárfelszámolási tapasztalataimmal alá tudok támasztani. Szolgálati helyemen a Győr Megyei Jogú Város Hivatásos Tűzoltóságán (továbbiakban: győri tűzoltóság) és a működési területén található egyik létesítményi tűzoltóságánál is rendszeresítettek mobil vízköddel oltó eszközöket. Mivel tüzeseteknél többször megbízhatóan működtek a berendezések, és közös tűzoltási gyakorlatokon, illetve kísérleteken is alkalmazásra kerültek, ezért a vízköddel oltó eszközök használatának előnyeivel és korlátaival kapcsolatban szert tettem gyakorlati tapasztalatokra. Lehetőségem nyílt külföldi tanulmányutakon való részvételre, ezért az ott szerzett ismereteket is adaptálni kívánom.

A témát három fő részre osztottam, azon belül a következő területeket kívánom doktori értekezésemben tárgyalni:

1.

- A vízköddnek, mint oltóanyagnak vizsgálata, tűzoltási szempontból fontos jellemzőinek ismertetése,
- A vízköd oltóhatásainak elemzése, kiemelve az inhibíciós oltóhatást is.

2.

- Vízködök előállításának formái, szükséges technikai feltételek elemzése, gyakorlati korlátaik ismertetése,
- Az általam vizsgált berendezések leírása, vízködképzési lehetőségeik bemutatásán, a gyakorlati megvalósításon, alkalmazási lehetőségeiken keresztül.

3.

- A mobil vízköddel oltók összehasonlítása tűzoltási kísérletek során,
- A berendezések bevetettségének vizsgálata különféle kárfelszámolásoknál (havária, környezeti, egészségügyi károknál) alkalmasságuk mentesítési, fertőtlenítési feladatokra,

A téma aktualitása és fontossága

Az utóbbi tíz évben a klímaváltozás és a globális civilizációs hatások következtében Földünk ivóvíz készlete mérhető módon csökkenni kezdett, illetve számtalan helyen oly mértékben szennyeződött, hogy emberi fogyasztásra alkalmatlanná vált. Nemzetközi kutatócsoportok és szervezetek a környezet-és biztonság tudatosságra szólítják fel az államokat. A környezetvédelmi normák szigorításának köszönhetően a

környezetbarát tűzoltóanyagok – köztük a víz – felhasználása ismét előtérbe került. Magyarországon a tűzoltóság a bevetések során megközelítőleg 90%-ban ivóvizet használ tűzoltásra. Ez a kérdés a biztonság sajátos dilemmáját veti fel: az élet és vagyonbiztonság érdekében milyen mértékben használható fel az ivóvíz, ami önmaga is biztonsági tényező, illetve milyen megoldás (helyettesítő) garantálása szükséges.

A tudományos probléma megfogalmazása

A víz speciális felhasználását teszik lehetővé a viszonylag új fejlesztésű vízköddel oltó berendezések, melyek alkalmazása hazánkban még nem igazán terjedt el, pedig hatékonyságuk, gazdaságosságuk és a hagyományos tűzoltó technikához képest minimális oltóvíz felhasználásuk figyelemre méltó. A tűzoltóságoknál rendszeresített mobil vízköddel oltók nem megfelelő kihasználásához meglátásom szerint az is hozzájárul, hogy a berendezésekről viszonylag kevés magyar nyelvű szakirodalom áll rendelkezésünkre és nincsenek megfelelő oktatóanyagok sem. Problémát jelent a vegyimentesítési feladatok végrehajtása is, melyre megoldást jelenthet a mobil vízköddel oltók alkalmazása.

Értekezésem megírásával rá szeretnék világítani a téma aktualitására, fontosságára, hozzá szeretnék járulni ehhez az új, gazdaságosabb, biztonságosabb, és mérhetően környezetbarát tűzoltási mód elterjedéséhez, elfogadtatásához, valamint annak tudatosítására, hogy a javasolt technológiák bevezetése és alkalmazása minőségügyi, elsősorban minőségbiztosítási lehetőségeket is felvet.

Célkitűzések

- Bebizonyítani, hogy a mobil vízköddel oltó eszközök és berendezések standard alkalmazása és különleges célokra történő felhasználása, valamint a környezeti károk megelőzése és csökkentése tudományos vizsgálatok eredményeire alapozva biztosítható.
- Felkutatni, azonosítani és elemezni a vízköddel oltó berendezésekkel kapcsolatos szakspecifikus leírásokat, szabályzókat, normatívákat, és egyéb ismeretanyagokat, melyek alapján egyértelművé válnak a rendszerekkel és az eljárásokkal szemben támasztott követelmények.
- A komplex biztonságból kiindulva, a szakterülethez kötődő teljes körű igények ismeretében, folyamat, rendszer és hálózatos szemléletre

alapozva, a gyakorlati tapasztalatokat és az elméleti eredményeket felhasználva, célirányosan kísérleteket lefolytatni, és tudományosan vizsgálni a rendelkezésre álló mobil vízköddel oltó eszközök és berendezések standard és speciális alkalmazhatóságának lehetőségeit, a konkrét oltási, mentesítési, kár-megelőzési és felszámolási képességét, hatékonyságát.

- Hatásvizsgálatokra alapozva, a kísérletek eredményeit figyelembe véve ajánlást tenni a mobil vízköddel oltó eszközök és berendezések illesztésére a meglévő és tervezett intézményi és tevékenységi rendszerekhez.
- Hiánypótlásként javaslatot tenni 37/2003. számú BM OKF Intézkedés mellékletével kiadott „Szerelési Szabályzat” kiegészítésére és módosítására a mobil vízköddel oltó eszközzel és berendezéssel történő mentesítés lépéseinek kidolgozásával.

A kutatási célkitűzések alapján hipotézisem a következő:

A mobil vízköddel oltó eszközök és berendezések a tűzoltási, valamint kárfelszámolási szakterületi tevékenység meghatározó komponenseivé válhatnak.

A mobil vízköddel oltó eszközök és berendezések a jelenlegi, valamint a jövőbeni intézményi és tevékenységi rendszerekhez szervesen illeszthetők.

A mobil vízköddel oltó eszközök és berendezések alkalmazása elősegíti a környezet és biztonság tudatos szemlélet meghonosodását és erősödését, a fejlesztési irányok és prioritások kijelölését.

Alkalmazott kutatási módszerek

- **Általános módszerként**, a vonatkozó szakirodalmi háttér felkutatása és azonosítása után rendszerező, összehasonlító, értékelő elemzést hajtok végre, amely a következtetéseim alapját képezi.
- **Specifikus módszerként**, a rendelkezésre álló mobil vízköddel oltó berendezésekkel, a vonatkozó külföldi tapasztalatok ismeretében célirányos kísérleteket folytatok, az eredményeket komplex módon értékelem.

- **Sajátos megoldásként**, általam tervezett kísérletek eredményeire alapozva igazolom feltevéseimet.

Kutatási eredmények potenciális gyakorlati alkalmazhatósága

- A vízköddel oltó eszközökkel és berendezésekkel kapcsolatos kutatási és hasznosítható javaslataim, eredményeim hozzájárulhatnak a berendezések elterjedéséhez, ezáltal a meglévő és a jövőbeni rendszerek hatékonyságának és hatásosságának növeléséhez.
- Az általam kidolgozott és javasolt mentesítési eljárás alkalmazásra kerülhet a kárfelszámolások során.
- Az eredmények beépítése célszerű a tűzoltó alap-és középfokú, illetve a ZMNE szakspecifikus BSc és MSc képzéseiben történő oktatásba.

Alaki és formai kérdések

A felkutatott szakirodalmi forrásokból felhasznált idézeteket az értekezés során előfordulási sorrendben, szögletes zárójelben lévő arab számozással jelöltem és az értekezés végén a „Felhasznált Irodalom” fejezetben soroltam fel.

Az értekezésben szereplő kifejezéseket magyarázó, kiegészítő ismeretanyagot és az idegen nyelvű idézetek, rövidítések magyarázatát „lábjegyzet” formájában jelöltem.

A disszertációban szereplő, más forrásból felhasznált képek és ábrák esetén az eredeti forrásban szereplő adatokon nem változtattam, a forrásokat megjelöltem a képaláírás részben [2].

1. A vízköd fizikai, kémiai tulajdonságai, tűzoltási szempontból történő alkalmazásának sajátosságai

A víz tűzoltóanyagként történő felhasználása, talán az emberiség által használt tűzzel egyidős. A kezdeti, vödörös tűzoltáshoz képest az első minőségi változást a tűzoltó tömlő feltalálása jelentette. Ezután a szivattyútechnika alkalmazása biztosította a hatékonyság növekedését. A XX. században a vegyipar fejlődése új tűzoltó anyagok kifejlesztését és alkalmazását segítette elő (oltóhabok, oltóporok), melyek alkalmazásaként a vízzeloltás fejlesztése háttérbe szorult, pedig lehetett sejteni, hogy a víz tűzoltási célokra történő felhasználásában több lehetőség van.

A környezetvédelmi szabályok szigorításával a víz felhasználása újfent előtérbe került, ezért tűzoltási kísérletek sora kezdődött víz felhasználásával. Bebizonyosodott, hogy a tűzoltás során felhasznált oltóvíznek a felhasználás módjától függően nagyjából a fele elfolyik, másodlagos károkat okozva.

A kísérletek során a fejlesztés irányainak tekintetében az előbbi felismerés után két probléma merült fel:

- Az elfolyó víz felfogása, tisztítása, újra felhasználása,
- Az oltási hatékonyság növelése, vagyis az elfolyó víz mennyiségének minimalizálása,

Az oltási hatékonyság növelése az oltóvíz felfogás problémájára is megoldást jelent, tehát a kutatások ebbe az irányba indultak.

Mivel a vízköddel oltó berendezések alkalmazása esetén oltóanyagként víz kerül felhasználásra - melyből vízköd képződik - ezért fontos ismerni fizikai és kémiai tulajdonságait valamint alkalmazási területeit.

A víznek azon kémiai tulajdonságai, hogy (kevés kivétellel) a legtöbb anyaggal szemben semleges viselkedik és nem mérgező, szintén az alkalmazása mellett szólnak [3]. A víz főbb fizikai és kémiai jellemzői az 1. sz. mellékletben kerültek ismertetésre.

1.1. A vízköd fizikai, kémiai jellemzői, tűzoltási alkalmazásának lehetőségei

Különböző fűvókás berendezésekkel már régóta elő lehet állítani finom ködszerű vízpermetet (pl. a Kidde Deugra által kifejlesztett speciális fűvóka), ahol már megfelelő a cseppméret, de a kinetikai energia még nem elég nagy, így a permet lángtérbe juttatása nem egyszerű feladat. A kis vízcseppeket a felfele irányuló forró gázáram könnyedén magával ragadhatja, illetve a sugárzó hő már a lángperiférián elpárologtatja, ezért oltóhatásukat nem tudják kifejteni.

A vízköd tűzoltási hatékonyságának kulcsa a megfelelő kinetikai energiával rendelkező rendkívül kisméretű vízcseppekben rejlik. Azt a víz aeroszolt nevezzük vízködnek, amelynél az előállításra használt szórófejtől 1 méterre lévő síkban, a legkisebb tervezett üzemi nyomást alapul véve, a kibocsátott vízköd mennyiségének kevesebb, mint 1%-a képződött 1000 μm vagy nagyobb átmérőjű vízcseppből. A cseppméret nagyságát lézeres mérőberendezéssel ellenőrzik legalább 24 helyen a permetben [4].

A vízködöt alapvetően minden olyan éghető anyag tüzeinek oltására fel lehet használni, ahol a vízzel oltás megengedett, azonban a fagyásveszélyt téli üzemeltetés során szem előtt kell tartani.

Kísérletek bizonyították, hogy a megfelelő nagynyomású vízköd alkalmazása elektromos feszültség alatti berendezések tüzeinek oltására is lehetséges. A halon kiváltójaként a villamos kapcsoló-és vezérlőterekben, digitális szerverterekben és telefonközpontokban is létesültek beépített vízköddel oltók.

A vízköd tűzoltásra történő felhasználásának egyik hátránya, hogy vannak olyan anyagok, amelyek a vízzel kémiai reakcióba lépnek és ennek következményeként robbanást is előidézhetnek. Ebbe a csoportba tartozik néhány alkáli fém és alkáli földfém, nátrium, kálium stb., valamint ezek karbidjai és hidridjei is. Az alkáli fémek vízzel történő reakcióinak bemutatása az 1. sz. mellékletben található.

A vízköd alkalmazásának másik veszélyes jellemzője, hogy nagy hőmérsékleten, például fémek tüzeinek oltása során termikus disszociációra hajlamos. A magas hőmérséklet a vizet alkotórészeire, hidrogénre és oxigénre bontja, ezáltal durranógáz, $\text{H}_2 + \text{O}_2$ képződik, amely robbanásszerűen ismét vízzé egyesül. A reakció leírását az 1. sz. melléklet tartalmazza.

Természetesen ez a reakció beépített vízköddel oltók alkalmazása esetén nem jöhet létre, ugyanis ilyen környezetben a berendezések nem telepíthetők. Mobil vízköddel oltó eszközöket fémek tüzeinek oltására alkalmazni tilos.

A víz nagy felületi feszültsége alapvetően nem előnyös a tűzoltásra való alkalmazás szempontjából. Ez a probléma vízköd alkalmazása esetén is jelentkezik, de kisebb mértékben, mint a hagyományos felhasználásnál. Vízköddel oltás során, adott vízmennyiségből eleve nagyobb vízfelületet lehet előállítani, ezáltal a felületi feszültség is kisebb mértékben tapasztalható.

Régi és közismert jelenség, hogy a folyadékok gáztérben, vagy velük nem elegyedő folyadékokban gömbalakot – vagyis a legkisebb felületű alakot – igyekeznek felvenni. A felületi feszültség tulajdonképpen az az ellenállás, amelyet a folyadékfelszín tanúsít azzal az erővel szemben, amely a folyadék felületét meg akarja növelni. A felületi feszültség tehát a felület egységnyi hosszúságában működő, felületet csökkentő erő. Mértékegysége: N/m [5]. A vízcseppek gömb formájúra igyekeznek összehúzódní, ezért az égő anyaggal csak kis felületen érintkeznek, a felületét nem nedvesítik kellően. A felületi feszültséget különféle adalékanyagok, nedvesítő szerek hozzáadásával lehet csökkenteni. Az adalékanyag csökkenti a víz felületi feszültségét és olyan hatást fejt ki, hogy az oltandó anyag és a vízmolekulák között nagyobb lesz a vonzerő, mint az egyes vízmolekulák között. Így a víz rátapad az égő anyag felületére, könnyebben hatol be a porózus felületi részekbe, ezáltal felgyorsul a párolgás és a hűtőhatás.

Tűzoltási munkálatok során a nedvesítés legtöbbször a szivattyún átáramló vízmennyiség 1%-ának megfelelő habképző anyag bekeverésével valósul meg.

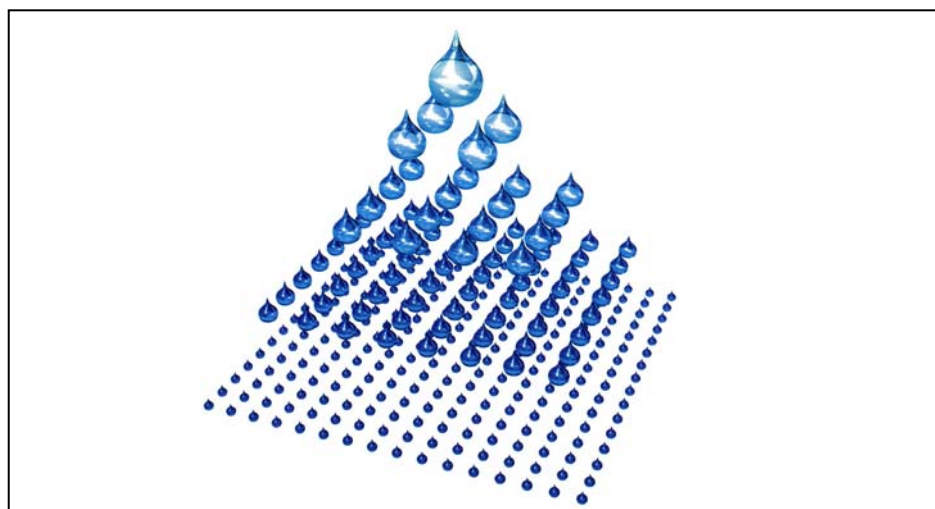
1.2. A vízköd oltóhatásai

Az oltóhatás olyan feltételek létrehozása, amelyek megakadályozzák, vagy gátolják az égést és feltételeinek kialakulását. Az előző alfejezetben említett különleges eseteken kívül - ahol a vízködöt tűzoltóanyagként alkalmazni tilos – a vízköd széles körben alkalmazható, kiváló oltóanyag. Felhasználásának jelentősége abból adódik, hogy egyidőben több oltóhatást képes kifejteni [6]. Kísérletek sora bizonyítja, hogy vízköddel történő tűzoltás során az oltóhatások egyszerre jelentkeznek.

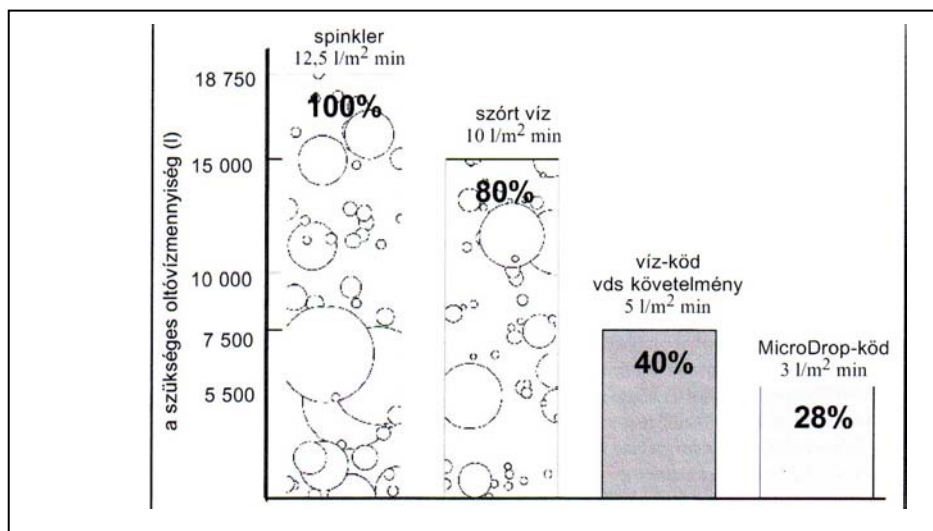
Vízköddel történő oltás során a víznek a lehető legkisebb cseppnagyságban kell az égési térbe jutnia, ezáltal az oltóközeg hűtőfelülete lényegesen nagyobb, a felhasznált oltóvíz mennyisége pedig mérhetően kevesebb, mint a hagyományos felhasználás során.

Vízködöt több nyomástartományban különféle fúvókák alkalmazásával is elő lehet állítani, ezáltal azonban az előállított vízköd cseppméretében különbség mutatkozik. A cseppméret nagymértékben befolyásolja a hűtőfelületet. Ezt a következő ábra jól szemlélteti.

a.)



b.)



1. sz. ábra: a.) Hűtőfelület növekedése cseppméret arányában (Forrás: FOGTEC vízköddel oltó berendezés gyári leírása, FOGTEC GmbH Köln 2006, 4.p.)
b.) Az oltóvíz kihasználása vízköddel oltásnál (Forrás: Védelem, 1997/6. szám, 6.p.)

A következő táblázatban a vízcseppek méretének, számának, illetve az 1 liter vízre eső aktív felületnek az összefüggései láthatóak.

Cseppátmérő (mm)	Cseppek száma	1 liter vízre eső aktív felület (m ²)
10	1.9×10^3	0,6
1	1.9×10^6	6
0,1	1.9×10^9	60
0,01	1.9×10^{12}	600
0,1-szeres	1.000-szeres	10-szeres

1. sz. táblázat: A vízcseppek átmérőjének csökkenésével a felület nő. (Forrás: a jelölt összeállítása)

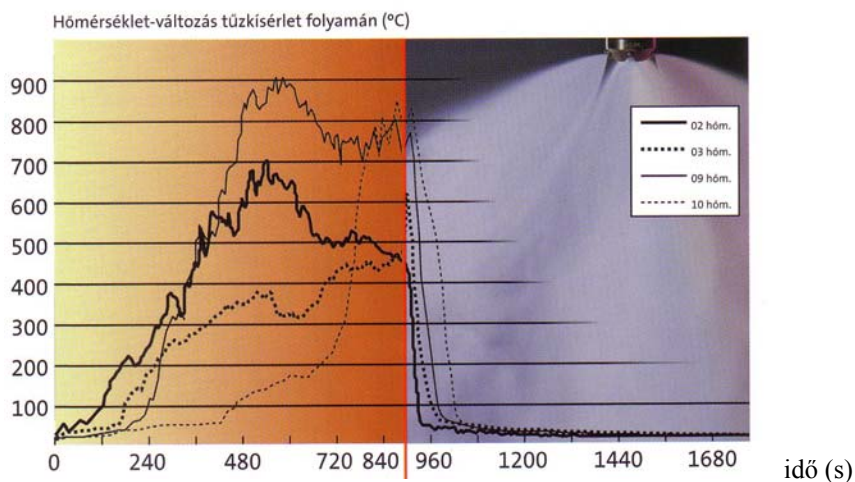
A vízköd hűtőhatása

Az égési folyamat során felszabaduló hőenergia nagy része hővezetés, hősugárzás és hőáramlás formájában eltávozik az égéstérből. A visszamaradó energiamennyiség a további égés fenntartására fordítódik. Ez a kezdeti energiának kb. 8-16 %-át teszi ki. Ha az oltóvíz lángtérbe juttatásával az égő anyag hőmérsékletét a gyulladási hőmérséklet – éghető folyadékok esetében lobbanáspont – alá csökkentjük, akkor a reakcióterben nem marad elegendő energia az égés fenntartására. Ennek legalkalmasabb formája a párolgásos hőelvonás. Ekkor a vízköd egy része gőzzé válik az égéstérben. A gázcsere következtében kialakuló felhajtóerő valamint a konvektív áramlás – forró felszálló légáramlat – következtében a tüztől távolabb ismét folyadék halmazállapotba kerülve leadja a felvett hőjét [7].

Ilyenkor fontos a nagy fajlagos felület, mert a víz forráspontjáig történő felmelegedésében és a párolgásban a felületnek rendkívül fontos szerepe van

A vízköd folyadék halmazállapotban – apró cseppek – hátra maradó része a hőelvonás révén fejt ki oltóhatását. Ebben az esetben a hűtés hatásfoka lényegesen kisebb a fenti bekezdésben ismertetetteknél. Nem mindegy tehát, hogy tűzoltás során milyen arányú a párolgásos hőelvonás és a hűtés aránya. Az optimális oltóhatás érdekében az oltóvíz mennyiségét, a cseppméret nagyságát, eloszlását, a kijuttatásra szolgáló szórófejek számát, a kiáramlási sebességet, az adott alkalmazás sajátosságainak megfelelően kell megválasztani, így jelentősen megnövelhető a hőt elnyelő hasznos

felület. A következő ábra a vízköddel oltás során bekövetkező hőmérsékletváltozást mutatja be az idő függvényében.



2. sz. ábra: Hőmérsékletváltozás idő függvényében (forrás: FOGTEC vízköddel oltó berendezés gyári leírása, FOGTEC GmbH Köln 2006, 5.p.)

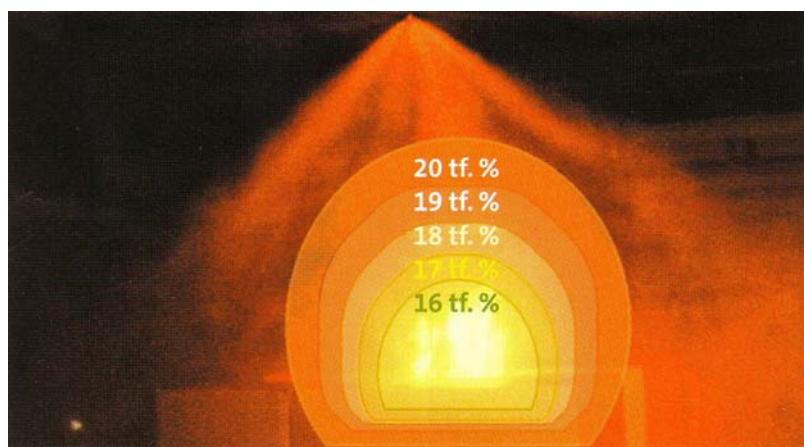
A túl apró cseppméret azért nem megfelelő, mert a nagyobb tüzek intenzív gázcsere-áramai miatt az oltóanyag nem jut be az égési zónába, így a megfelelő oltóhatást nem képes kifejteni. A magas nyomás, a megfelelő cseppméret, és a nagy fajlagos felület együttesen eredményezi, hogy a nagynyomású vízköddel oltó berendezések hűtőhatása körülbelül négyszázszor nagyobb a hagyományos sprinkler és negyvenszer az alacsony vagy közepnyomású vízködös rendszerekénél.

A hűtőhatás vizsgálata során egyértelműen megállapítható, hogy a víz nagy nyomáson történő porlasztásának eredményeképpen a hűtőfelület lényegesen nagyobb, mint a hagyományos, pl. sprinkler rendszerekben. Ez az intenzív hűtés nem csak a tűzoltásban előnyös, hanem azért is, mert elvonja a sugárzó hőt, így óvja az ott tartózkodó személyeket és vagyontárgyakat a hőhatástól.

A vízköd oxigénkiszorító-fojtóhatása

A kis vízcseppek a tűzfészek környezetében gyorsan gőzzé válnak. Ez a folyamat a lángzónában, magas hőmérsékleten megy végbe. Hűvösebb helyeken - például menekülési útvonalakon - gőz nem képződik. A kis cseppméret több mint 300-szor gyorsabb párolgási sebességet jelent a hagyományos rendszerekhez képest. A hagyományos sprinklerek nagyobb vízcseppjei lényegesen lassabban gőzölögnek el. A párolgás és gőzképződés csak magas hőmérsékletű helyeken jön létre és itt, akár 1750-

szeresére növelve a víz térfogatát, ezáltal a tűz fészkenél szorítja ki az oxigént. Az égés során kialakuló gázcsere segíti a vízköd tűzbe való behatolását. Az égés megszűnéséhez az oxigén koncentrációt 16 % alá kell csökkenteni, légköri nyomáson. Ez hasonlatos az inert oltógázok, mint a nitrogén vagy az argon inertizáló hatásához [8]. A vízköd segítségével köd-, majd gőzfelhőbe burkolható az égő anyag. Így akadályozható meg az oxigénnek a tűzfészkekbe jutása. Ez az oltóhatás vízköd felhasználásánál fokozottabban jelentkezik, mint a hagyományos vízzel oltásnál. A következő ábrán a vízköddel oltás során végbemenő oxigén kiszorítás látható.



3. sz. ábra: Helyi oxigén-kiszorítás a lángzónában (forrás: FOGTEC vízköddel oltó berendezés gyári leírása, FOGTEC GmbH Köln 2006, 5.p.)

A vízköd inhibíciós oltóhatása

A nagynyomáson történő porlasztás hatására a vízmolekulákról ionok válnak le. A keletkező negatív és pozitív töltésű ionok rekombinálódnak² az égésben résztvevő ionokkal és szabad gyökökkel. Ezek a rekombinációk megszakítják az égés láncreakcióját. Ebben az esetben homogén inhibícióról beszélünk.

Az új kutatások és gyakorlati kísérletek során megfigyelték, hogy vízköddel oltáskor heterogén inhibíciós oltóhatás is létrejön. Ez tulajdonképpen azt jelenti, hogy az égési zónába kerülő vízködcseppek elemi falként funkcionálnak, ami egyszerűen megállítja az égési reakciólánc továbbhaladását és a tűz kialszik.

Az inhibíciós oltóhatás a porlasztás függvényében érvényesül.

² Rekombináció: Az ellentétes töltésű részecskék egyesülése semleges képződménnyé. Bakos Ferenc: Idegen Szavak és Kifejezések Szótára ISBN 963 05 3841 5, Akadémiai Kiadó Budapest 1984, 722.p.

A vízköd ütőhatása

Robbanómotoros mobil vízköddel oltó berendezések univerzális sugárcsőve, illetve oltólándzsája alkalmas kötött vízködsugár előállítására. A nagy erővel érkező víz az égő anyagról leszakítja a lángokat, és ez által megbontja az égő felületet, a tűzfészket. A kötött sugár vízköd esetében is szakadásmentes, viszonylag kis átmérőjű és nagy sebességű, melyet nagy ütőerő és közepes hatótávolság jellemez. Kötött sugarú vízköd adagolásnál a víz kisebb hatással halad át a lángzónán, de kisebb tűzfészkek megbontására alkalmas. Komplex oltóhatása nem tud teljes mértékben érvényesülni, mert a tűzzel érintkező vízfelület kicsi és a kontaktidő túl rövid.

A beépített vízköddel oltó rendszerek komplex oltásmechanizmusa

A beépített vízködös rendszerekkel az oltás két fázisban történik. Az első fázis a magasnyomáson előállított vízköd kiváló hőelvonó képességét használja ki. Az apró cseppekre bontott víz nagy felületet alkot, amely elvonja a hőt az égéstől. Ezzel egy időben az apró cseppek megkötik az égés körül kialakuló forró gázokat, megakadályozva ezzel a tűz továbbterjedését. Ez a fázis a tűzelnyomás. A következő fázis az oltás. Ehhez a kis cseppeket elégséges számban be kell juttatni az égéstérbe. A bejutott cseppek, a hő hatására a méretükkel fordítottan arányos idő alatt - tehát a kisebb cseppek gyorsabban, a nagyobbak lassabban - párolognak el. A víz párolgásakor vízgőzzé alakul. Az égéstérben bekövetkezett térfogat növekedés kiszorítja az oxigént és ez a fojtó-inertizáló hatás oltja ki a lángot. Az inhibíciós oltóhatás több-kevesebb mértékben mindkét fázisban jelen van.

A nagy lánggal égő tüzek sok oxigént fogyasztanak, az elégetett levegő miatt jelentősebb a gázcsere hatásuk. Ezeknél a nagyobb cseppek könnyen bejutnak az égéstérbe és – ha lassabban is – gőzzé válnak. A gond a kis lánggal égő, vagy alacsonyabb hőmérsékletű tüzek oltásánál jelentkezik. Ekkor az égéshő felhajtó ereje nagyobb a légbeszívó hatásnál és az égéstérbe csak azok a cseppek jutnak, melyek megfelelő mozgási energiával rendelkeznek és legyőzik a felhajtó erőt [9].

A vízköddel oltás célja, hogy minél kevesebb víz felhasználásával, nagyobb hatékonysággal lehessen a tűzoltást végrehajtani. Ehhez a megfelelő méretű, nagy kinetikai energiával rendelkező, gyorsan párolgó kis cseppek nagyszámú jelenléte szükséges az előállított vízköd-aeroszol felhőben. Ahhoz viszont, hogy a kisméretű és

tömegű cseppek megfelelő kinetikai energiával rendelkezzenek, a sebességüket meg kell növelni. Ennek gyakorlati megvalósítása úgy történik, hogy a vízköddel oltó rendszerek a szórófejnél létrehozott magas nyomással történő porlasztás során látják el a cseppeket a lángtérbe jutáshoz szükséges energiával.

1.3. A vízködsugár jellemzői, sugártípusok bemutatása

A jó oltósugár előállításához feltétlenül szükséges egy megfelelő paraméterekkel rendelkező vízszivattyú, amely a tartályból, oltóvízhálózathoz vagy természetes vízforrásból nyert oltóvizet megfelelő nyomással szállítja. Beépített vízköddel oltó berendezések esetében a szivattyút helyettesítheti nagynyomású inert gáz, az impulzus oltó berendezéseknél nagynyomású sűrített levegő.

A hagyományos oltóvízsugár előállításához legjobban az úgynevezett örvény- vagy centrifugálszivattyúk felelnek meg, mert számukra a vízelvétel megszűnése a sugárcsőveknél a szivattyú melegezéséig nem okoz problémát. A vízköd előállításához szükséges magasnyomás előállítására legtöbbször dugattyús szivattyúkat használnak. Meghajtásuk történhet robbanó, illetve elektromotorral. A beépített vízköddel oltó rendszerek alkalmazása során sok esetben kombinált szivattyúmeghajtást létesítenek, ugyanis ha az elektromos hálózatban feszültség-kimaradás lép fel, a robbanómotoros szivattyú aggregát el tudja látni feladatát.

Robbanómotoros mobil vízköddel oltó eszközöknél a szivattyúk által szállított víz a gyorsbeavatkozók többrétegű gumírozott tömlőjén keresztül vezethető a tűz közelébe. A megfelelő, hatékony oltáshoz szükséges sugárkép előállítása a tömlővégekre kapcsolható sugárcsővek, illetve a speciális oltóláncza feladata. Beépített berendezéseknél tömlők helyett merev acélból készült csővezetéseket alkalmaznak. A megfelelő sugárkép előállítása szórófejek segítségével történik.

A vízcseppek akkor repülnek a legmesszebbre, ha a kezdősebességük nagy. A kezdősebesség viszont annál nagyobb, minél nagyobb nyomás uralkodik a sugárcsőnél, vagy a szórófejnél. Kötött sugár esetében a speciális fűvókából kilépő vízköd nagyjából egyben halad, a nyomás sebességgé alakul át, ugyanakkor porlasztott sugárnál a gyorsuláson kívül létrejön a víz cseppekre történő szétoszlása is. A nyugvó levegőn

áthaladó vízcsepp röppályája ballisztikai görbe, amely a levegő ellenállásának és a nehézségi erőnek hatására jön létre.

Tűz esetén létrejövő gázcsere következtében a levegő is mozgásban van, így a vízcseppeknek mozgó légtömegeken kell keresztülhaladni. A kisebb sebességgel érkező vízcseppek könnyen eltérnek az eredeti iránytól, egy részük el sem jut a tűzig. A hatékony tűzoltás érdekében nagyon fontos tehát, hogy a víz legalkalmasabb és leghatásosabb felhasználási formája kerüljön alkalmazásra. A mobil vízköddel oltókon rendszeresített HPWM³ kombinált sugárcsővek lehetővé teszik a különféle sugártípusok alkalmazását.

Kötött vízködsugár

A kötött vízködsugárra jellemző a víz összefüggő áramlása, a nagy áramlási sebesség és a viszonylag koncentrált sugárkeresztmetszet. A levegő ellenállása miatt az eredetileg kötött vízködsugárról a levegőben megtett távolság függvényében vízcseppek szakadnak le. Szabadtéri alkalmazás esetén a szóródás fokozódik, a sugár alakja is megváltozhat.

Kötött vízködsugár alkalmazása főleg akkor kerül előtérbe, ha a tűz színhelyét nehezen lehet megközelíteni, illetve ha ütőhatása révén a tűzfészket kell megbontani. Előnye a nagyobb sugártávolság, hátránya a kisebb hőfelvétel.

Porlasztott vízködsugár

Porlasztott vízködsugár alkalmazásával a legjobb tűzoltási hatékonyság akkor érhető el – és a vízkár okozás is a legalacsonyabb – ha az oltás során a felhasznált víznek minél nagyobb része gőzzé válik. A víznek porlasztott formában történő alkalmazása meggyorsítja az oltási folyamatot, mivel a hőfelvétel reakcióideje fordítottan arányos az érintkező felület nagyságával.

A porlasztott vízködsugár kúp alakú vízfüggönyt képez. A sugárkúp teljesen ki van töltve vízcseppekkel [10]. Ha a sugárvezető a mobil vízköddel oltóval történő tűzoltás folyamán megfelelően maga elé tartja a porlasztott vízködsugarat, akkor a kiáramló vízköd megvédi a lángoktól, a hősugárzástól, a füsttől és gázoktól, ezáltal munkája könnyebbé válik, és gyorsabban végre tudja hajtani a tűzoltást.

³ High Pressure Water Mist (Nagynyomású vízköd)

A porlasztott vízködsugár fő előnye a kötött vízködsugárral szemben, hogy a víz felületének növelése a kötött vízködsugárnál gyorsabb hőfelvételt tesz lehetővé, ezáltal meggyorsítja az oltási folyamatot. A keletkező vízgőz térfogat-növekedésével igen gyorsan elzárja a tűzfészket, megakadályozza az oxigén bejutását, miközben fojtó hatást fejt ki. Hátránya, hogy a porlasztott sugár hatótávolsága lényegesen kisebb a kötött sugárnál.

A beépített vízköddel oltó berendezések szórófejei az alkalmazásnak megfelelő összetett vízködfelhőt állítanak elő [11].

1.4. A vízködképzés feltételei

A víz nagyfokú elporlasztásával lehet vízködöt létrehozni. A tűzoltási feladatokhoz alkalmas vízködöt speciális szórófejekkel, vízköd fűvókákkal állítják elő, amely nem egyszerű technikai feladat [12].

Számos oltóanyag fűvóka típust alakítottak ki a felhasználási célzattól függően, melyek a következők lehetnek:

- A védendő terület és a védelmi célok (tűzoltás, ellenőrzés, tűzszakasz lezárás, hő- és füstelvezetés elősegítése),
- A tűzfészekben kialakítandó oltóhatás,
- Alkalmazott tűzoltási technika.

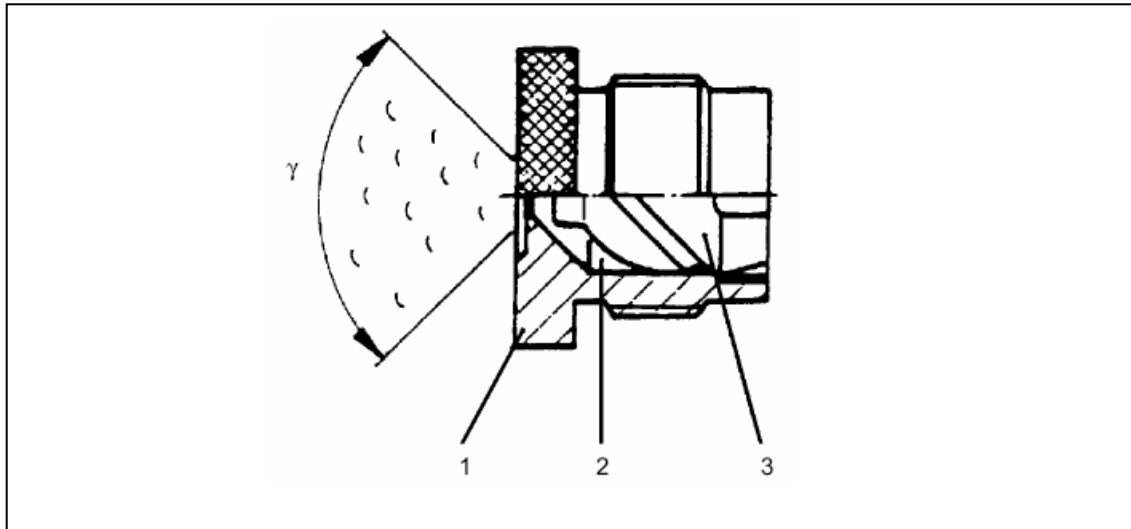
Az előbb felsorolt tényezők együttesen befolyásolják a vízköd előállításának elvét. Az elvnek megfelelően, a fűvókaszerkezet kiválasztásával azokat a tényezőket kell meghatározni, amelyek a tűzfészekben kialakuló oltóhatásokat determinálják.

Ezek a következők:

- Az oltóanyagsugár térfogata, geometriai eloszlása, iránya,
- Az oltósugárban található részecskék homogenitása,
- A cseppspektrum és az oltósugárban lévő közepes cseppátmérő,
- A sugár áramlási tulajdonságai,
- Az oltósugárba beszívott és kiszorított levegő mennyiség magassága,
- A sugár hatótávolsága és a tűzfészken való áthatoló képessége.

Mindezen hatások alapvetően két elven, az egy anyag vagy a két anyag áramlás elvén alakíthatóak ki.

Az egy anyag áramlásakor a leggyakrabban alkalmazott Herzog fűvókában a vízköd előállítása a centrifugál porlasztás elvén alapul. A víz a fűvókatestbe az áramlási irányra tangenciálisan lép be. Az áramlási irány hirtelen megváltoztatása és az áramlási sebesség megnövekedése következtében a többszörösen felosztott sugarakat forgásba hozzák. Az impulzuskeverő kamrában ezek a sugarak egymással ütköznek, aminek következtében közel egységes cseppspektrum jön létre. A Herzog fűvóka elvi felépítése a következő ábrán látható:



4. sz. ábra: Üreges-kúpos fűvóka (γ – kilépési szög; 1. – fűvókaház; 2. – örvénykamra; 3. – forgási test, Forrás: Védelem, 1998/3. szám, 18.p.)

Ez a fűvókátípus ikerváltozatban is létezik, ahol az egyik fűvókába egy másikat építenek be. A legújabb kutatások eredményei alapján megállapították, hogy a legkedvezőbb kilépési szög 60° - 90° , a fűvókaátmérő pedig $800\mu\text{m}$. A legújabb rendszereknél egy szórófejen, kötegben több fűvókát is elhelyezhetnek [13].

Az egy anyagáramlásos megvalósítási elv előnyei:

- Egyenletes anyagáramlás,
- Maximális keresztmetszet,
- Nyomásbiztos szórásszög,
- A folyadéksugár kilépésekor a kinetikai energia jobb átalakítása.

A két anyagáramlásos módszer alkalmazásánál az alacsony nyomási tartományban, a vízköd előállításához egy gázsugarba meghatározott szögben, a sugár melletti két oldalról, a sugárral azonos irányból vízsugarat lövellnek.

A vízsugár, a gázáramban apró cseppekre bomlik, melyeket a gázáram, a bomlással egyidejűleg el is szállít. A porlasztási fok a gáznyomástól függ. A vízcseppek, a gáz áramlási sebessége által meghatározottan, viszonylag magas kinetikai energiával jutnak a lángtérbe.

A két elv kombinációjaként létezik olyan megoldás, amikor két vízsugarat egy síkban és azonos szögben egymással szembe lönek, ugyanakkor a találkozási pontra fűjják rá a gázugarat. Ebben az esetben a vízcseppek további porlasztásával a szórás kép befolyásolható és a kilövési távolság megnövelhető. A szétporlasztási fokot legfőképpen az ütköző sugarak nyomása határozza meg.

A harmadik változatban a gázugarat közvetlenül a vízsugarba vezetik. Itt a folyadék-gázkeverék alacsony hangsebességét használják ki vízködképzésre. A fűvóka elhagyása után a keverék nyomásugrással már nem növelhető. Ez a nyomásugrás meghatározza a maximális cseppátmérőt [14].

Az előbbieken bemutatott módszerekkel előállított vízködket az alábbi területeken alkalmazzák:

- Beltéri vízköddel oltás szilárd éghető anyagok tüzeinél,
- Különféle alagutakba beépített oltórendszerek,
- Kábelcsatornák védelme,
- Szabadtéri alkalmazás szilárd éghető anyagok tüzeinél mobil vízköddel oltókkal,
- Nyomás alatt kiáramló, égő folyadékok tüzeinek oltása, a környezet hűtése,
- Nyomás alatt kiáramló égő gázok tüzeinek oltása, a környezet hűtése, a gáz-levegő keverék hígítása a robbanási határérték alá,
- Vegyipari üzemekben keletkezett tüzek oltására, speciális feladatokra,
- Erőművekben keletkezett tüzek oltására,
- Veszélyes anyagok szabadba áramlásának hígítása, amennyiben lehetséges az anyag lekötése, lecsapátása,
- Hősugárzás elleni védelem,
- A veszélyeztetett épületek és berendezések intenzív hűtése.

A beépített vízköddel oltó rendszerek, és különféle mobil oltóberendezések gyakorlati megvalósításának példáit a következő ábra mutatja.



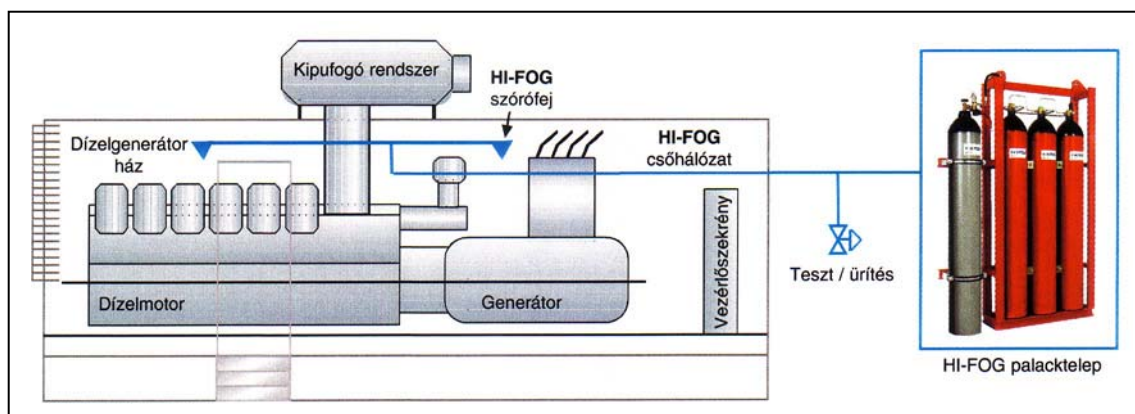
Impulzusoltó berendezés



Turboreaktív oltógép



Robbanómotoros mobil vízköddel oltó berendezések



beépített vízköddel oltó rendszer

5. sz. ábra: A vízköddel oltó berendezések fajtái (Forrás: Kuti Rajmund: A vízköddel oltás taktikai lehetőségei, modern mobil oltóberendezések alkalmazhatóságának vizsgálata, OTDK Dolgozat 13.p. HI-FOG vízköddel oltó berendezés gyári leírása, Marioff Corporation Oy, Vantaa Finland 2008, illetve Győr MJV Hivatásos Tűzoltóság archívuma)

A következő táblázatban a hagyományos vízsugarak, a vízköd, illetve különféle oltóanyagok felhasználási lehetőségeit mutatom be.

Oltóanyagok	A	B	C	D	E *	Megjegyzés	Sokoldalúság
Víz kötöttsugár	+3	-2	0	-2	-2	Vízkárok	1
Víz szórt sugár	+2	+1/0	+1/0	-1	-1	Kisebb vízkár	1
Vízköd	+2/+1	+2/+1	+2/+1	+1	+1	Nincs vízkár	4
Tűzoltó hab	+2	+3	0	-1	-2	Környezeti károk	2
Lángoltó por	+1/0	+2	+3	0/-1	+1	Elszennyeződés, pánik a porfelhőtől	2
Parázsoltó por	+2	+2	+3	+1	-1	Elszennyeződés, pánik a porfelhőtől	3
Fémoltópor	0	0	0	+2	0	Elszennyeződés	1
Szén-dioxid oltógáz	0	0	+3	0	+3	Fulladásveszély	2
Szén-dioxid hó	0	+2	+1	0	+3	Hidegsokk	2
halonok	+1	+2	+2	-2	+3	Ózonkárosítás	3

Jelmagyarázat:

- **Elektromos feszültség jelenlétében,*
- *+3 nagyon jó oltóhatás,*
- *+2 jó oltóhatás,*
- *+1 csak feltételesen alkalmas,*
- *0 nem alkalmas,*
- *-1 a felhasználás meggondolandó,*
- *-2 a felhasználás veszélyes,*

2. sz. táblázat: Oltóanyagok és felhasználási lehetőségeik (Forrás: Védelem, 1997/6. szám, 6.p. és a jelölt saját kiegészítése)

A táblázatban található adatok összehasonlítása után kitűnik, hogy tűzoltási célokra a vízköd sokoldalúan felhasználható, ugyanakkor környezetbarát oltóanyag. Meg kell jegyezni, hogy elektromos feszültség jelenlétében történő tűzoltásra csak a beépített vízköddel oltó rendszerek alkalmazhatók a vonatkozó előírások mindenkor betartása mellett.

1.5. Következtetések

Az előzőekben a legrégebben használt tűzoltóanyagból, a vízből előállítható vízködnek fizikai, kémiai tulajdonságait elemeztem. A vízköd tűzoltás területén történő

felhasználásának lehetőségeit vizsgálva megállapítottam, hogy a vízköd felhasználása új távlatokat nyitott az alkalmazás tekintetében.

A leírtakból következik, hogy a vízköd-aeroszol oltás eredményessége a vízcseppek felosztásának fokozásával, a cseppek kinetikai energiájának növelésével, az égő anyag felületén kihasznált hűtőhatás mellett, a lángzónába kerülő vízcseppek hirtelen elgőzölgésével, a tűz közelében redukálódik az oxigén koncentráció. Ezzel párhuzamosan a homogén/heterogén inhibíció következtében az égési folyamatban a láncreakció megszakadása figyelhető meg.

Megállapítható, hogy az új kutatásoknak és fejlesztéseknek köszönhetően, a megfelelő technológia alkalmazásával egy rendkívül gyors és hatékony tűzoltás lehetséges a közönséges vízből előállított vízköddel.

2. A vízköddel oltók telepítésének, használatának szabályai, a berendezések fajtái, alkalmazásuk köre

2.1. A vízköddel oltók telepítésének, üzemeltetésének jogszabályi, szabványi követelményei

A környezetvédelmi törekvések és a jobb oltóhatás elérése érdekében folytatott tűzoltási kísérletek eredményei korszakalkotó változásokat hoztak a víz alkalmazásában. A mobil és a stabil vízköddel oltó berendezések gyors ütemű fejlesztése indult meg az 1990-es évek elején. A szabványosítás Európában kezdődött a tengeri alkalmazásoknál [15].

2.1.1. Tengerhajózási alkalmazások szabványai

A vizes sprinkler rendszerek és a beépített halonnal oltó berendezések alternatív kiváltásának lehetőségeiről az utasszállító hajókon és a tengeri olajfúró platformokon az IMO⁴ kezdeményezett konferenciát 1991-ben. A résztvevők között volt a Finn érdekeltségű Marioff Corporation Oy is, melynek aktív közreműködésével - számos valós méretű tűzteszt elvégzésének tapasztalataival - 1994 decemberében megjelent az első tengeri szabványeljárás, az IMO MSC/Circ.668. majd a 728. Ez a géptermekek és szivattyúterek halonnal oltó berendezéseinek kiváltására készült. 1995 novemberében megjelent az IMO RES.A800-as jelű szabvány, ami már a hagyományos sprinkler rendszerek kiváltására alkalmas, a szállás, közösségi, szerviz és a raktár épületekben és helyiségekben történő alkalmazásokat rögzítette [16].

Utoljára 1999-ben az IMO MSC/Circ.913 jelent meg a helyi berendezések védelmére. Az IMO tűzteszt eljárásaiban azonban nincs semmi olyan konkrét leírás, ami csak a tengeri alkalmazásokat tenné lehetővé, sőt ezek alkotják több szárazföldi alkalmazás szabványi alapját.

Az IMO nemzetközileg követendő minimum követelményeket támaszt, melyeket a minősítő intézetek kiegészíthetnek.

⁴ International Maritime Organization (Nemzetközi Tengerhajózási Szervezet)

2.1.2. Teljes méretű tűztesztek

A vízköddel oltó rendszerek szabványosításához nagyban hozzájárultak a teljes méretű tűztesztek. A vizsgálni kívánt alkalmazást megépítik teljes méretben, majd elvégzik a kísérletet az eredeti – sprinkler, vagy beépített gázzal oltó berendezéssel – utána pedig a vízködös eljárással. A tűzoltási kísérlet célja, hogy a vízködös alkalmazás legalább olyan hatékony, vagy hatékonyabb legyen, mint a referencia oltóberendezés.

A vízködös oltórendszerekre vonatkozó kritikus tervezési és beépítési paraméterek teljes méretű tűztesztek tapasztalatai alapján lettek meghatározva. Ezek a következők:

- A fűvóka típusa,
- A szórófejek távolsága,
- A beépítési magasság,
- A védhető terület, térfogat,
- A működési nyomás,
- A térfogatáram.

Első alkalmazásaik a tengeri szabványok kidolgozásánál szolgáltattak nagy értékű információkat. Az azóta eltelt időben csak a Marioff Corporation Oy több, mint 6000 ilyen tűztesztet végzett. Ennek is köszönhetően a HI-FOG vízködös oltórendszer a legtöbb alkalmazási tanúsítással rendelkezik a vízködös technológiában. Közel 1300 típusjóváhagyás nemzetközileg elfogadott hatóságtól és több mint 1100 világszabadalom védi [17].

2.1.3. Az Amerikai Egyesült Államok szabványai

A vízköddel oltó berendezésekkel kapcsolatos első szárazföldi alkalmazásokra vonatkozó szabvány 1996-ban jelent meg az Amerikai Egyesült Államokban, az amerikai nemzeti tűzvédelmi egyesület, az NFPA⁵ 750-es számú szabványa által. A szabvány bevezetőjében a következő meghatározás található:

Ez a szabvány a vízködös tűzoltórendszerek tervezésének, beépítésének, karbantartásának és tesztelésének minimális követelményeit tartalmazza. A szabvány nem nyújt meghatározott tűzteljesítmény kritériumokat, sem külön iránymutatást arra, hogyan kell egy rendszert tervezni [18].

⁵ National Fire Protection Association (Nemzeti Tűzvédelmi Egyesület)

Hivatkozásokat tartalmaz a létező tűzteszt szabványokra, illetve kimondja, hogy vízköddel oltó rendszert csak abban az esetben lehet alkalmazni, ha sikeres, valós méretű tűztesztet végeztek a kívánt felhasználás tekintetében.

A szabvány tartalmazza továbbá a vízköd kategóriánkénti besorolását, amely az előállított vízcseppeket méret szerint osztályozza. Ezen besorolás szerint az I. osztályú rendszerek állítják elő a legkisebb méretű cseppeket, a II. osztályúak a közepes méretűeket, illetve a III. osztályúak a legnagyobbakat.

Ezután az alkalmazási lehetőségek leírása található, legelőször az I. osztályú rendszerekre vonatkozóan, ugyanis működési módjuk tekintetében ezek a rendszerek különülnek el leginkább a hagyományos sprinkler és elárasztó típusú rendszerektől.

2.1.4. EU szabványok, irányelvek

2004-ben EU szabványnak készült a prCEN/TS 14972, de minden tagállammal nem tudták elfogadtatni, ezért csak műszaki ajánlásként lehet figyelembe venni a benne foglaltakat. Az ajánlás tartalmazza a szabványos tűzteszteket, illetve a kiegészítéseket, ugyanis, ha a kívánt alkalmazásra még nincs tűzteszt, akkor lehetséges a teszteljárás kidolgozása és kivitelezése.

2.1.5. Magyarországi szabályozás

Hazánkban a jelenleg hatályos 9/2008. (II.22.) ÖTM rendelettel kiadott Országos Tűzvédelmi Szabályzat (továbbiakban: OTSZ) mellékletében nem szerepelnek adatok a vízködös oltórendszerek műszaki kialakításával kapcsolatban. A fenti EU irányelv azonban beépíthető lenne az OTSZ mellékletébe.

Általános előírásként szerepel, hogy „csak magyarországi forgalomba hozatali és alkalmazási engedély megléte esetén tervezhető és építhető be bármely oltórendszer”[19].

Magyarországon az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (továbbiakban: OKF) Megelőzési és Piacfelügyeleti Főosztálya adja ki a forgalmazási engedélyt, amennyiben a kérelmező rendelkezik az OKF által elfogadott tanúsító szervezet, tűzvédelmi vizsgáló laboratórium által a beépíteni kívánt, adott alkalmazásra kiadott, a rendszerre vonatkozó megfelelő tanúsítványokkal. Ezekben rögzítve vannak az alkalmazás szabályai és erre adja ki az OKF az engedélyt. Hazai viszonylatban több cég is rendelkezik az általa forgalmazott vízköddel oltó rendszerekre a megfelelő engedélyekkel.

2.2. A vízköddel oltók alkalmazásának biztonsági szabályai [20]

Mielőtt rátérnék a vízköddel oltó rendszerek és mobil oltóberendezések részletes bemutatására, fontosnak tartom a biztonsági szabályok ismertetését. A biztonsági szabályok összeállításánál figyelembe vettem a munkavédelmi szabályzat előírásait. A vízköddel oltók üzemeltetése a nagy nyomás miatt különleges körtekintést és a vonatkozó biztonsági szabályok mindenkor betartását követeli meg.

Az oltóberendezéseket csak ott lehet üzemeltetni, ahol a víz és hab használata megengedett. Az előírt és rendszeres karbantartást és tesztet minden esetben el kell végezni.

Mobil vízköddel oltó berendezések használata során a vízködsugarat közvetlenül emberre, vagy állatra irányítani tilos, mert az súlyos balesetet okozhat. A nyomótömlő lángoló izzó felületekkel nem érintkezhet. A nagynyomású részekben, szivattyún, nyomótömlőn, sugárcsővön észlelt mindennemű sérülés vagy szabálytalanság miatt a berendezést azonnal le kell állítani, a biztonsági felülvizsgálatot és a szükséges javításokat el kell végeztetni. A berendezések nyomás alatti részein átalakítások nem végezhetők. Mivel a vízköddel oltókat robbanómotor hajtja, abba a helyiségbe, amelyben az oltás folyik, a berendezések a kipufogógáz miatt nem telepíthetők, vagy a kipufogógáz elvezetéséről gondoskodni kell. Ez az impulzusoltókra nem vonatkozik.

A berendezéseknél habképzésre csak az előírt habképző anyagok használhatók. Ha öt percnél több ideig nem történik vízelvétel, a berendezést le kell állítani, el kell kerülni a szivattyú túlmelegedését.

A szivattyúk belépő oldaláról és a tartályfeltöltő csonkokból a vízsűrőt eltávolítani nem szabad, azokat időnként tisztítani, szükség esetén cserélni kell. A szűretlen víz maradandó károsodást okoz a szivattyúban, így azok nem lesznek képesek a kívánt magasnyomás előállítására. Téli üzemeltetésnél ügyelni kell a fagyásveszélyre.

2.3. A beépített vízköddel oltó rendszerek jellemzői, alkalmazási lehetőségeik

A vízköddel oltó rendszerek definiálása és leírása az egyetlen nemzetközileg elfogadott szabványban az NFPA 750-ben történik. Az NFPA definícióját a vízköddel oltó rendszerekről a következőképpen értelmezhetjük:

"Vízköd rendszer egy vízellátó, illetve vízellátó és atomizáló anyagellátó rendszerhez kapcsolt, tűz ellenőrzése, elnyomása, vagy oltása céljából vízköd kibocsátására alkalmas egy vagy több szórófejjel felszerelt oltórendszer, amely bizonyítottan képes a minősítésének és a szabványoknak megfelelő teljesítmény követelmények kielégítésére"[21].

A szabvány szerint kis-, közepes- és nagynyomású vízködös oltórendszerek különböztethetők meg. A kisnyomású beépített oltórendszerek munkanyomása kisebb, mint 12,5 bar, a közepes nyomású rendszerek nyomástartománya 12,5 és 34,6 bar közé esik, a nagynyomású rendszerek üzemi nyomása pedig nagyobb, mint 34,6 bar.

A beépített vízköddel oltó berendezések működésének lényege, hogy a speciális szivattyúkkal vagy inert gázzal, illetve sűrített levegővel közép- vagy magas nyomású vizet állítanak elő, amelyet speciális fúvókákon átvezetve vízködöt képeznek.

A vízköddel oltó berendezések többféle szempontrendszer alapján csoportosíthatók.

Védelmi módok szerinti csoportosítás:

- Helyi védelem, a védendő berendezésre, eszközre közvetlenül juttatott vízköd,
- Teljes védelem, ahol a létesítmény egésze védett terület, és a szórófejek egyszerre lépnek működésbe. Ha a védett terület nagysága indokolja, a rendszert zónákra lehet osztani.

Az előállított cseppméret szerinti osztályozása szabvány szerint:

- I. osztály: Az előállított cseppátmérő legalább 90%-a kisebb, mint 200 μm ,
- II. osztály: Az előállított cseppátmérő legalább 90%-a 200-400 μm közötti,
- III. osztály: Az előállított cseppátmérő legalább 90%-a nagyobb, mint 400 μm , de kisebb, mint 1000 μm .

Ezeket az értékeket, a szórófejektől 1000 mm-re mérik legalább 24 helyen a vízködben, lézeres ellenőrzéssel [22].

Szórófej szerinti csoportosítás:

- Zárt szórófejes rendszer,
- Nyitott szórófejes rendszer.

A zárt szórófejes rendszer működési elvét tekintve hasonlít a hagyományos sprinkler berendezéséhez. Megvalósítása nedves, száraz, illetve száraz elővezérelt formában történhet [23].

Nedves rendszer esetén a szórófejek készenléti állapotban le vannak zárva üvegzáró elemmel, az oltóvízvezeték rendszer pedig nyomás alatt áll. Ha tűz keletkezik a védett zónában, a fejlődő hő hatására a záró elem meghatározott hőmérsékleten nyitja a szórófejet, és az oltás megkezdődik.

Száraz rendszer alkalmazása során a szórófejek zártak, a csővezetékben pedig nagynyomású levegő van. A záró fej nyitásakor fellépő nyomásvesztesség hatására megindul a vízáramlás. A vízköd képződés, viszont a csőrendszer hosszától függően bizonyos idővesztéssel jön létre.

Ha ez a késedelem a védendő terület, vagy technológia, szempontjából nem megengedhető, akkor alkalmazzák a száraz elővezérelt rendszert. Ez alapvetően egy olyan rendszer, amely védelmi funkcióját a tűzjelző berendezéssel közösen látja el. A tűzjelző berendezés már a kialakulás stádiumában érzékeli a tűzre utaló jeleket. Tűzjelzés esetén a csőhálózatba, még a szórófejek zárt állapotában a sűrített levegő helyébe víz áramlik. A hő érzékelésekor így, a záró elemek késedelem nélkül működésbe léphetnek [24].

Az üvegampullák hő-színjelölései a hagyományos sprinkler rendszerekben használt jelölésekkel azonosak.

A nyitott szórófejes vízköddel oltó rendszer, a hagyományos nyitott szórófejes vízzel oltó berendezés elvén működik. Nagyobb tűzveszélyességi osztályú terekben keletkezett, gyorsan terjedő tűz megfékezésére alkalmas. A szórófejek készenléti állapotban nyitottak, a csőrendszer nincs nyomás alatt, az oltást a tűzjelző-hálózatban elhelyezett nagy érzékenységtű tűzérzékelő indítja. A korai tűzérzékelés teszi lehetővé, hogy a beavatkozás késedelem nélkül induljon. A csőhálózatba kerülő víz az összes

szórófejen egyszerre távozik, a teljes zónafelületen egyszerre olt az arra legalkalmasabb paraméterű vízköddel.

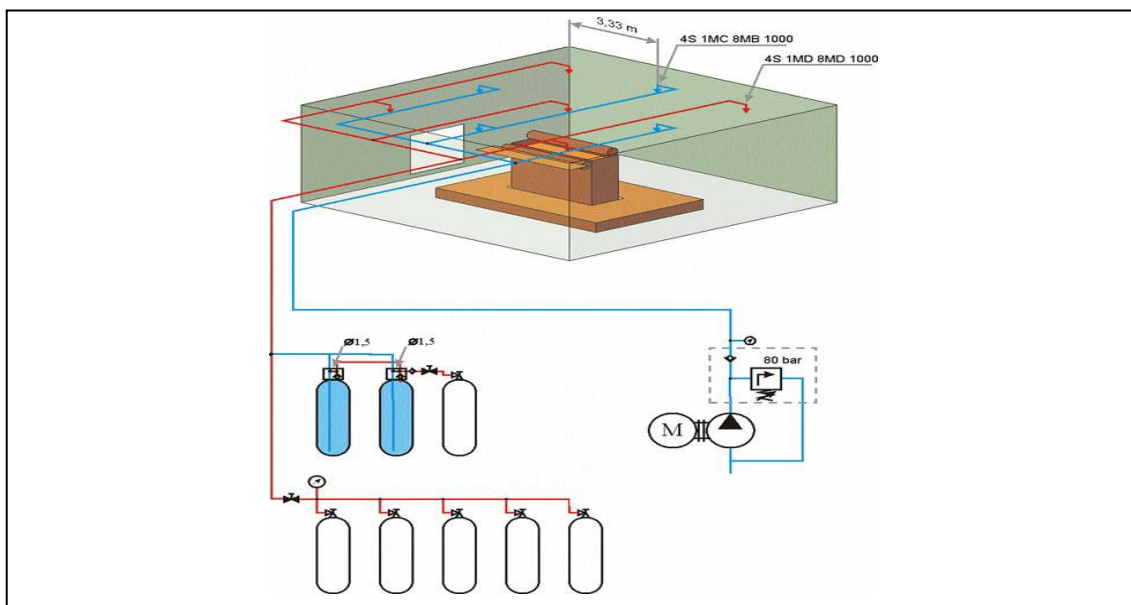
Vízminőség igény

A vízköddel oltó rendszerek, vízminőség igény szempontjából rendkívül érzékenyek. AZ NFPA 750 szerint a vízköddel oltó rendszerek vízellátása történhet desztillált vízzel – zárt, palackos vízellátású rendszerek - illetve legalább ivóvíz minőségű szűrt vízzel biztosítható. A tengeri alkalmazások esetében a tengervíz használata megengedett. Tengervíz felhasználása során a rendszerbe ioncserélő berendezést kell beépíteni. Ennek finomsága általában pár száz mikrométer [25].

Alkalmazási lehetőségek, gyakorlati megvalósítások

Mivel a beépített vízköddel oltó rendszerek közül az egyik legelterjedtebb változat a nagynyomású vízköddel oltó rendszer, ezért az alábbiakban ennek alkalmazási lehetőségeivel foglalkozom. A nagynyomású vízköddel oltó berendezés, üzemelése során, a tiszta (szűrt) vizet alakítja át finom vízköddé 80 - 200 bar közötti nyomáson. A stabil vízköddel oltó rendszerek esetében a magasnyomású víz előállítását kétféle módon történhet. Az egyik lehetőség a nagynyomású inert gáznak (nitrogén), vagy sűrített levegőnek, mint meghajtó anyagoknak a vízbe vezetése [26].

Az alábbi ábrán a gázzal működtetett vízköddel oltó rendszer látható.



6. sz. ábra: A gázzal működtetett vízköddel oltó rendszer (forrás: HI-FOG vízköddel oltó rendszer gyári leírása Marioff Corporation Oy Vantaa 2008)

A másik megoldás, a külső energiaforrástól teljesen független gázhajtású vagy dízelmotoros speciális szivattyúkkal, illetve külső energiaforrástól függő villamos szivattyúkkal történő üzemeltetés. A szivattyúk 25-800 l/perc teljesítménnyel dolgoznak, a rendszer méretét optimálisan lehet alakítani. A következő ábrán egy dieselmotoros szivattyúaggregát látható.

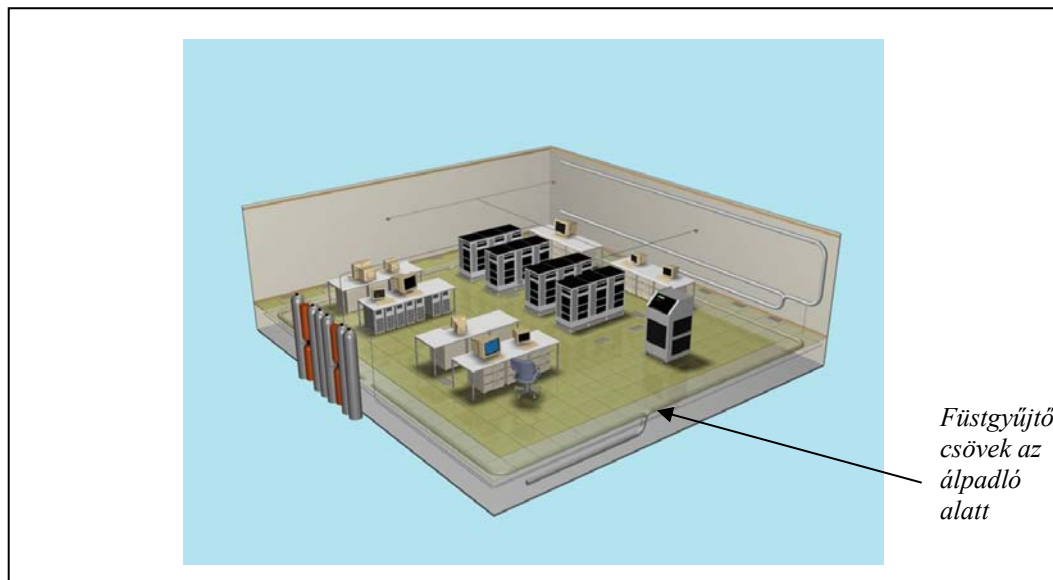


7 .sz. ábra: Dieselmotoros szivattyúaggregát (Forrás: FOGTEC vízköddel oltó berendezés gyári leírása, FOGTEC GmbH Köln 2006, 5.p.)

Bár a tűzkísérletek bizonyítják, hogy a halont kiváltó különféle oltógázoknál, a vízköd hatékonyabban oltja a tüzet és gátolja az újralobbanást, de a legfontosabb és egyedülálló tulajdonsága a vízköd füstelnyelő képességére kifejlesztett technológia. Az oltórendszer mellett, vagy nélküle alkalmazható modulok képesek már a korszerű abszorpciós füstérzékelők által érzékelt legkisebb füstmennyiséget is begyűjteni. A védett berendezések egy pillanatra sem állnak le, sem a füst, sem az oltógázok okozta későbbi károkkal nem kell számolni. Ezek a károk, illetve a kényszerű leállások okozta károk nagyságrendekkel meghaladhatják bármilyen védelmi berendezés létesítésének és üzemeltetésének költségeit.

A HI-FOG nagynyomású vízködös oltórendszer megjelenése a villamos kapcsoló és vezérlőterek oltórendszereként teljesen új filozófiát hozott az oltórendszerek tervezésében. A hatásos, gazdaságos és veszélytelen technológia, a tűzoltáson kívül teljes megoldást nyújt a füst elnyelésére is. A teremelárasztás egységéhez szervesen illeszkednek az álpadló alatti, illetve a terem füst elnyelő moduljai. A berendezés beépítése nem igényel több helyet, mint egy gázzal oltó rendszer. A védett térnek nem kell légzárónak lennie, nem kell foglalkozni a túlnyomás és a füstelvezetés problémáival, pedig azok megvalósítása igen költséges lehet. A rendszer könnyen illeszthető bármelyik érzékelő rendszerhez, de természetesen az

ideális eredmény a leggyorsabb aspirációs érzékelőkkel együtt érhető el. A védett rendszereket nem kell leállítani sem az oltás alatt, sem azt követően, ugyanis tisztításra nincs szükség [27]. A következő ábrán a füstelszívással kombinált vízköddel oltó berendezés egy lehetséges alkalmazása látható.



8. sz. ábra: Füstelszívással kombinált vízköddel oltó rendszer (Forrás: Védelem 2003/2. szám 37.p.)

Előnyei a többi berendezéshez képest: környezetbarát, emberre veszélytelen, egyenletes, választható ködcseppméret, kisebb vízmennyiség is hatékonyan olt, a vízkár szinte elenyésző, egyszerű felépítés, könnyű telepíthetőség, a rendszertechnika helyigénye igen csekély, füstelnyelési képesség nagy, elektromos helyiségekhez is alkalmazható.

Hátránya: a nagynyomású berendezések drágábbak, ezáltal az üzemeltetés költségei is nőnek, nagyobb tűzterhelések esetén kevésbé hatékony, mert az intenzív huzat, a gázcsere elviszi a vízködöt, megszüntetheti az oltóhatást.

A nagynyomású vízköddel oltó rendszerek felhasználási lehetőségei a következők lehetnek.

- Műemlék épületek, múzeumok levéltárak védelme,
- Számítógépközpontok, elektronikus adatfeldolgozó és szerverszobák védelme,
- Kábelcsatornák védelme,
- Ipari alkalmazások, dieselaggregátok, gázturbinák, különféle forgácsoló gépek védelme,
- Konyhák, ipari olajsütő berendezések védelme,

- Laboratóriumok védelme,
- Tv stúdiók védelme,
- Hajók, tengeri olajfúró berendezések védelme,
- Alagutak védelme.

A berendezések alkalmazása hazánkban még gyerekcipőben jár, mindössze néhány helyre került beépítésre hasonló rendszer, azonban az EU nyugati országaiban rendkívül széles körben terjedtek el. Példaként értekezésem 2. sz. mellékletében a Richter Gedeon Nyrt. magasraktáraiba telepített HI-FOG nagynyomású oltórendszert mutatom be [28].

2.4. A mobil vízköddel oltó berendezések általános jellemzői

Vízköd előállítására nemcsak a beépített oltórendszerek segítségével lehetséges, hanem különféle mobil vízköddel oltó berendezésekkel is. Ezekett a berendezéseket, a vízköd előállítási képességeik alapján a következőképpen lehet csoportosítani:

- Turboreaktív oltógépek,
- Impulzusoltó berendezések,
- Robbanómotoros mobil vízköddel oltók.

Mint ahogy nevükből is kitűnik, ezek a tűzoltóeszközök nincsenek helyhez kötve, ezáltal felhasználásuk rendkívül széles körben lehetséges. A felhasználási és alkalmazási lehetőségeket, az általam vizsgált egyes típusok részletes leírása során ismertetem.

2.5. A turboreaktív oltóberendezések jellemzői, alkalmazási lehetőségeik

A II. világháború után a kőolaj és földgáz kitermelés egyre jobban fokozódott. A nagy kitermelő államok és olajkonszernek gyakorta küzdöttek a gáz és olajkutak kitöréseinél keletkező fáklyatüzek oltásával. Az 1960-as években az akkori Szovjetunióban végeztek kísérleteket a repülőgép sugárhajtómű tűzoltási célokra történő alkalmazásával.[29] A novoszibirszki szakemberek kifejezetten a fáklyatüzek eloltására alkalmas berendezés megalkotásán fáradoztak. A repülőgép sugárhajtóművet egy tehergépkocsira építették, ezáltal a berendezést mobilizálták. Amikor gyakorlatban is kipróbálták az oltógépet, akkor szembesültek a problémával, hogy a hajtóműből

kiáramló gázok egy része éghető anyagokat is tartalmaz, és ezek lerontották az oltás hatékonyságát. Ezt a problémát úgy próbálták megoldani, hogy a hajtóműből kilépő gázsugarba vizet vezettek, amely a kilépő gáz hatására elporladt. Így hoztak létre vízködöt. A víz alkalmazása során jobb oltóhatást értek el. Később a magyar fejlesztőmérnökök is bekapcsolódtak a kutatásokba és az oroszok által készített turboreaktív oltógép tökéletesebb változatát alkották meg.

A berendezés úgy jött létre, hogy a MIG-15 típusú vadászpilóta, VK-107 típusú centrifugálkompresszoros sugárhajtóművét egy Zil-157 típusú terepjáró tehergépkocsira szerelték. A sugárhajtómű kilépő oldalára, egymástól egyenlő távolságra három darab fix vízsugarat rögzítettek, melyek tápláló csatlakozóit a jármű két oldalán helyezték el. A jármű, melyből két darabot építettek, a következő képen látható.



9. sz. ábra: A Zil-157 típusú gépjárműre telepített turboreaktív oltógép. (Forrás. Kuncz Imre: A tűz és oltóanyagai, BM Könyvkiadó 1972, 154.p.)

A turboreaktív oltógép működési elve a következő: a gázturbina nagy levegőigénnyel működik. A hajtómű indítása után a centrifugális légsűrítő (kompresszor) a levegő nyomását többszöröseire növeli. A levegő – a kompresszor forgórész kialakításának köszönhetően – sugárirányban hagyja el a légsűrítőt, és a bevezető nyíláson keresztül a több csöves égéstérbe kerül. Itt a levegő a beporlasztott tüzelőanyaggal (kerozin) keveredik. A keveréket meggyújtva állandó nyomású folyamatos égés alakul ki. A felhevült és nagymértékben kiterjedt gázok a turbinát forgatják. A turbina, a vele közös tengelyen lévő kompresszort, a hajtómű táprendszerét és a segédberendezéseket működteti. Az égéstermék gázok, inert gázok, a turbina

fűvócsövébe kerülnek. Ez a szerkezet a hőenergiát mozgási energiává alakítja át, vagyis a gázokat, a hőmérséklet csökkenésével párhuzamosan felgyorsítja. Innen a gázsugár kb. 2000 km/óra sebességgel lép ki a szabadba, hőmérséklete ekkor 500-600 °C.

A sugárhajtóműből nagy sebességgel kiáramló égéstermék gázáramába közvetlenül a kilépésnél három sugárcsőön keresztül kötött sugár formájában percenként mintegy 6000 liter vizet fecskendeznek. A gázáram nagy sebessége a vízsugarakat elporlasztja, a víz pedig hűti a gázt, miközben egy része gőzzé alakul. A továbbáramló keverék és a diszpergált víz egy különleges keveréket alkot (inert gáz és gőz keveréke), amely a tűzoltáshoz szükséges katalitikus hűtő és oltóhatást fejt ki. A létrehozott nagy átütőerejű oltósugár 35-40 méter hosszú, 10-15 méter átmérőjű. A legjobb oltóhatást, a géptől számított 15-20 méteren belül fejt ki.

A turboreaktív oltógép oltásmechanizmusa, a nagy sebességenergiából adódó átütőerőn alapszik. A benne lévő vízköd igen jó hatásfokkal alakul gőzzé és fejt ki hűtőhatását. A keletkezett gőzfelhő és a hordozógázként használt inert kipufogógázok fojtóhatása jelentős, az égési térből kiszorítja az oxigént. A tűzoltásban szerepet játszik a vízköd és gőzszemcsék negatív falhatása is, homogén és heterogén antikatalízisként [30]. Ezek az oltóhatások egyidejűleg, egymást kiegészítve, együtt érvényesülnek.

A turboreaktív oltással kapcsolatos szabályok a következők:

- Az oltósugár működési irányát úgy kell meghatározni, hogy az élőerőt ne veszélyeztessen,
- A saját hűtésén túlmenően legalább két „C” sugarat kell tervezni a géphez,
- Kellő szilárdságú támadási útvonalat kell kialakítani a géphez, az útvonalat tömlők ne keresztezzék,
- Indokolt esetben (gyakori szélirány-változás) tartalék útvonalat is kell építeni,
- Az oltógép vontatására erőgépet kell készenlétben tartani,
- Az oltógép táplálóvezetékeinek mozgatásához elegendő létszámot kell a helyszínen biztosítani,

- Több oltógéppel történő oltás esetén a gépeket 90°-os körív mentén kell felállítani,
- A szélirány és az oltósugár közti szög ne legyen nagyobb 5m/s szélerősségig 90°-nál, 5-10 m/s szélerősség között 15°-nál, 10 m/s szélerősség felett 10°-nál,
- Az oltási idő ne legyen több mint 15 perc [31].

Az 1969-es algyői gázkitörés tüzének oltásánál a berendezéseket sikeresen alkalmazták a tűzoltók. A következő években a berendezéseket tökéletesítették, a hordozó járműveket Zil-131 típusúra cserélték, és a hajtóműre erősített vízsugarak elhelyezésén is változtattak a jobb hatások érdekében. A járművek, melyek a következő képen láthatók napjainkban is szolgálatot teljesítenek, a Szeged MJV⁶ Hivatásos Önkormányzati Tűzoltóság, Algyőn található őrsén.



10. sz. ábra: A Zil-131 alvázra épített turboreaktív oltógépek (Forrás: Győr MJV Hivatásos Tűzoltóság archívuma)

Az 1979-ben bekövetkezett zsanai gázkitörés tüzének oltását már ezekkel, a Zil-131 tehergépkocsi alvázra épített turboreaktív oltógépekkel végezték. A káreset felszámolása közel egy hónapig tartott, és az oltás is csak többszöri próbálkozásra sikerült. A munkálatok során nyilvánvalóvá vált, hogy a hasonló tüzesetek hatékonyabb oltásának érdekében szükség van az eddigiekkel azonos működési elvű, de nagyobb oltóteljesítményre képes berendezés építésére és rendszeresítésére.

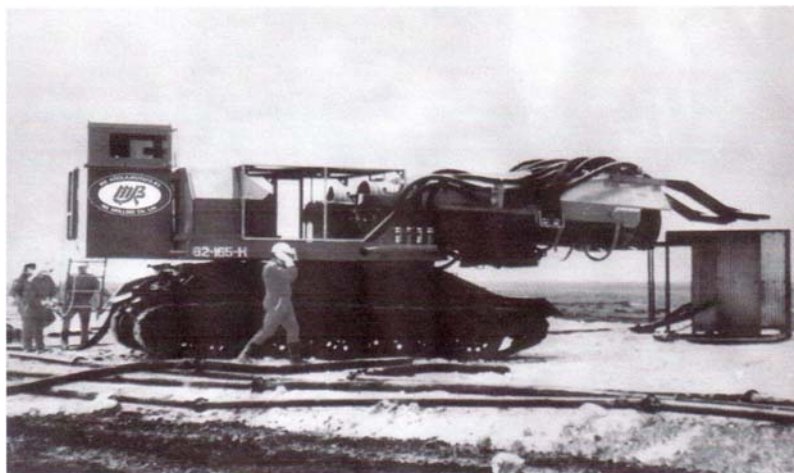
⁶ Megyei Jogú Város

Több kisebb kútkitörés, többek között az 1984-es sávolyi gázkitörés felszámolásának tapasztalatai is hozzájárultak ahhoz, hogy még abban az évben a központi szervek döntést hoztak egy új nagyteljesítményű turboreaktív oltóberendezés építéséről [32]. A gazdasági hatásokat figyelembe véve egy átalakított T-34 típusú harckocsi alvázra kettő egymástól függetlenül üzemeltethető és vezérelhető a MIG-21-es szuperszónikus repülőgépeken alkalmazott R-11F300 típusú sugárhajtómű került beépítésre. A berendezés 1991 nyarára készült el, az üzemi próbákat augusztusban Üllés község határában tartották.

A maga nemében, a világon egyedülálló oltóberendezés született, mely napjainkban is üzemképes. Az oltógép tömege 38.000 kg. Teljesítményére jellemző, hogy akár 80-100 méteres oltósugár előállítására is képes. Külső táplálással hajtóművenként 6000 l/min mennyiségű oltóvíz, 3200 l/min nehézhab, 800 l/min középhab és 40 kg/sec oltópor juttatható a gázáramba [33].

Hajtóművenként egy időben különféle oltóanyagok alkalmazása is lehetséges, ezáltal a berendezés kombinált oltásra is alkalmas. Az I. Öböl-háború során felgyújtott kuwaiti olajkutak tüzeinek oltása során bebizonyította rendkívüli hatékonyságát. Az oltásban résztvevő különféle nemzetek tűzoltói a gép csodájára jártak és „Big Wind”-nek nevezték el. A fantasztikus teljesítmény felhívta a világ figyelmét a magyar szellemi és gyakorlati tevékenység zsenialitására.

A berendezés napjainkban is üzemképes, a Pestvidéki Repülőgép Javító Üzemben található Tökölön. A Big Wind, a következő képen látható.



11. sz. ábra: A Big Wind (Forrás: Védelem, 2006/2. szám, 19.p.)

Turboreaktív oltóberendezések zárt téri és vegyipari üzemekben történő alkalmazása is lehetséges. Angliában sikeres kísérleteket folytattak zárt térben keletkezett vegyi tüzek sugárhajtóművel történő eloltásával kapcsolatban. Ez az oltási technika azon alapul, hogy a sugárhajtóműből kiáramló inert gázt a tűz által érintett helyiségbe, csarnokba vezetik, majd azzal fokozatosan kitöltik a belső teret. Ez az eljárás egyenértékű az oxigén elvonással, aminek köszönhetően az égés megszűnik. Az oltóhatást víz beporlasztásával ebben az esetben is lehet növelni [34].

A KGST⁷ blokkon belül, a Szovjetunió és Magyarországon kívül, a Német Demokratikus Köztársaságban (továbbiakban NDK) is folytak kísérletek a turboreaktív oltóberendezések fejlesztésének és lehetséges alkalmazásainak tekintetében. Ott az ipari felhasználást helyezték előtérbe, annak megfelelő szempontokat vettek figyelembe. Az NDK mérnökei 1982-ben fogtak a tervezéshez és rajzolták meg az első berendezést, melyet 1984 évben le is gyártottak. Hordozójárműnek a saját gyártású IFA W-50 L/LA típusú összerékmeghajtású tehergépkocsit választották, melyre Klimow WK-1 típusú sugárhajtóművet építettek. A berendezést AGLF⁸-nek nevezték el. A speciális kialakítás lehetővé tette, hogy vízszintesen 80-100 méter, függőlegesen 30-35 méter hosszú oltósugarat lehet előállítani a berendezéssel. A kilépésnél két fixen telepített sugárcsővön keresztül percenként 3000 liter vizet lehet löni a sugáráramba, külső vízforrásból. Az oltási tartomány vízszintesen 0-180° és függőlegesen 75°.

A járműből két darab készült, melyek 1993-ig szolgálatban álltak a Vattenfall Europa Mining AG Schwarze Pumpe erőművében a németországi Sprembergben [35]. A berendezések, az alábbi képen láthatók.



12. sz. ábra: IFA AGLF (Forrás: Feuerwehr Magazin 2008/12. szám 60.p.)

⁷ Kölcsönös Gazdasági Segítség Tanácsa

⁸ Abgaslöschfahrzeug – kipufogógázzal oltó tűzoltójármű

A berendezéseket 1993-ban korszerűsítették. A nagyobb megbízhatóság és a jobb bevethetőség érdekében a sugárhajtóműveken is átalakításokat végeztek, ennek köszönhetően a sugártávolság 150 méterre növekedett. A kezelő-berendezéseket átalakították, külön kezelőfülkét helyeztek el a felépítményen. A hordozójárműveket MAN típusúakra cserélték. Az erőmű technológiai berendezéseiben keletkezett tüzek oltására több esetben sikeresen alkalmazták a berendezéseket [36]. A gépek napjainkban is bevethetők, a következő képen láthatók.



13. sz. ábra: MAN AGLF (Forrás: <http://wikimedia.org/file.turboloesch>, 2009. május 7. 17.⁵⁰)

Magyar mintára, 1991 és 1993 között, Németországban építettek egy lánc talpas hordozójárműre turboreaktív oltógépet, ebből egyetlen darab készült, jelenleg is üzemképesként van nyilvántartva, a Német Tűzoltó Múzeumban található Fuldában. Alvázként T-55 típusú harckocsit használtak, melyre egyetlen R-13-300 típusú, orosz gyártmányú szuperszónikus sugárhajtóművet építettek. A berendezést „Hurricane” – nek nevezték el, a következő képen látható.



14. sz. ábra: AGLF Hurricane (Forrás: <http://www.dfm-fulda.de/> 2008. szeptember 17. 20.⁵⁰)

Németország legnagyobb vegyi üzemében, a BASF⁹ Ludwigshafeni üzemi tűzoltóságánál állítottak szolgálatba turboreaktív oltóberendezést 1996-ban. A berendezést kifejezetten vegyipari üzemekben keletkezett tüzek oltására fejlesztették ki. MAN típusú háromtengelyes, speciális kialakítású hordozójárműre építettek 2 db Turbomeca Larzac 04 típusú repülőgép sugárhajtóművet. A hajtóművek egymástól függetlenül használhatók és vezérelhetők. A turbinák sugáramába hajtóművenként két vízsugarat vezettek, az összes vízfelhasználás 6000 liter percenként. Az elérhető maximális sugártávolság 120 méter, az oltósugár maximális szélessége 40 méter. A vízsugarakat speciális sugárcsöveken vezették át, mielőtt a hajtómű tolósugarába lépnek. Így az általuk képzett vízsugár képe változtatható. Ennek szerepe a vízködképzésben, ezáltal az oltás hatékonyságában nyilvánul meg [37]. A hatalmas ludwigshafeni gyárban zárt és nyílttéri alkalmazások tekintetében több kísérletet végeztek a németek, mielőtt a berendezést rendszeresítették volna. Például oltottak raktártüzet, technológiai berendezéseket és hűtöttek tartályokat. Figyelemre méltó, hogy egy 270 m² felületű folyadéktüzet 1 perc alatt oltottak el [38].

2005-ben újabb turboreaktív oltóberendezést állítottak rendszerbe. Hordozójárműként Mercedes Actros típusú háromtengelyes jármű szolgál, a sugárhajtóművek típusa megegyezik az előzőekben ismertetettekkel. A berendezések az alábbi képen láthatók, a bal oldali járműnél jól kivehető a sugárképek közötti különbség.



15. sz. ábra: BASF turboreaktív oltógépei (Forrás: Feuerwehr Magazin, 2008/12. szám 77.p.)

⁹ Badische Anilin und Soda Fabrik (A világ legnagyobb vegyiüzemének neve)

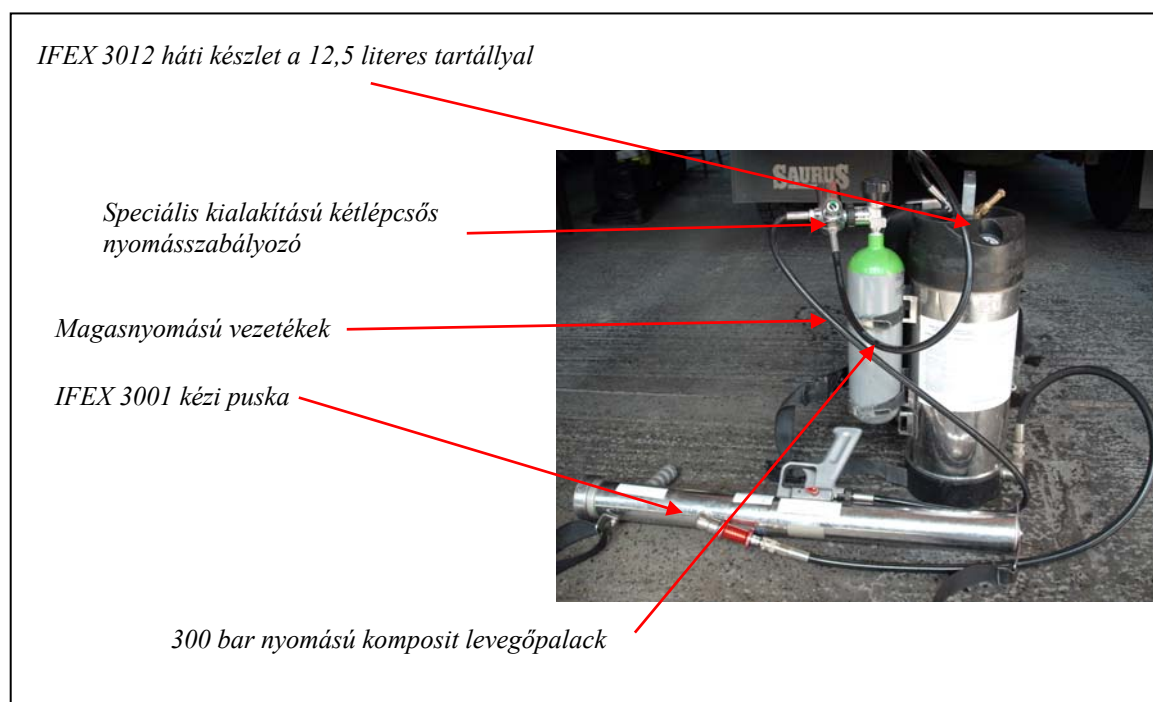
2.6. Az impulzusoltó berendezés felépítése, működése, felhasználási lehetőségei

Az impulzusoltó berendezések, felhasználástól függően több kivitelben készülnek. Léteznek gumikerekes, lánc talpas járműre, illetve helikopterre telepíthető változatok is, melyek a nehezen megközelíthető helyszíneken – erdő és bozóttüzek – keletkezett tüzek oltásában nyújtanak hatékony segítséget.

Hazánkban a legtöbb tűzoltóságon az IFEX 3012 típusú háti készlet került rendszeresítésre, ezért az alábbiakban ezt a típust mutatom be részletesen. Ahhoz, hogy a berendezés működési elvét könnyen meg lehessen érteni, ismerni kell a szerkezeti felépítését. Az IFEX 3012 háti készlet 12,5 literes víztartályból, 300 bar nyomású levegő tárolására alkalmas palackból és nyomáscsökkentőből áll.

A levegőpalack egy nyomáscsökkentő berendezésen keresztül, a víztartály 6 bar nyomás alá helyezését és az impulzus puska 25 bar nyomású levegővel való ellátását szolgálja. A levegőpalack az oltást végző személy légzőkészülékének levegőjét is biztosíthatja. A tűzben, füstben folyosót löve lehet felderíteni és embert menteni vele.

Az impulzusoltó berendezés részei:



16. sz. ábra. Az IFEX típusú impulzuspuska főbb részei (Forrás: a jelölt munkája)

Az impulzusoltás lényege az, hogy az oltóanyag előre meghatározott mennyiségét (amely lehet akár az egész oltandó térrészre előre kiszámított teljes

oltóanyag-szükséglet is) egy időpillanatban, nagy energiájú lökéshullám segítségével finoman porlasztva, aeroszolként az égéstérbe juttatjuk.

„Ha kis mennyiségű vizet porlasztunk szét és lövünk a lángokba, az igen nagy fajlagos felületű vízköddel intenzív hőcserét hozhatunk létre, erős és hatékony lesz a hűtőhatás. Ezzel a megoldással a teljes térrészben, amelyben oltást akarunk megvalósítani, az oltóanyag koncentrációját néhány milliszekundum alatt a kritikust meghaladó értékre növelhetjük. Ennek következtében a lángok pillanatszerűen kialszanak” [39]. A nagy hőátadó felület mellett a vízcseppek kis tömege is segíti a gyors hőátadást, a vízcseppek elpárolgását. A hőelvonás nagyobb része a párolgáshővel történik. A hőelvonás mellett az eljárás hatékonyságát nagymértékben növeli, hogy az impulzus oltó berendezésből kilépő vízködsugár kinetikai energiája nagy. A kilépési sebesség kb. 500 km/óra. Mérések szerint 1 liter vízből 12-15 köbméter vízköd képződik, a sugár hatótávolsága 8-10 méter [40].

A nagy áramlási sebesség miatt a felhő behatolóképesége nagy, igen jól bejut a tűzfészek belsejébe, a felhő útjába eső akadályokat körülörvényli, a takart felületeket is átnedvesítve ezzel. A következő képsorozat az IFEX impulzusoltót mutatja működés közben. Felső sorban a kézi puskából kilépő vízködfelhő látható szemből, az alsó sorban pedig hátulnézetből látható, ahogy a vízköd eléri, majd eloltja a tüzet.



17. sz. ábra: Az impulzusoltó működése (Forrás: Szőcs István bocsátotta a jelölt rendelkezésére)

2.6.1. Az eljárás előnyei

Az oltás több lövéssel is lehetséges. Az egyes lövések eredménye összeadódik, de a legjobb oltóhatást a teljes térre számított anyagmennyiség egy lövésből való beporlasztása adja. A kilőtt vízköd kinetikai energiája nagy, így átlóható vele egy

kábelalagút, feltölthető egy panelház közműaknája, ahol egyébként igen gyors a tűzterjedés a kéményhatás miatt. Továbbá:

- A hatás pillanatszerű és totális,
- A felhasznált oltóanyag mennyiség igen csekély
- Az oltás emberek közvetlen jelenlétében is végrehajtható,
- Az eljárás alkalmazási költsége alacsony,
- Az eszközök használatának begyakorlása nem jelent különösebb költséget,
- A palackok töltéséhez szükséges sűrített levegő minden tűzoltóságon rendelkezésre áll.

És végül az egyik legfontosabb előny, hogy a másodlagos úgynevezett vízkár elmarad!

2.6.2. Az impulzuspuska alkalmazási köre

Tűzoltásra:

Az Impulzus vízköddel oltók A (szilárd) és C (gáznemű) osztályú anyagok tüzeinek oltására alkalmasak. B (folyékony) osztályú anyagok tüzeinek oltásához adalékanyagot célszerű használni, melyet előre a vízhez kell adni. Egy Győrben végrehajtott tűzoltási gyakorlat során 2m² területű folyadéktűzet (95-ös oktánszámú benzin) sikerült két lövéssel eloltani csak víz felhasználásával. A következő ábrán az impulzusoltó látható működés közben. Jól kivehető, ahogy a vízködfelhő elnyomja a tüzet.



18. sz. ábra: Folyadéktűz oltása Impulzus puskával (Forrás. A jelölt felvétele)

A berendezés feltalálója sikeres kísérleteket folytatott a berendezéssel, tűzoltópor alkalmazásával. Az előre meghatározott mennyiségű oltóport (400 g) nylon zacskóba töltötték, behelyezték a kézi puskába, majd a tűzre lőtték. Előre elkészített portöltetek felhasználásával az újratöltés viszonylag gyorsan elvégezhető.

Folyékony mentesítőszer, fertőtlenítőszer kilövésére:

A mentesítő, fertőtlenítő szer megfelelő arányban be kell keverni a berendezés tartályába. Egy kilövással viszonylag nagy terület lefedhető. Előnye a gazdaságos mentesítő anyag felhasználás.

Por alakú mentesítő, felitató szer kilövésére:

Első lépésként az impulzuspuska csövéből a sugárképben fontos szerepet játszó gumiíriszt le kell venni, majd a csőmérethez alkalmazkodó keresztmetszetű, lehegesztett fóliahengerbe adagolt 400 g-os adagokban a felitatószert a csőbe tenni. Ezután a felitatószert a felitálni kívánt folyadékfoltra kell lőni. Egy levegőpalack töltéssel kb. 50 lövést lehet végrehajtani.

Olajszennyeződés felitátása élővizeknél:

Az élővizekbe került olajszennyeződés eltávolításának bevált módja a szennyező anyag összegyűjtése csapdába, majd az anyag lefejtése és eltávolítása. Javul az eltávolítás hatásfoka, ha a szennyezőanyagot speciális felitató anyaggal abszorbeálják és így már szilárd, de még mindig veszélyes hulladékot gyűjtik össze és szállítják el megsemmisítésre. A felitató anyag kijuttatásához – tekintettel arra, hogy a csapdán belül a teljes felületet egyenletesen kell felitató anyaggal teríteni – kisebb mennyiségű szennyező anyagnál a felitató szer impulzus puskával kilőhető.

Nyílt vizek felületének szennyezése esetén a parttól kb. 10 méterig lehet belőni az anyagot. Az adagok tömegének ismeretében a kijuttatott felitató anyag mennyisége jól szabályozható.

2.7. Robbanómotoros mobil vízköddel oltó berendezések felépítése, működése, felhasználási lehetőségeik

Az alábbi részben csak azokról a berendezésekről szólok, amelyek a győri tűzoltóságnál, illetve a működési területén lévő létesítményi tűzoltóságon megtalálhatók és különféle bevetések során szerzett tapasztalatokat elemezni tudtam.

A berendezések elsősorban zárt téri használatra kerültek kifejlesztésre [41], a másodlagos károk elkerülése és a rendkívül jó oltóhatás miatt, de nyílt téren is, többek között személygépkocsi, de avar tüzek felszámolásánál is bizonyították rendkívüli oltási képességeiket [42].

2.7.1. Az UNIJET-FOG típusú berendezés szerkezeti felépítése, működése, alkalmazásának köre

A győri tűzoltóságnál két robbanómotoros mobil vízköddel oltó került rendszeresítésre, az egyik berendezés az UNIJET-FOG, a másik pedig Rosenbauer UHPS. Alábbiakban az elsőként említett berendezést ismertetem, a másikkra később térek vissza.

Az OKF pályázatán nyerte a győri tűzoltóság az IFEX KFT által összeállított berendezést. Mielőtt a berendezés bemálházásra került a Mitsubishi Pajero L-200 típusú terepjáró gépjárműbe, bizonyos átalakításokat kellett rajta elvégezni. Sajnos helyszűke miatt az eredeti 200 literes víztartály nem fért be a járműbe, ezért helyette gyártatni kellett egy kisebb, két részből álló kb. 100 literes víztartályt [43].

A robbanómotorral egybeépített szivattyúegység egy külön keretbe került, amelybe szintén beépítették a 6 liter űrtartalmú koracélból készült habképző anyag tartályt is. Ez a keret egy kihúzható tartón lett elhelyezve, így könnyen üzembe lehet az eszközt helyezni.

Az elhelyezés másik előnye, hogy a berendezést a gépjárművün kívül is lehet üzemeltetni, ha a folyamatos oltóvíz ellátás biztosított. Ennek jelentősége a speciális felhasználás területén nagy, melyre a későbbiekben külön kitérek. Másik előnye, hogy a berendezés javítás vagy szerviz esetén is könnyedén kiemelhető a járműből és a szükséges munkák, karbantartás, illetve javítás könnyen, különösebb nehézségek nélkül elvégezhető rajta.

A vízköddel oltó több éves használat ellenére is megbízhatóan működik, sokrétű a felhasználhatósága, ugyanakkor hátránya, hogy a munkatömlő rövid, nem tömlődobon található, hanem szabadon kell felcsévélni, így a tömlő kezelése minden egyes beavatkozásnál gondot okoz.

A gyártó felismerte a tömlődob hiányának az alkalmazás során fellépő hátrányait, ezért a 2004-től gyártott berendezéseket ellátták kézi működtetésű tömlődobbal, amely igény szerint külön is megrendelhető és kompatibilis a korábbi készülékekhez.

A következő ábrák a berendezést eredeti, majd átalakított változatban mutatják. Mindkét változaton jól látszik a szabadon összetekert tömlő.

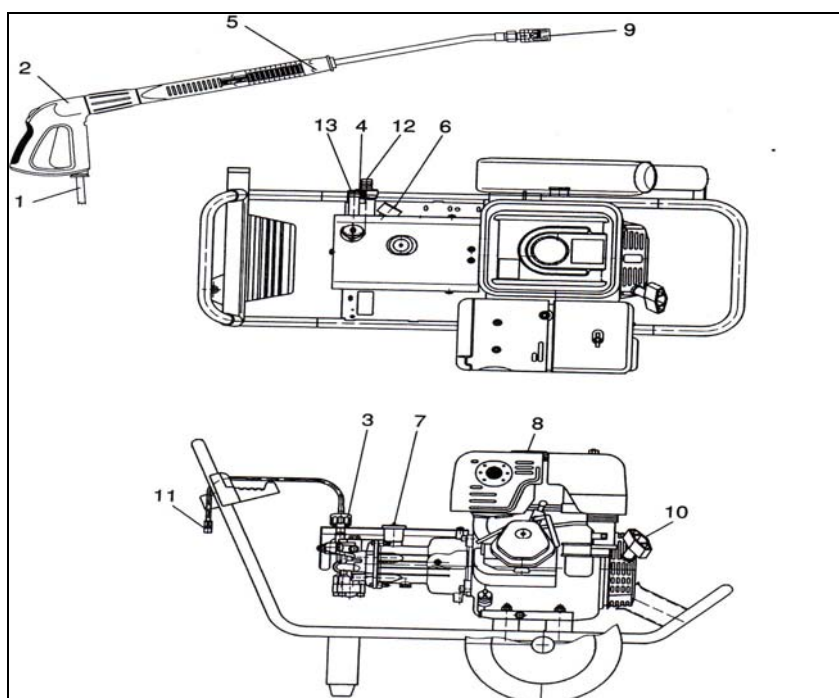


19. sz. ábra: Az UNIJET-FOG típusú vízköddel oltó berendezés (Forrás: Győr MJV Tűzoltóság archívuma, és a jelölt felvétele)

A vízköddel oltó erőforrásaként egy Honda GX-340 típusú egy hengeres négyütemű 8,2 kW (11LE) teljesítményű kézi indítású benzinmotor szolgál. A motor hűtését ventilátoros kényszerlégűtés biztosítja.

Az üzemanyagtartály a motorra került ráépítésre, űrtartalma 6 liter. A motor óránként igénybevételelől függően átlagosan 3,2 liter ólmozatlan 95-ös oktánszámú benzint fogyaszt, és legnagyobb teljesítményét 3150 1/min üzemi fordulaton adja le. A motort célszerű kihúzott konzollal üzemeltetni, hogy a kipufogógázok a szabadba távozhassanak. Eddigi üzemeltetési tapasztalataink jók, meghibásodás nem történt. Szerkezeti felépítését tekintve a berendezés egyszerű, a szivattyú egybeépítésre került a motorral, meghajtását közvetlenül a főtengelyről kapja.

A szivattyút ellátták nyomásszabályzó berendezéssel, amely a vízköddel oltó sokrétű alkalmazását teszi lehetővé. A következő ábra a berendezés szerkezeti részeit mutatja, a számokhoz tartozó egyes részegységek megnevezései az ábra alatti kiegészítésben találhatók.



Szám	Megnevezés
1	Magasnyomású tömlő
2	Kézi pisztoly
3	Mentesítő anyag szabályozó kézi szelep
4	Víznyomás-és mennyiség szabályozó
5	Sugárkép állító
6	Manométer
7	Szivattyú olajbetöltő
8	Motor üzemanyag tank
9	Három féle fűvóka
10	Kézi berántó fogantyú
11	Mentesítőanyag szívócső szűrővel
12	Szivattyú víz szívócső csatlakozó
13	Szivattyú kilépő magasnyomású csatlakozó

20. sz. ábra: A vízköddel oltó részei (Forrás: gyári adatok, a jelölt összeállítása)

Az ábrákon jól látható, hogy a motor egybe van építve a magasnyomású szivattyúval. A szivattyú típusa Kärcher HD 1040 B dugattyús. A szivattyú paraméterei a következők:

Szivattyúnyomás (bar)	10 – 210 állítható
Max. vízszállítás (l/perc)	3,5 – 15
Max szívómélység (m)	1
Tömlőhossz (m)	2 X 15
Biztonsági berendezések	Túlnyomásszabályzó szelep
Lándzsa	1 db Háromfűvókás nagynyomású

3.sz. táblázat. Kärcher HD 1040 B típusú szivattyú technikai paraméterei (Forrás: gyári adatok, a jelölt összeállítása)

Az UNIJET FOG felhasználási lehetőségei

A berendezés nemcsak vízköddel oltásra alkalmas, hanem habköddel oltásra, illetve mentesítésre, fertőtlenítésre egyaránt. A táblázatból kitűnik, hogy a szivattyú alkalmassá teszi az eszközt, felszívósos táplálással történő üzemeltetésre is.

Vízköddel oltás

A berendezés technikai paramétereiből látszik, hogy 10 – 210 bar közötti nyomáson lehet használni. A győri tűzoltóságon a berendezés átlagos használata 180 bar nyomáson történik. Az előbbieken szó esett a háromfűvókás oltólándzsáról, amely a különböző fűvókáknak köszönhetően, többfajta sugárkép kialakítását teszi lehetővé. A sugárképet a sugárvezető választja meg, a nyélen lévő sugárkép állító jobbra, illetve balra csavarásával. Lehetőség nyílik kör 0°, lapos 25°, és alacsony nyomású lapos CHEM sugárra mentesítéshez.

A szivattyú által előállított nyomáson, a fűvókán kilépő vízköd cseppmérete megfelelő, és a kinetikai energia is elegendő, így a cseppek lángtérbe jutása könnyen megtörténik. A berendezés tartályában szállított oltóvíz kb. 10 perces üzemelésre elegendő, de ez az idő elég a táplálás megszerelésére. A vízköddel oltó, felszívósos táplálással is üzemeltethető. Pár perces működés alatt egy lakás teljes terjedelmében égő helyisége eloltható.

Szabadtéren is bizonyított a vízköddel oltó, ugyanis nemrégiben mivel egyetlen gépjárműfecskendő sem állt rendelkezésre, kb. 500 m²-es avartüzet sikerült felszámolni, úgy, hogy a víztartály nem ürült ki!

A rendkívüli hatékonyságot mi sem bizonyítja jobban, mint az, hogy szinte alig kellett utómunkálatokat végezni. A sugárképeket változtatva könnyedén lehetett lokalizálni az izzó részeket.

Habköddel oltás

A berendezést gyárilag nem szerelték fel habbekeverővel, ezért alaphelyzetben csak vízköddel oltásra volt alkalmas. Mivel az általam vizsgált vízköddel oltók többsége alkalmas volt habbal oltásra, látva a rendkívüli hatékonyságot, alkalmassá kívántam tenni a saját berendezésünket is erre a műveletre. Amikor az átalakítások és a beépítés megtörténtek, az üzembe helyező cégtől kapott a tűzoltóság egy kézi állítású habbekeverő szelepet, de a beszerelést már helyben kellett elvégezni.

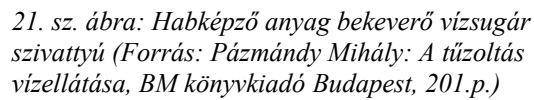
Sajnos a habbekeverő nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket, mivel szűk keresztmetszetén nem tudott megfelelő folyadékmennyiség átáramolni, ezért a szivattyú nem tudott folyamatosan üzemelni, pulzálva, lüktetve járt és a folyamatos oltóanyag-ellátást, sem vízzel, sem habbal nem tudta biztosítani.

2.7.2. Saját fejlesztésű habbekeverő tervezése, kialakítása, funkcionális illesztése a készülékhez

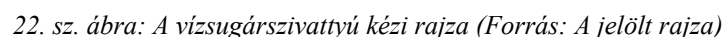
Mivel ilyen vízsugárszivattyút a gyártótól nem lehetett vásárolni, (ugyanis a berendezés nem habbaloltásra készült) valamilyen módon szerettem volna megoldani a problémát. Próbáltam a legegyszerűbb megoldást megkeresni.

A szakirodalomban dugattyús szivattyúk habbekeverő rendszerével kapcsolatban nem találtam információt, a centrifugál szivattyúk bekeverő rendszere típusonként más és más, az AUDI tűzoltóságnál található dugattyús szivattyúk habbekeverő szelepe pedig integrálva van a szivattyú-egységbe, így nem tudtam közvetlen adatokhoz jutni. Annyit megtudtam, hogy a habbekeverő rendszer mindkét berendezésnél szívóoldali, tehát mindenképp hasonló megoldás megvalósítására kellett törekedni.

21. sz. ábra: Habképző anyag bekeverő vízszugár szivattyú (Forrás: Pázmándy Mihály: A tűzoltás vízellátása, BM könyvkiadó Budapest, 201.p.)



A tervezendő berendezésnek szívóoldalra kell kerülnie, ezért a be, illetve kifelé vezető kúpozás részeit megfordítottam, a hosszabb gyorsító szakaszt helyeztem az injektor elé, a rövidebb kivezető (keverő) szakaszt, pedig mögé. A 2/3, 1/3 hosszúsági arányon és az 50%-os átmérőcsökkenésen nem változtattam. Méreteztem a berendezést az UNIJET-FOG szivattyújához, igazodva annak változtatható vízszállításához. Az injektor fűvóka a 6 % átfolyásnak megfelelő átmérővel a legszűkebb keresztmetszeten került bevezetésre. A berendezést a következő általam kézzel rajzolt ábra, majd a kész berendezésről készült kép mutatja. A rajz a számítógépes kicsinyítés miatt nem méretarányos.





23. sz. ábra: Az UNIJET-FOG beépített habbekeverő szivattyúja (Forrás: A jelölt által készített)

Habköddel oltás megvalósítása

A rajz alapján egy esztergályos a berendezést rövid idő alatt legyártotta, már csak a beszerelés maradt hátra. A habtartály leeresztő szelep elé beépítettünk még egy visszacsapó szelepet, az esetleges visszáram megakadályozására. A próba sikeres volt, a szivattyú a beépített szívóoldali bekeverővel tökéletesen működött. A habtartály nem ürült ki a 10 perces üzemelés alatt, folyamatosan el tudta látni habképző anyaggal a bekeverő szivattyút, melyen keresztül a habképző anyag könnyen a vízáramba került.

A szivattyú elvégezte a habbekeverést, majd a kész hab az oltólándzsán keresztül mikro cseppek formájában jutott az égéstérbe. Mivel a berendezés eredeti állapotában nem volt alkalmas habbaloltáshoz, ezért oltólándzsához nem tartozik a léghab képzéséhez szükséges előtétcső. Az oltólándzsa fúvókájából kilépő nagy sebességű és nyomású hab-víz emulzió, a kilépés pillanatában találkozik a levegővel, melyet magával ragad, így habköd képződik.

Az oltóberendezés ezáltal a szilárd tűzfészket nagy hatékonysággal hűti, nedvesíti, az éghető folyadékok gőzeinek utánpótlását megakadályozza. A tartályban szállított 6 liter habképző anyag bőven lehetővé teszi a 10 perces üzemidőt, a tartály utántöltése egyszerű, akár üzemelés közben is végre lehet hajtani.

Mentesítés, fertőtlenítés

A szivattyút gyártó Kärcher cég a magasnyomású mosó és tisztítóberendezések fejlesztésében és gyártásában élenjár. Ennek köszönhetően a szivattyú kialakítását olyan speciális fémötvözetek felhasználásával végezték, amelyek a rendkívül agresszív maró és korrozív hatású mentesítő és fertőtlenítő oldatokkal szemben is ellenállóak.

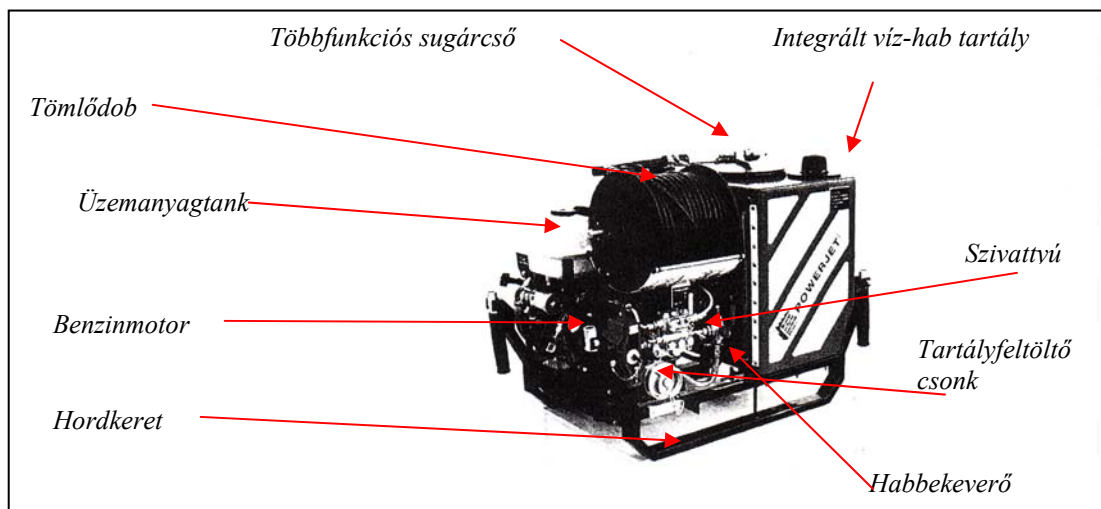
Mentesítési feladatok végzésére való alkalmasságról, a későbbiekben külön fejezetben szólok.

Az UNIJET FOG felhasználásának előnyei

- Az oltóhatás kiváló,
- A felhasznált oltóanyag mennyiség igen csekély,
- Az oltás emberek közvetlen jelenlétében is végrehajtható,
- A berendezés üzemeltetési költsége alacsony,
- Az eszközök használatának begyakorlása nem jelent különleges költséget,
- Széles körben alkalmazható, különleges feladatok elvégzésére is alkalmas.

2.7.3. A HLG POWERJET magasnyomású oltóberendezés szerkezeti felépítése, működése, felhasználásának lehetőségei

A POWERJET berendezést egy német cég, a Brandschutztechnik Müller GmbH. gyártotta, a beépítését egy VW Transporter típusú gépjárműbe a BM Heros Rt. végezte. A vízköddel oltó egy hordozható zárt egységet képez. A vízköddel oltó erőforrásaként egy Honda GX-390 típusú egyhengeres négyütemű 9,6 kW (13LE) teljesítményű önindítós (lehetséges a kézi indítás is) benzinmotor szolgál. A motor óránként 3,8 liter olmozatlan 95-ös oktánszámú benzint fogyaszt, és legnagyobb teljesítményét 2500 1/min üzemi fordulaton adja le. A következő ábra a berendezés szerkezeti részeit mutatja.



24. sz. ábra: A POWERJET szerkezeti részei (Forrás. Gyári adatok)

Az ábrán jól látható, hogy a motor ennél a típusnál is egybe van építve a magasnyomású szivattyúval. A szivattyú típusa HLG POWERJET dugattyús. A szivattyú paraméterei a következők:

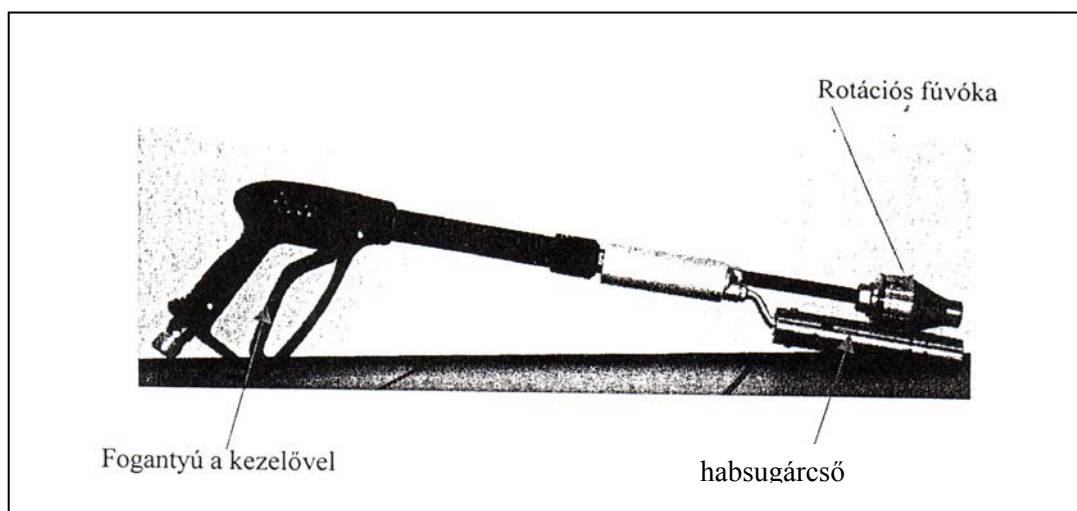
Szivattyúnyomás (bar)	10 – 220 állítható
Max. vízszállítás (l/perc)	20
Max szívómélység (m)	2,5
Tömlőhossz (m)	30 + 20 tömlődobon
Biztonsági berendezések	Túlnyomásszabályzó szelep
Sugárcső	1 db. többfunkciós nagynyomású

4 .sz. táblázat: HLG POWERJET típusú szivattyú technikai paraméterei (Forrás: gyári adatok, a jelölt összeállítás)

A víztartály űrtartalma 90 liter, a beleépített habképző anyag tartály 6 liter habképző anyag befogadására képes. A táblázatból látható, hogy a berendezés felszívósos táplálással is üzemeltethető.

A HLG POWERJET felhasználási lehetőségei

A kitűnő oltóhatás ennél a berendezésnél nemcsak vízköddel oltásnál érvényesül, hanem a speciális többfunkciós sugárcsőnek köszönhetően a habbaloltásnál is. A következő ábrán a POWERJET többfunkciós oltópisztolya látható



25. sz. ábra. A HLG POWERJET többfunkciós oltópisztolya (Forrás: gyári adatok)

Vízköddel oltás

A berendezés technikai paramétereiből kitűnik, hogy 10 – 220 bar közötti nyomáson lehet használni. Az AUDI tűzoltóságon a berendezés átlagos használata 150 bar nyomáson történik. A POWERJET speciális oltópisztolyán található rotációs fűvóka segítségével két fajta üzemmód lehetséges, azaz kétfajta sugárkép alakítható ki.

Az egyik a szórt sugár, egy finom a rotáció hatására ideális méretűre szétaprózódó vízsugár, a másik a kötött sugár, nagy hatótávolsággal, zárt pontszerű vízcseppekből álló vízsugár.

A berendezés által előállított nyomáson a fűvókán kilépő vízköd cseppmérete megfelelő, és a kinetikai energia is elegendő, így a cseppek lángtérbe jutása könnyen megtörténik. A berendezés tartályában szállított oltóvíz kb. 10 perces üzemelésre elegendő és ez az idő elég a táplálás megszerelésére. Pár perces működés alatt egy teljes terjedelmében égő kisebb helyiség, vagy gép eloltható.

A sugárképeket váltogatva könnyedén lehetett lokalizálni az izzó részeket.

Habbal oltás

A szivattyú habbekeverő rendszere, szívóoldali mellékáramú. Egy csap megnyitásával a habtartályból a habbekeverőn keresztül jut a habképző anyag a vízáramba. A szivattyú elvégzi a habbekeverést, majd az oldat a magasnyomású tömlőn keresztül jut az oltópisztolyhoz. A sugárvezető az oltópisztolyt habbal oltásra alkalmassá teszi azzal, hogy a pisztoly első, forgatható részét felfelé fordítja, így a habsugárcső toldaton áramlik át a folyadék. Ezt a műveletet csak üzemben kívüli állapotban lehet elvégezni, nyomás alatt a sugárcső nem forgatható.

A sugárcső toldat használatával olyan kiváló minőségű oltóhab állítható elő, amely a függőleges felületeken is megtapad. A berendezés éghető folyadékok tüzeinek oltására is kiválóan alkalmas. A mellékletben található képek ezt a folyamatot kiválóan szemléltetik. A tartályban szállított 6 liter habképző anyag bőven lehetővé teszi a 10 perces üzemidőt. Egy teljes terjedelemben égő személygépkocsi eloltásához 6 perc elegendő volt.

A HLG POWERJET felhasználásának előnyei

A POWERJET egyik nagy előnye, hogy a tömlő tömlődobra van felcsévélve, így a sugárvezető pillanatok alatt az oltás helyszínén tud lenni a sugárral. Továbbá:

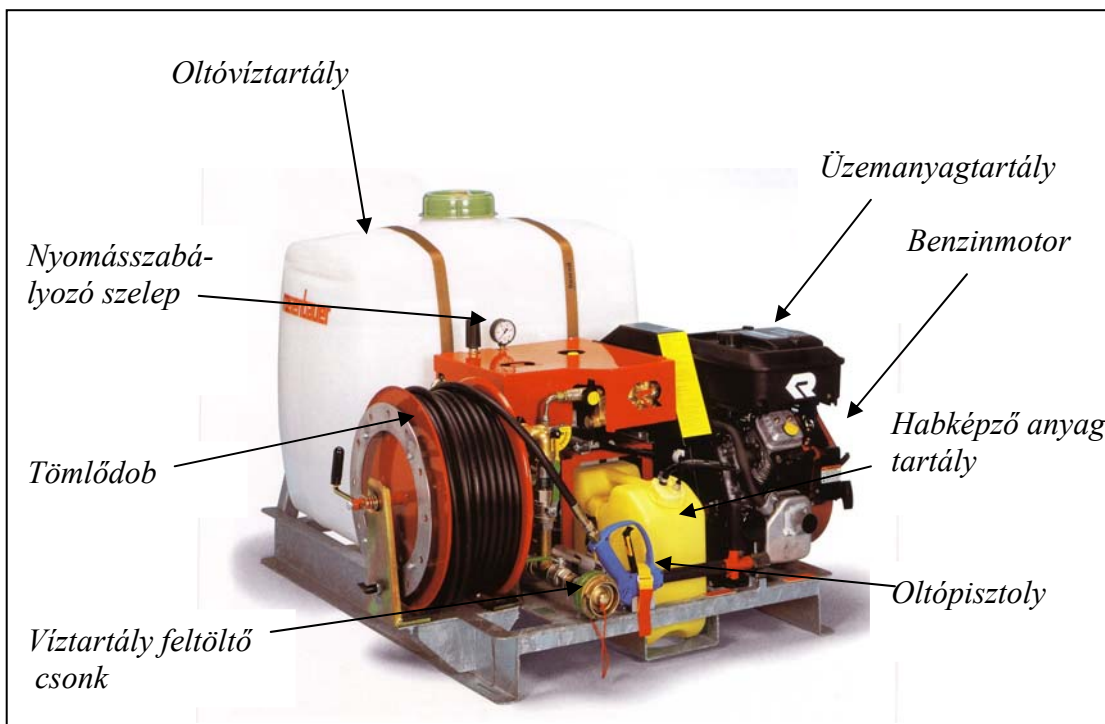
- Az oltóhatás habbaloltás esetén is kiváló,
- A felhasznált oltóanyag mennyiség igen csekély,
- Az oltás emberek közvetlen jelenlétében is végrehajtható,
- A berendezés üzemeltetési költsége alacsony,
- Az eszközök használatának begyakorlása nem jelent különleges költséget,
- Széles körben alkalmazható, különleges feladatok elvégzésére is alkalmas,

2.7.4. A Rosenbauer UHPS magasnyomású oltóberendezés szerkezeti felépítése, működése, felhasználásának lehetőségei

Az UHPS magasnyomású berendezést az osztrák Rosenbauer cég gyártotta, a beépítését szintén ők végezték az AUDI tűzoltóság Mercedes Sprinter típusú gépjárművébe, a málfatér hátsó részébe, rendszeresítésére 2002-ben került sor. A győri tűzoltóság Mercedes Sprinter típusú járművébe, a málfatér bal oldalára építették be a vízköddel oltót, a beszerelést, a BM Heros Zrt. központi javító üzemében végezték. A berendezés 2008-tól áll szolgálatban. A vízköddel oltó mindkét járműben egy kihúzható tartón, az AUDI tűzoltóság járművében 300 literes, a győri tűzoltóság járművében 2x200 literes víztartály fixen van a járműre telepítve, melyeket flexibilis cső köt össze a szivattyúkkal.

A vízköddel oltó erőforrásaként egy Briggs&Stratton Vanguard típusú kéthengeres négyütemű 13,6 kW (18LE) teljesítményű önindítós (manuálisan is indítható) benzinmotor szolgál. A motor óránként 5,2 liter ólmozatlan 95-ös oktánszámú benzint fogyaszt, és legnagyobb teljesítményét 3600 1/min üzemi fordulaton adja le.

A következő ábra a berendezés felépítését és szerkezeti részeit mutatja.



26. sz. ábra: Az RB UHPS szerkezeti felépítése és részei (Forrás: gyári adatok)

Az ábrán jól látható, hogy a motor ennél a típusnál is egybe van építve a magasnyomású szivattyúval, a 300 literes víztartály külön került beépítésre. Már a motor paramétereiből és a víztartály nagyságából is látszik, hogy ez a berendezés nagyobb teljesítménnyel rendelkezik az előzőeknél. A szivattyú típusa RB UHPS hathengeres dugattyús.

A szivattyú paraméterei a következők:

Szivattyúnyomás (bar)	100 a gyártó által beállítva
Max. vízszállítás (l/perc)	38
Max szívómélység (m)	Tilos a felszívósos üzemmód
Tömlőhossz (m)	60 (tömlődobon)
Biztonsági berendezések	Túlnyomásszabályzó szelep
Sugárcső	1 db. többfunkciós nagynyomású

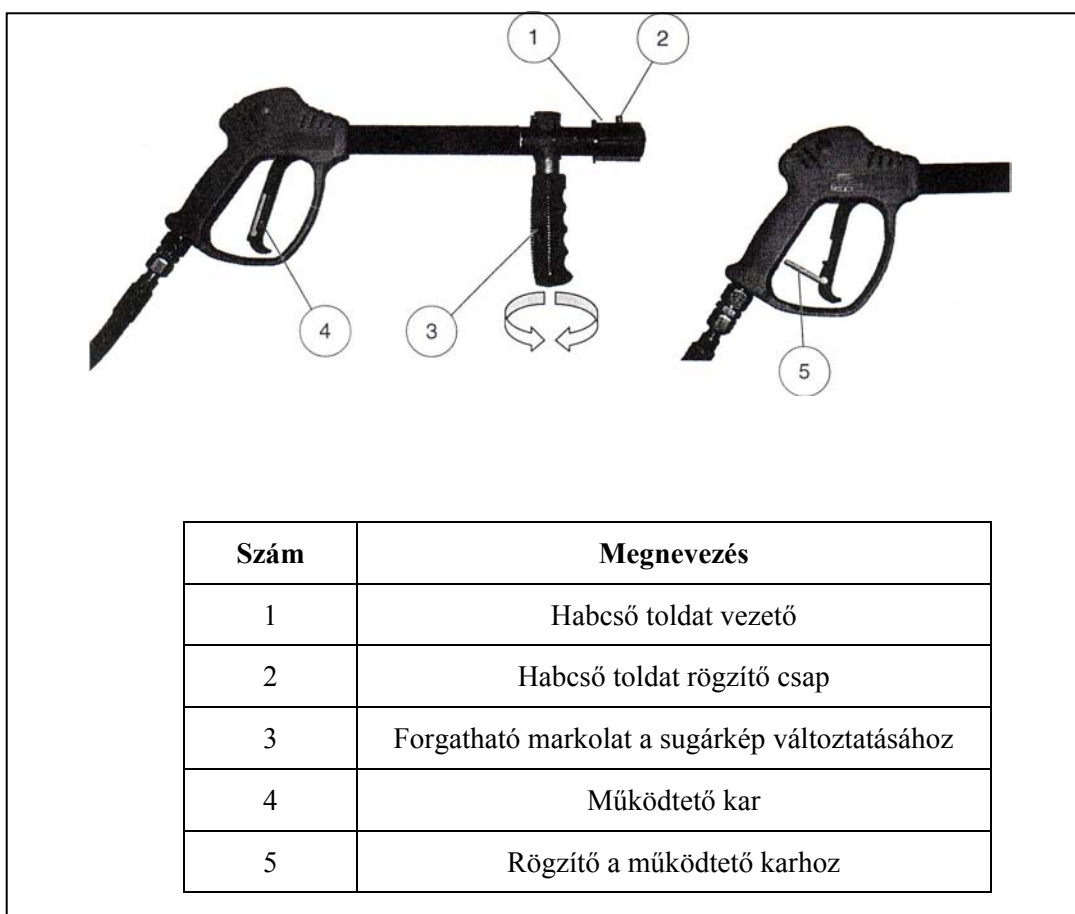
5. sz. táblázat: RB UHPS típusú szivattyú technikai paraméterei (Forrás: gyári adatok, a jelölt összeállítása)

A szivattyúhoz telepített habképző anyag tartály 20 liter habképző anyag befogadására képes.

Az RB UHPS felhasználási lehetőségei

A Rosenbauer Ag. a kompakt szupernagynyomású rendszerek fejlesztése során kimerítő tesztekkel megállapította a víznyomás és vízmennyiség optimális kombinációját ahhoz, hogy a tűztől hatásosan a legtöbb hőt lehessen elvonni. A berendezés tesztelése során a 38 l/perc vízmennyiség 100 bar nyomáson történt elporlasztása bizonyult a leghatásosabbnak. A gyár szakemberei a tesztek eredményei alapján állították a szivattyú nyomását 100 bar-ra. Az oltóanyag kijuttatása a pontosan hangolt sokoldalú sugárcsőön keresztül történik. A sugárcső elejére illeszthető toldatnak köszönhetően kiváló oltóhab előállítására is lehetőség nyílik.

A következő ábrán az UHPS többfunkciós sugárcsőve látható.



27. sz. ábra. Az RB UHPS többfunkciós sugárcsőve (Forrás: gyári adatok, a jelölt összeállítása)

Vízköddel oltás

A berendezés technikai paramétereiből kitűnik, hogy állandó 100 bar nyomáson lehet legnagyobb hatásfokkal használni. A speciális sugárcső segítségével két fajta üzemmód lehetséges, azaz kétfajta sugárkép alakítható ki.

A víznyomás és vízmennyiség együttesen kötött sugárban magas kinetikai energiát biztosít, a víz ez által mélyen behatolhat az izzó tűzfészekbe. A 10 méteres effektív sugártávolságnak köszönhetően az első támadás biztonságos távolságból történhet. A pontosan hangolt lövőke révén az oltóvíz a szórt sugárban egészen finoman szétporlad, és megsokszorozza a hűtőfelületet. A sugárkép kötött és szórt sugár között bármikor fokozatmentesen szabályozható. Az oltás történhet folyamatosan és szakaszosan egyaránt.

A berendezés tartályában szállított oltóvíz kb. 10 perces üzemelésre elegendő, de ez az idő elég a táplálás megszerelésére. Pár perces működés alatt egy teljes terjedelmében égő személygépkocsi könnyen eloltható.

Habbal oltás

A szivattyú habbekeverő rendszere, szívóoldali mellékáramú. Egy csap megnyitásával a habtartályból a habbekeverőn keresztül jut a habképző anyag a vízáramba. A szivattyú elvégzi a habbekeverést, majd az oldat a magasnyomású tömlőn keresztül jut a sugárcsőhöz. A sugárvezető a sugárcsövet habbaloltásra alkalmassá teszi azzal, hogy a speciális toldót felhelyezi az arra kialakított részre, így a habsugárcső toldaton áramlik át a folyadék. A habtoldó felhelyezése nélkül csak habköd állítható elő, ugyanis az teszi lehetővé, hogy a fűvókából kilépő oldathoz, a nehézhab előállításához szükséges levegő is áramolhasson. Ezt a műveletet csak üzemen kívüli állapotban lehet elvégezni, nyomás alatt nem.

A sugárcső toldat használatával olyan kiváló minőségű nehézhab állítható elő, amely a függőleges felületeken is megtapad. A berendezés éghető folyadékok tüzeinek oltására is kiválóan alkalmas.

A tartályban szállított 20 liter habképző anyag bőven lehetővé teszi a 10 perces oltásidőt. Egy teljes terjedelemben égő átlagos személygépkocsi eloltásához 6 perc sem kellett.

Az UHPS felhasználásának előnyei

Az UHPS egyik nagy előnye, hogy a 60 méter tömlő tömlődobra van felcsévélve, így a sugárvezető pillanatok alatt az oltás helyszínén tud lenni a sugárral. A berendezés a teljesítményénél fogva közepes tüzesetek önálló felszámolására is alkalmas. Továbbá:

- Az oltóhatás habbaloltás esetén is kiváló,
- A felhasznált oltóanyag mennyiség igen csekély,
- Az oltás emberek közvetlen jelenlétében is végrehajtható,
- A berendezés üzemeltetési költsége alacsony,
- Az eszközök használatának begyakorlása nem jelent különleges költséget,
- Széles körben alkalmazható, különleges feladatok elvégzésére is alkalmas.

2.8. Következtetések

Áttekintve a vízköddel oltókkal kapcsolatos szabványi és jogi környezetet, megállapítható, hogy a vízködös alkalmazások szabványosítása az EU-ban kezdődött, a tengeri alkalmazásoknál. A szárazföldi alkalmazásokra vonatkozóan az Amerikai Egyesült Államokban rendelkeztek először szabvánnyal. Később az EU-ban is alkottak szabványt, de ezt nem mindegyik tagállam fogadta el, így csak ajánlasként használható. Magyarországon nincs a vízköddel oltók telepítésével és alkalmazásával kapcsolatos szabvány és jogszabály sem. Az EU ajánlást viszont kibővítve a hazai környezetre vonatkozó előírásokkal, minden probléma nélkül be lehet emelni a jelenleg hatályos magyarországi 9/2008. (II. 22.) ÖTM rendelettel kiadott Országos Tűzvédelmi Szabályzat mellékletébe.

Miután az előbbieken bemutatott beépített és mobil vízköddel oltó berendezéseket részletesen több szakmai szempont figyelembe vételével megvizsgáltam, a következő következtetéseket vontam le:

Megállapítható, hogy a fixen telepített vízköddel oltó rendszerek beépítésével olyan terek is védhetők, ahol ezelőtt a víz alkalmazása elképzelhetetlen volt. A berendezések másik előnye a hatékonyságon kívül, hogy működésük az emberi életet nem veszélyezteti.

Az elemzésből kitűnik, hogy a turboreaktív oltóberendezések, a gáz és olajkút kitérők tüzeinek eloltására, a valaha kifejlesztett és gyártott leghatékonyabb eszközök. A külföldi speciálisan kialakított berendezések zárt térben történő alkalmazásra és vegyipari tüzek oltására is képesek. A legtöbb berendezés leginkább szabadtéri felhasználásra lett kifejlesztve.

Megállapítást nyert, hogy a mobil robbanómotoros vízköddel oltókat és az IFEX impulzusoltót zárttéri kisebb vagy közepes tüzek felszámolására tervezték. Mivel többségük kisebb, kis helyigényű gyorsjáratú járműre került málházásra, a tervezett feladatokat könnyedén, gyorsan ellátják, így a kisebb, vagy közepes tüzek ki sem tudnak fejlődni. A rendkívül gyors bevetetőségek, hatékonyságuknak, kedvező oltóanyag felhasználásuknak köszönhetően alkalmazásukkal a tüzeseteket másodlagos károkozás nélkül lehet felszámolni.

Az elemzésből kitűnik, hogy összes vizsgált berendezés képes a kiváló oltóhatással rendelkező magasnyomású vízköd előállítására, és az IFEX 3012 háti készlet kivételével a minimális 10 perces oltásidő teljesítésére. Az is megállapítható, hogy valamilyen formában mindegyik berendezés alkalmas a habképzésre, nehézhab előállítására azonban csak a speciális sugárcsővel rendelkező POWERJET és UHPS, ezáltal éghető folyadékok tüzeinek hatékony oltására is.

Megállapítottam, hogy a leguniverzálisabbnak tekinthető eszköz, az UNIJET FOG nem rendelkezik tömlődobbal, a rendelkezésre álló tömlő rövid, amely hiányosság a beavatkozást lassítja, illetve az igénybevehetőséget korlátozza. Az eddigi tapasztalatok alapján elmondhatom, hogy ez a berendezés egyetlen hátránya. Az új berendezések már rendelkeznek tömlődobbal.

Az összehasonlításból kitűnik, hogy az univerzális POWERJET és az RB UHPS, mely a győri tűzoltóságnál is rendszeresítésre került, a gyors, hatékony beavatkozás minden feltételét kielégítik, használatuk során megbízhatóan működtek, felhasználhatóságuknak hátránya nincs.

3. Kísérletek és gyakorlatok robbanómotoros mobil vízköddel oltó berendezésekkel

A robbanómotoros mobil vízköddel oltó berendezések oltási képességeinek vizsgálatát tűzoltási kísérletek során végeztem el. A berendezésekkel különböző tűzveszélyességi osztályba sorolt anyagok tüzeinek oltása került végrehajtásra. Az éghető anyagok mennyisége minden kísérlet esetében azonos volt. A tűzoltás minden alkalommal és berendezéssel ugyanannyi előégetési idő után kezdődött. Az idők két stopperrel lettek mérve, a két mérés átlaga került rögzítésre. A felhasznált vízmennyiség számítással került meghatározásra. Az egyes berendezések oltási képességeit zárt és nyílttéri kísérlet során is vizsgáltam. Zárttéri kísérletek lebonyolításához nem minden esetben sikerült azonos feltételeket biztosítani, a nyílt téri kísérletekhez viszont igen, ezért jelen fejezetben csak a nyílttéri kísérletek eredményeit hasonlítom össze. A különböző kísérletek nem egy ugyanazon napon lettek végrehajtva, azonban minden egyes kísérleten részt vettem és az eredményeket dokumentáltam, alkalmanként jegyzőkönyv készült. Az időjárási tényezők nem befolyásolták az eredményeket. A kísérletet végrehajtó személyek mindegyike rendelkezett a beosztásához előírt tűzoltó szakirányú végzettséggel és megfelelő gyakorlattal.

3.1. Tűzoltási kísérletek

A tűzoltási kísérletek eredményeit nagyban befolyásolja a sugárvezető személye. Nem mindegy, hogy mekkora oltási tapasztalattal, gyakorlati készséggel rendelkezik az oltást végző személy. Az egyes kísérletek során bekövetkező eltérések kiküszöbölése végett, az adott berendezéssel az összes kísérletet ugyanaz a sugárvezető hajtotta végre. A kezelőszemélyzetnek minden alkalommal a motort is indítani kellett. Az oltóanyag és üzemanyag pótlása minden kísérlet után megtörtént. A kísérletek azonos metodika szerint lettek végrehajtva

1. sz. kísérlet: Szilárd éghető anyag oltási kísérlete során adott mennyiségű fa került meggyújtásra, az oltás vízköddel történt.

- **A kísérlet tárgya:** Meghatározott mennyiségű szilárd éghető anyag (fa) tüzeinek oltása robbanómotoros mobil vízköddel oltó berendezéssel,

- **A kísérlet célja:** A tűzoltási feladat sikeres végrehajtása, oltási készség javítása,
- **Hipotézis:** A vizsgált berendezések alkalmasak a meghatározott feladat végrehajtására,
- **Erők-Eszközök:** 1 fő kísérlet vezető (időmérő), 1 fő időmérő, 1 fő sugárvezető, 1 fő berendezés kezelő, UNIJET-FOG, HLG POWERJET, RB UHPS, mobil vízköddel oltó berendezések, 2X1 m²-es égető tálca, időmérő berendezések, szilárd éghető anyag (fa), gyújtóeszköz, megfelelő oltóanyag (víz),
- **Módszer:** A tűz közvetlen támadása kézi vízködsugárral, a lángoló égés megszüntetéséig megszakítás nélkül,
- **Megvalósítás:** 14 standard fa raklapból álló gúla került meggyújtásra és 120 sec. előégés után kezdődött a tűzoltás,
- **Eredmény:** Az eredmények, a kísérlet során készült jegyzőkönyvben kerültek rögzítésre,
- **Adatok:** A felhasznált berendezések adatai a 2.6. fejezetben kerültek részletes ismertetésre,
- **Hitelesítés:** A kísérletek során készült jegyzőkönyvet, a résztvevők aláírásukkal hitelesítették.

A szilárd éghető anyag oltási kísérlete sikeres volt, a jegyzőkönyvbe rögzített oltási idők összehasonlítását a következő táblázat tartalmazza.

Berendezés típusa	UNIJET FOG	POWERJET	RB UHPS
Oltási idő/secundum	68	56	47
Oltóvíz/liter	17	18.5	30

6. sz. táblázat. Oltási idők vízzel oltás során (Forrás: a jelölt összeállítása)

Az összehasonlításból kitűnik, hogy a nagyobb nyomástartományban dolgozó készülékek kevesebb vizet használtak a tűzoltáshoz, az időbeli eltérés nem jelentős.

2. sz. kísérlet. A tűzveszélyes folyadék tűz oltási kísérlete egy 2m² alapterületű égetőtálcában került végrehajtásra. A tűzoltás vízzel, a második kísérlet során mindegyik berendezésnél kettős filmképző (AFFF/ATC) habképző anyaggal történt.

Az oltás során ügyelni kellett arra, hogy az égő anyag ne fröccsenjen ki.

- **A kísérlet tárgya:** Meghatározott mennyiségű éghető folyadék tűzének oltása robbanómotoros mobil vízköddel oltó berendezéssel vízköddel, majd habbal, illetve habköddel,
- **A kísérlet célja:** A tűzoltási feladat sikeres végrehajtása, oltási készség javítása,
- **Hipotézis:** A vizsgált berendezések alkalmasak a meghatározott feladat végrehajtására,
- **Erők-Eszközök:** 1 fő kísérlet vezető (időmérő), 1 fő időmérő, 1 fő sugárvezető, 1 fő berendezés kezelő, UNIJET-FOG, HLG POWERJET, RB UHPS, mobil vízköddel oltó berendezések, 2X1 m²-es égető tálcá, időmérő berendezések, éghető folyadék 95-ös oktánszámú benzin), gyújtóeszköz, megfelelő oltóanyag (víz és habképző anyag),
- **Módszer:** A tűz közvetlen támadása kézi vízköd, illetve hab, habköd sugárral, a lángoló égés megszüntetéséig megszakítás nélkül,
- **Megvalósítás:** A tálcába 50 liter lett töltve, majd a víz felületére 5 liter 95 oktánszámú motorbenzin. A benzint került meggyújtásra és 15 sec. előégés után kezdődött a tűzoltás,
- **Eredmény:** Az eredmények, a kísérlet során készült jegyzőkönyvben kerültek rögzítésre,
- **Adatok:** A felhasznált berendezések adatai a 2.6. fejezetben kerültek részletes ismertetésre,

- **Hitelesítés:** A kísérletek során készült jegyzőkönyvet, a résztvevők aláírásukkal hitelesítették.

Az éghető folyadék tűzének oltási kísérlete sikeres volt, a jegyzőkönyvbe rögzített oltási idők összehasonlítását a következő táblázatok tartalmazzák.

Berendezés típusa	UNIJET FOG	POWERJET	RB UHPS
Oltási idő/secundum	22	18	16
Oltóvíz/liter	5.5	6	10

7. sz. táblázat. Oltási idők vízzel oltás során (Forrás: A jelölt összeállítása)

Berendezés típusa	UNIJET FOG	POWERJET	RB UHPS
Oltási idő/secundum	10	6	4
Felhasznált oldat/liter	2.5	2	2.5

8. sz. táblázat. Oltási idők habbal történő oltás során (Forrás: A jelölt összeállítása)

Az összehasonlításból kitűnik, hogy vízzel oltás során az idő, illetve oltóvíz felhasználás tekintetében is adódik némi eltérés, habbal oltás során viszont csak időeltérés tapasztalható, a felhasznált oldat mennyisége szinte ugyanannyi. A habsugárcső kialakítás nagyban befolyásolja az előállított hab minőségét, ezáltal az oltás hatékonyságát is. Megjegyzem, hogy az UNIJET-FOG habköddel is képes volt ugyanannyi oldat felhasználásával a tűzoltásra, igaz több idő alatt.

3. sz. kísérlet: A következő szilárd éghető anyag oltási kísérlete során oltóanyagként víz került alkalmazásra, a második kísérlet mindegyik berendezésnél kettős filmképző (AFFF/ATC) habképző anyaggal történt. Az oltás a lánggal való égés megszűnéséig tartott.

- **A kísérlet tárgya:** Meghatározott mennyiségű szilárd éghető anyag tűzének oltása robbanómotoros mobil vízköddel oltó berendezéssel vízköddel, majd habbal, illetve habköddel,

- **A kísérlet célja:** A tűzoltási feladat sikeres végrehajtása, oltási készség javítása,
- **Hipotézis:** A vizsgált berendezések alkalmasak a meghatározott feladat végrehajtására,
- **Erők-Eszközök:** 1 fő kísérlet vezető (időmérő), 1 fő időmérő, 1 fő sugárvezető, 1 fő berendezés kezelő, UNIJET-FOG, HLG POWERJET, RB UHPS, mobil vízköddel oltó berendezések, 2X1 m²-es égető tálca, időmérő berendezések, éghető anyag (műanyag raklapok), gyújtóeszköz, megfelelő oltóanyag (víz és habképző anyag),
- **Módszer:** A tűz közvetlen támadása kézi vízköd, illetve hab, habköd sugárral, a lángoló égés megszüntetéséig megszakítás nélkül,
- **Megvalósítás:** A tálcában 3 db. nagyméretű műanyag raklapból álló gúla került meggyújtásra és 120 sec. előégés után kezdődött a tűzoltás,
- **Eredmény:** Az eredmények, a kísérlet során készült jegyzőkönyvben kerültek rögzítésre,
- **Adatok:** A felhasznált berendezések adatai a 2.6. fejezetben kerültek részletes ismertetésre,
- **Hitelesítés:** A kísérletek során készült jegyzőkönyvet, a résztvevők aláírásukkal hitelesítették.

A szilárd éghető anyag (műanyag) tűzésnek oltási kísérlete sikeres volt, a jegyzőkönyvbe rögzített oltási idők összehasonlítását a következő táblázatok tartalmazzák.

Berendezés típusa	UNIJET FOG	POWERJET	RB UHPS
Oltási idő/secundum	38	32	30
Oltóvíz/liter	9.5	10.5	19

9. sz. táblázat. Oltási idők vízzel oltás során (Forrás: a jelölt összeállítása)

Berendezés típusa	UNIJET FOG	POWERJET	RB UHPS
Oltási idő/secundum	18	13	10
Oldat/liter	4.5	4.5	6.3

10. sz. táblázat. Oltási idők habbal történő oltás során (Forrás: A jelölt összeállítása)

Az adatokat összehasonlítva megállapítható, hogy időben az RB UHPS alkalmazásával lehetett leghamarabb eloltani a tüzeket, vízzel oltás során több oltóvízzel, habbal oltás során viszont megközelítőleg azonos mennyiségű oldattal.

Gyakorlatok folytak személygépkocsi roncsok tüzeinek oltása során is. Az oltási idők rögzítésre is kerültek minden esetben, (vízköddel oltásnál átlagosan 10 perc, habbal, habköddel oltásnál 6-8 perc) azonban nem tekintem hitelesnek azokat, ugyanis minden esetben ugyanaz a jármű került visszagyújtásra. Minden egyes tűzoltási kísérlet végrehajtásához ugyanolyan típusú személygépkocsit biztosítani nem lehetett.

3.2. Következtetések

A tűzoltási kísérletek és gyakorlatok során megállapítást nyert, hogy az alkalmazott vízköddel oltókkal a tűzoltási feladatokat minden esetben, rövid idő alatt és hatékonyan végre lehetett hajtani. A berendezésekhez tartozó tartályokban tárolt oltóanyag az összes kísérletnél, még a teljes terjedelemben égő személygépkocsi tüzeinek oltásához is elegendő volt.

A sugárképek kombinálása során megfigyelhető volt a vízköd oltóhatásainak egyidejű jelenléte. Habbal oltás során azokkal a berendezésekkel, amelyek sugárcsőve alkalmas a nehéz léghab előállítására (POWERJET és RB UHPS) a tűzoltást rövidebb időn belül el lehetett végezni.

Megállapítottam, hogy a vizsgált vízköddel oltók mindegyike megbízhatóan működött, üzemzavar, meghibásodás nem lépett fel.

Megfigyelhető volt, hogy a kísérletek minden esetben elősegítették a berendezések gyakorlati alkalmazásának elsajátítását, sugárvezetőknél pedig az oltási készség javítását.

4. A vegyi mentesítés feladatai, mentesítő anyagok, mentesítési lehetőségek

A tűzoltói beavatkozások statisztikai adatait elemezve megállapítható, hogy az új évezredben jelentős növekedés tapasztalható a műszaki mentések tekintetében hazánkban. Egyre több speciális, veszélyes anyag jelenlétében történő beavatkozást kell végrehajtani a tűzoltóknak. Leggyakrabban az ADR¹⁰ hatálya alá tartozó veszélyes anyagok közúti szállítása során bekövetkező balesetek felszámolásánál kerülnek a tűzoltók kapcsolatba a 3-as (gyúlékony éghető folyadékok), 6.1-es, 6.2-es (mérgező anyagok), és 8-as (maró anyagok) osztályba tartozó vegyületekkel[44]. Sok esetben a veszélyes anyagok toxikológiai [45] az élő szervezetre és környezetre gyakorolt hatásai miatt, a beavatkozások speciális védőfelszerelésben történnek, majd a munkálatok lezáró fázisaként egy rendkívül fontos eljárást, teljes személyi és eszköz-mentesítést kellene végezni, ami sok esetben problémát jelent a tűzoltóknak.

A veszélyes vegyi anyagok azonosítása is jelenthet nehézségeket, de jelen dolgozatban ezek kifejtésével nem foglalkozom. Mielőtt rátérnék a mentesítéssel kapcsolatos problémák feltárására, fontosnak tartom ismertetni a feladatokkal kapcsolatos alapfogalmakat, illetve a tűzoltóság által is elérhetőnek tartott mentesítő anyagok jellemzőit. Az ABV¹¹ mentesítés komplex feladatrendszeréből jelen fejezetben csak a vegyi mentesítéssel kapcsolatos kérdéskör kerül kifejtésre, figyelembe véve a tűzoltó erők által végzett mentesítési tevékenység sajátosságait.

A veszélyes vegyi anyagok előállítása, szállítása, tárolása során bekövetkezett balesetek következményeként, a szabadba jutó mérgező anyagok magukban hordozzák egy olyan tevékenységnek megvalósítását, amellyel ezen anyagok egészség és környezetkárosító hatásai csökkenthetők, illetve megszüntethetők. A környezetbe jutott vegyi anyagok felszámolására, illetve káros hatásaik csökkentésére irányuló tevékenység a vegyimentesítés, melynek célja, a mérgező anyagnak minimális idő alatti eltávolítása, illetve közönbösítése a személyekről, különböző tereptárgyakról, eszközök felületéről, vízből és levegőből [46]

¹⁰ Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (európai hatáskörű közúti veszélyes áru szállításának szabályai)

¹¹ Atom, Biológiai, Vegyi

A mentesítés rendkívül költséges, időigényes folyamat, hatékony végrehajtásához speciális berendezések, módszerek és eljárások szükségesek.

A mentesítési eljárás függ:

- a szennyező anyag típusától,
- a szennyező anyag mennyiségétől,
- a szennyező anyag koncentrációjától,
- a mentesítő anyag, illetve a közeg típusától,
- a rendelkezésre álló mentesítő anyagoktól, berendezésektől [47].

A vegyimentesítési eljárás a mérgező vegyi anyagok humán, természeti és épített környezetet károsító hatásainak a felszámolására irányuló folyamat, lépései ennek megfelelően lettek meghatározva. Az utóbbi években azonban a különféle ipari és közlekedési balesetek következményeinek felszámolása során került előtérbe. A jelenleg széles körben alkalmazott mentesítő rendszerek alapvetően fizikai, illetve kémiai (a felületek mentesítő anyaggal történő lemosása) módszereket alkalmaznak. A vegyimentesítés legelterjedtebben alkalmazható mentesítési eljárása a klórozásos oxidáció, amely a mérgező vegyi anyagok klasszikus lebontási folyamata. Ezen eljárások során aktív klór tartalmú anyagokat alkalmaznak, melyek egyidejűleg fejtik ki oxidatív és a klórozó hatásukat. A Magyar Honvédségnél jelenleg a legelterjedtebben alkalmazott és a mai napig rendszeresített aktív-klór tartalmú vegyi mentesítő anyag a kalcium-hypoklorit [48]. Ebből az anyagból a Polgári Védelemnél és az ÁNTSZ¹²-nél is tárolnak nagyobb mennyiséget. Ez az anyag, a mentesítő képességével szemben környezetkárosító hatással, magas korrózív tulajdonsággal rendelkezik. A környezetre kifejtett negatív hatásait is figyelembe véve a kalcium-hypoklorit széles körben alkalmazható. További problémát jelent a mentesítés téli körülmények közötti megvalósítása, hiszen a vizes oldatok télen csak melegítve alkalmazhatók. E tény technikai és logisztikai oldalról is plusz terheket jelent az alkalmazók számára. A nemzetközi folyamatok is ösztönzően hatnak arra a törekvésre, hogy a kalcium-hypoklorit tartalmú vizes mentesítő anyagokat ki kell váltani olyan mentesítésre alkalmas anyagokkal, amelyek mind hatékonyságban, mind alkalmazhatóságban magasabb értékeket képviselnek [49].

¹² Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat

Mentesítési módszerek

A mentesítés módszereit, a lejátszódó folyamatok jellege szerint csoportosíthatjuk:

- A kémiai mentesítést kémiai reakciók jellemzik, amelyek során nem mérgező vagy kevésbé mérgező vegyületek keletkeznek,
- A fizikai mentesítés során a mérgező anyag szerkezete nem változik.

Mentesítés során tisztán kémiai és tisztán fizikai folyamatok lejátszódásáról nem beszélhetünk. Kémiai mentesítés során a reagáló anyagoknak közvetítő közegre van szükségük ahhoz, hogy a mérgező anyaggal érintkezésbe kerüljenek. Ennek a közegnek amellet, hogy keverednie kell a mentesítő szerrel, a mérgező anyagot is oldani kell. Az oldószernek tehát kettős funkciója van.

A vegyi mentesítés kémiai reakcióit - a vegyszerek alkalmazása szempontjából - az alábbiak szerint lehet csoportosítani:

- hidrolízis;
- klórozásos oxidáció;
- katalitikus (enzimatis) reakciók.

Vegyi mentesítésnél azok a vegyszerek alkalmazhatók jól, amelyek rövid idő alatt, normál hőmérsékleten lejátszódó reakcióban bontják a mérgező vegyi anyagokat [50].

A mentesítéshez kapcsolódó alapfogalmak

A vegyi mentesítésre használható emulziók vizsgálatánál célszerű néhány fizikai-kémiai alapfogalmat kiemelni, amelyek segítenek megérteni a mentesítés során lejátszódó kémiai folyamatokat.

Kolloid állapot fogalma

A heterogén rendszereket felépítő fázisokban a fizikai és a kémia tulajdonságok nagymértékben különböznek. A tulajdonságok a fázis határnál található, több molekula vastagságú ún. határrétegben folyamatosan változnak. Ebben a felületi rétegben a tulajdonság átmeneti, mert a benne található molekulákra más erők hatnak, mint külön-külön a homogén fázisok belsejében. A határrétegek energiatartalma tehát más, mint a homogén fázis belsejére jellemző energia tartalom, ez a felületi energia. A határfelület

növelésével növekszik a határfelületi energia. A heterogén rendszerek $1 \dots 500 \text{ nm}$ ($1 \times 10^{-9} \dots 5 \times 10^{-7} \text{ m}$) méretű részecskéinek csoportja a kolloid rendszer [51].

Emulziók

Az emulzió olyan diszperzió, amelynek a közege és a diszperz része is folyadék. Nyilvánvaló, hogy emulziót csak korlátozottan elegyedő folyadékokból lehet előállítani. A két folyadék határfelületi rétegének szabadenergia többlete van. A felület szabadenergia többlete miatt a cseppek egyensúlyban gömb alakúak. Az energiatöbblet az oka annak is, hogy az emulzió termodinamikailag nem stabilis, a rendszer összes határfelülete önként csökken azáltal, hogy a cseppek idővel összefolynak, egyesülnek, végül két, egymásra rétegződött, összefüggő folyadékfázis alakul ki [51].

Mikroemulziók

Előállításukhoz legalább négy komponens szükséges: víz, olaj, tenzid és egy másik amfipatikus komponens, amelyet gyakran kotenzidnek hívnak. A két stabilizáló komponens együttműködése hasonló a közönséges emulziók keverék emulgeátoráéhoz, a mikroemulziók létrejöttéhez azonban sem a négy komponens koncentrációja, sem a komponensek egymásban való oldásának a sorrendje nem tetszőleges. A mikroemulzió keletkezéséhez az emulgeátornak legalább akkora koncentrációja szükséges, amellyel a határfelületi feszültség zérusra csökken. A határfelületi feszültségnek metastabilis módon negatív értéke is lehet, amivel a mikrocseppek spontán keletkezését magyarázhatjuk. Negatív határfelületi feszültség megfelelő emulgeátor keverék megfelelő koncentrációjával állítható elő. Az emulgeátor keveréknek komplex határréteget kell létrehoznia, melynek hajlékonynak kell lennie. Ez akkor lesz kellően hajlékony, ha az olajfázis molekulái áthatolhatnak rajta, vagy beépülhetnek a réteg rendezett emulgeátor molekulái közé. Az olaj többé-kevésbé mindkét emulgeátor komponenssel asszociálhat. A mikroemulzió képződésének az esélye nagyobb, ha az olaj a tenzidhez és a kotenzidhez is kapcsolódik [51].

A mentesítés kémiai módszerei

Lúgos hidrolízis

Lúgos hidrolízis során lúgos kémhatású vegyszereket alkalmazunk vegyi mentesítő anyagként. A lúgos hatású mentesítő anyagok nukleofil helyettesítési reakció végbemenetele alapján fejtik ki vegyimentesítő hatásukat. Ilyen nukleofil helyettesítési

reakcióra elsősorban az alkáli hidroxidok és azok a vegyületek amelyek hidrolízis folytán hidroxil ionokat juttatnak az oldatba, továbbá alkoholok, fenolátok, krezolátok és alifás aminok alkalmasak.

Klórozásos oxidáció

A mérgező vegyi anyagok klasszikus lebontási eljárása a klórozásos oxidáció. Erre a célra aktív klór tartalmú anyagokat használnak. Az aktív klór tartalmú anyagok egyidejűleg fejtenek ki oxidáló és klórozó hatást. Vizes közegben az oxidáló hatás, vízmentes közegben a klórozó hatás kerül előtérbe. A klóraminok és hypokloritok oxidáló hatása nagymértékben függ az oldat pH értékétől. A savas kémhatás elősegíti, katalizálja a hipoklórossav bomlását, miközben oxigén szabadul fel.

Katalitikus oxidáció

A szerves foszforvegyületek nehéz fémek általi katalitikus bontása már régóta ismert. A fémek közül a rézionok katalitikus hatása a legnagyobb. A rézionok katalitikus hatása kelátképzők jelenlétében növekszik.

A bázikus oxi-anionok közül néhány jóval reakcióképesebb mint az a bázicitásából következne. Ezek közül a hidroxí-aminsavak, oximok, hypokloritok és peroxidok anionjai fejtenek ki katalitikus hatást a foszforvegyületek hidrolízisére.

A természetes és szintetikus rétegkristályok bizonyos fajtái képesek a gázokból és oldatokból ionok és semleges molekulák felvételére és elraktározására, miközben az egymáson lévő szinteket a befogadott molekulák egydimenziós duzzasztás révén szétfeszítik. Az ilyen vegyületek két típusa: a duzzasztható természetes kristályok (pl.: montmorillonit, bentonit) és a tetrakalcium-alumíniumhidrát.

A mentesítés ilyen formáját megvalósító mentesítő anyagok, az ún. mentesítő emulziók, illetve a mikroemulziók.

A korszerű vegyi mentesítő eljárásokban valamely a felületre jól tapadó, minden mérgező anyaggal szemben hatásos emulzió alkalmazása történik, amelynek hatóanyaga kémiai reakcióba lép a mérgező vegyülettel. Ez az emulzió hatékonyságának köszönhetően csökkenti a mentesítés logisztikai háttérét, előerő igényét, valamint a mentesítés érdekében lekötött erőket [52].

A mentesítés különböző fázisainak határán bekövetkező reakciók kémiájának kutatása nagy hatással lehet a különböző emulziókat és mikroemulziókat, liposzomákat

alkalmazó mentesítő oldatok hatásfokának növelésére. A különböző felületaktív anyagok alkalmazásával növekszik a mentesítő oldatok tapadó képessége [53].

Mentesítő emulziók

Az alábbiakban tájékoztatásképpen a különféle veszélyes anyagok jelenlétében történő beavatkozásokhoz használható, kereskedelmi forgalomból beszerezhető mentesítő anyagok kerülnek bemutatásra. Ezek közül is szeretném kiemelni és használatra javasolni a modern kor igényeinek hatékonyságban és környezetkímélő tulajdonságaiban egyaránt megfelelő mentesítő mikroemulziót.

Vegyí mentesítő mikroemulzió:

A korszerű követelményeknek és elvárásoknak eleget tevő mentesítő anyag a KÄRCHER cég által gyártott **TDE 202**, amely a TDE 202LC és a TDE 202PC típusú összetevőkből áll. Ez az anyag összetevői elegyítése révén fejti ki mérgező hatását.

A TDE 202PC szilárd halmazállapotú rész, amely a mérgező anyagokkal szembeni hatásos, vízzeloldható aktív részt (aktív-klór) tartalmazza. Tartalmaz továbbá vízben oldhatatlan szilárd részecskéket is (talkum), amelyeknek a felületen lévő mérgező anyag cseppek aprításánál van jelentősége, mely eredményeként a reakció felület növekszik. A TDE 202PC a TDE 202LC-vel kombinálva az emulziók speciális formáját – *a mentesítő mikroemulziót* – eredményezi. Ez az emulzió kiválóan alkalmas széles hőmérsékleti tartományban különféle mérgező anyagok és a biológiai anyagok mentesítésére.

A TDE 202 felhasználásával nyert mentesítő emulzió a felületen jól tapadó, hatásos anyag. Az emulzió nem fagy meg, a felületről nem „csorog” le, így hatékony a különböző típusú porózus felületekbe bediffundálódott mérgező anyaggal szemben (pl. függőleges falfelületek mentesítése). A mentesítő emulzió összetevői révén viszonylag alacsony környezeti terhelést eredményez.

A TDE 202 receptúrával elkészített emulzió legalább 48 órán keresztül stabilis, ami a gyakorlati alkalmazás során jelent előnyt. Az elkészített mentesítő emulzió alkalmazása nem igényel bonyolult felületi előkészítést, a felületre különböző módon, különféle eszközökkel felhordható.

Az elkészített mentesítő oldat pH-ja kb. 8,5.

Vegyai alkotórészek:

TDE 202 PC összetevői: Diklór–izocianursav, nátriumsó /
(C₃Cl₂N₃O₃)Na /

Talkum

Kalcium-klorid (kristályvizes) / CaCl₂ *2 H₂O /

Nátrium-klorid / NaCl /

TDE 202 LC összetevői: Xilol / C₆H₄(CH₃)₂

Marlowet (mavefor) emulzióképző

A mikroemulzió előnyei összegezve:

- termodinamikailag stabil,
- spontán módon is kialakul,
- kicsi a fázisok közötti felületi feszültség,
- alkalmazásával sok esetben helyettesíthetünk szerves oldószert vizes tenzid oldattal, amivel az eljárás biztonságosabb és esetleg olcsóbb is lehet,
- olajon és vízen is szétterül,
- dinamikus rendszer,
- segítségével oldhatóvá válnak a vízben és az olajban oldható anyagok is [54].

A mikroemulziók alkalmazása a mentesítés során lehetőséget ad a téli mentesítés megvalósítására, mivel a mikroemulzió előállításához szükséges viszonylag magas emulgeátor koncentráció fagyáspont csökkenést idéz elő.

A következő táblázatban, a jelenkor elvárásainak megfelelő mentesítő receptúrák kerülnek bemutatásra.

Kärcher TDE202 • 76.0% víz • 12.0% TDE202LC (oldat amely xylolt és anionos felületaktív anyagot tartalmaz) • 12.0% TDE202PC (por keverék, amely talkumot, Fichlor-t és nátrium-kloridot tartalmaz)	CAD • 91.4% víz • 5.0% nátrium-dikloroizocián-sav (Fichlor) • 2.5% nátriumhidroxid • 1.0% bórax • 0.1% nátrium-dodecilbenzil-szulfonát
Mikroemulzió (SDS5T) • 70.7% víz • 9.5% nátrium-dodecilszulfát (SDS) • 8.4% butanol • 4.4% toluol • 4.6% nátrium-dikloroizocián-sav (Fichlor) • 1.9% bórax • 0.5% jódbenzoil-sav (IBA)	Cristanini BX24 • 88.0% víz • 12.0% BX24 (porkeverék, amely talkumot, Fichlor-t tartalmaz)

11. sz. táblázat: Mentesítő receptúrák, (Forrás: Földi László bocsátotta a jelölt rendelkezésére)

A mentesítéshez használható egyéb vegyszerek, oldatok:

- meleg mosószeres víz,
- bórsav,
- nátrium-hidrogén karbonát
- erélyes oxidálószer (hypo, hidrogén peroxid vizes oldata),
- szerves oldószer (alkohol, aceton, toluol, szén-tetraklorid, észterhígító).

Vannak készen igénybevehető mentesítő oldatok is, ezek a következők:

- alkoholos hidegtisztító: szerves eredetű szennyeződések eltávolítására
- bioversal: olajfoltok, biológiai eredetű szennyeződések eltávolítására

- szalmiákszesz (ammóniaoldat): idegmérgek mentesítésére, savak közömbösítésére
- szóda oldat (nátrium karbonát): savak közömbösítésére, forrázó felszerelésben is alkalmazható, sugármentesítésre adalékanyagnak alkalmas.
- Kalciumhipoklorit (vizes oldatban): széles körben használható mentesítőszer, szerves és szervetlen vegyületek, idegmérgek (növényvédő permetezőszerek) közömbösítésére alkalmas [55].

TDE-202 PC mentesítő anyag

A TDE-202 PC mentesítő anyag szilárd, fehér por alakú anyag, 1,2 kilogrammos kiszerelésben – műanyag dobozba csomagolva – kerül forgalmazásra. A műanyag dobozon két öntapadós matrica található. Az egyik a mentesítő anyag felhasználásra történő elkészítésének leírását tartalmazza. A másik matricán a mentesítő anyag alkalmazása során betartandó biztonsági rendszabályok és figyelmeztető jelzések, valamint az esetleges sérülés bekövetkezése során alkalmazandó teendők kerültek feltüntetésre.

A következő ábrán a TDE-202 PC mentesítő anyag kiszerelése látható.



28. sz. ábra: TDE-202 PC mentesítő anyag egységcsomag (Forrás:Földi László bocsátotta a jelölt rendelkezésére)

A TDE-202 PC mentesítő anyag 17 % nátrium-diklórizocianurátot, talkumot, nátrium-kloridot és kalciumklorid-dihidrátot tartalmaz.

Alkalmazása:

- önállóan vízzel bekeverve vegyi mentesítésre és fertőtlenítésre.
- TDE-202 LC mentesítő anyaggal kombináltan bekeverve mikroemulzió elkészítésére vegyimentesítéshez.

A felületre kijuttatva azon vékony filmréteget képez. Aktív klórtartalmánál fogva – erős oxidálóhatásának köszönhetően – a felületen lévő mikroorganizmusokat elpusztítja, ezáltal a felületet fertőtleníti.

A fentiekben leírt tulajdonságánál fogva az ismert mérgező vegyi anyagokkal kémiai reakcióba lépve azokat nem mérgező vegyületekké bontja le.

A TDE-202 PC mentesítő anyagot az eredeti csomagolásban száraz, hűvös – de 5 C⁰-nál nem alacsonyabb hőmérsékletű - helyen kell tárolni.

TDE-202 LC mentesítő anyag

A TDE-202 LC mentesítő anyag sárgásbarna színű folyadék. Mentésítésre történő alkalmazás 1,4 literes kiszerezésben – műanyag flakonba csomagolva – kerül forgalmazásra, a következő képen látható.



29. sz. ábra: A TDE-202 LC mentesítő anyag (Forrás: Földi László bocsátotta a jelölt rendelkezésére)

A műanyag flakonon két darab öntapadós matrica van felragasztva. Az egyik a mentesítő anyag alkalmazása során betartandó biztonsági rendszabályokat és figyelmeztető jelzéseket tartalmazza, míg a másikon a mentesítő anyag mentesítésre történő elkészítésének feladatai vannak feltüntetve.

Alkalmazása:

- Önállóan nem kerül alkalmazásra, a TDE-202 PC mentesítő anyaggal kombináltan bekeverve, vegyimentesítő mikroemulzió elkészítésére szolgál.

A TDE-202 LC mentesítő anyagot az eredeti gyári csomagolásban száraz, hűvös – de 5 °C-nál nem alacsonyabb hőmérsékletű - helyen kell tárolni [56].

4.1. A vegyimentesítés lehetőségei és korlátai a tűzoltóságnál

Előzmények

Veszélyes anyagok jelenlétében történő beavatkozásokat régebben is hajtottak végre tűzoltók hazánkban. Az akkori gyakorlatnak megfelelően, a kárfelszámolás után egyszerűen vízszugárral lemosták a bevetési ruhákat (Trelleborg védőruha esetén a légzőkészüléket és álarcot is) majd jobb esetben polietilén zsákba rakva küldték a központi mentesítő és ellenőrző helyre.

A műszaki mentőbázisok létrehozásával a problémák egy része megoldást nyert, azonban új kérdések is felmerültek. A vegyi konténerekbe elhelyezésre kerültek teljes testvédelemre szolgáló védőruhák, hermetikusan zárható speciális műanyag hordók (melyekbe a szennyezett védőruhákat és eszközöket beavatkozás után gyűjteni lehet), mentesítő sátrak, folyékony veszélyes anyagok felszívására, átfertésére alkalmas szivattyúk, tömlők, speciális eszközök, különféle kármentő edények, áramfejlesztők [57].

A folyékony mentesítő anyag kijuttatására, málházásra került egy elektromos magasnyomású mosóberendezés is. Véleményem szerint ez a berendezés nem minden esetben alkalmazható mentesítési feladatokra, ugyanis a munkatömlő rövideje miatt a berendezést a szennyezett zónán belülre kell telepíteni, illetve az elektromos meghajtáshoz áramfejlesztőre, hosszabbítókra van szükség, melyek az amúgy sem egyszerű munkálatokat tovább bonyolítják. Szerintem a berendezés fűvókája és üzemi nyomása sem felel meg teljes mértékben a mentesítés követelményeinek.

Árvízi kárfelszámolások utómunkálatai során végrehajtott fertőtlenítési munkálatok során már volt alkalmam látni robbanómotoros vízköddel oltó berendezést.

Tapasztalataim szerint nem a legmegfelelőbb berendezést választották a feladatra, ugyanis a szivattyú üzemi nyomását nem lehetett állítani, így az 200 bar nyomáson juttatta ki a fertőtlenítő anyag vizes oldatát. Mentésítésre a nagy nyomás nem megfelelő, ugyanis a kiáramló nagy erejű vízködsugár a szennyeződésekkel magával ragadja, szétszórja és ez által nem hatékony a beavatkozás.

A mentesítési feladatok körülményei, illetve megvalósítása szerint, történhet részleges, illetve teljes mentesítés mind a személyek, mind az eszközök tekintetében [58]. A veszélyes anyagok jelenlétében történt tűzoltói beavatkozások után törekedni kell a teljes mentesítés végrehajtására.

A vegyimentesítés feltételei

A hatékony vegyimentesítés feltételeinek és logisztikai háttérének megteremtése alapos és körültekintő tervezést igényel. A helyes technológiai sorrend végrehajtásának érdekében a mentesítési eljárást folyamatosan koordinálni kell. A mentesítés tervezésének lépései a következők:

- A mentesíteni kívánt veszélyes anyag meghatározása,
- A mentesítendő személyek, eszközök, járművek, környezet meghatározása,
- Az alkalmazni kívánt mentesítési eljárás és eszközök kiválasztása,
- A mentesítő anyagok meghatározása,
- A mentesítőhely kijelölése,
- A végrehajtó állomány kijelölése,
- A szennyezett anyagok kezelése,
- A szükséges feladatok és sorrend meghatározása.

A vegyimentesítést csak a szükséges mentesítési idők (kémiai reakciók ideje) betartása mellett lehet eredményesen végezni. Ha a kárfelszámolás elhúzódik, a műveleteket szükség szerint többször is el kell végezni. Az egyéni védelem folyamatos biztosítása érdekében a szükséges eszközök pótlására intézkedni kell [59].

4.1.1. Mobil vízköddel oltók vizsgálata mentesítési szempontok alapján

Véleményem továbbra is az, hogy mentesítési feladatokra széles körben az egyik legalkalmasabb eszköz a robbanómotoros vízköddel oltó berendezés. Természetesen nem mindegyik típus felel meg.

Legfontosabb követelmény a változtatható szivattyúnyomás, ugyanis mentesítéshez alacsony nyomás kell, de elengedhetetlen a folyadék kijuttatására szolgáló speciális fűvóka, illetve a folyékony mentesítő anyag felszívására kiépített szívócső, a szivattyún elhelyezett %-os bekeverővel.

Alkalmazás szempontjából megvizsgáltam és összehasonlítottam, a rendelkezésemre álló vízköddel oltó berendezéseket.

Az összehasonlítást a következő táblázat tartalmazza.

Alkalmazhatóság / Berendezés	IFEX 3012	UNIJET FOG	POWERJET	RB UHPS
Vízköd	igen	igen	igen	igen
Hab	csak habköd*	csak habköd**	igen	igen
Mentesítés	igen	igen	nem	nem
Fertőtlenítés	nem	igen	nem	nem
Min.10 perc üzemidő	nem	igen	igen	igen
Tömlődob	nincs	nincs***	igen	igen

12. sz. Táblázat: a mobil vízköddel oltó berendezések összehasonlítása (Forrás: A jelölt összeállítása)

* a készülék habbekeverővel nem rendelkezik, a tartályba előre beöntött habképző anyaggal lehet habköddel oltani. Amíg a tartály nem ürül ki, vízködöt előállítani nem lehet.

** a berendezés az oltóláncza miatt nehézhab előállítására nem alkalmas.

***a későbbi változatok rendelkeznek tömlődobbal

Az összehasonlításból kitűnik, hogy az IFEX UNIJET-FOG típusú robbanómotoros vízköddel oltó rendelkezik az előbbieken tárgyalt képességekkel, melyek speciális felhasználási lehetőségeit kibővítették, ezáltal folyékony mentesítő anyag kijuttatásra is alkalmassá vált.

A szivattyú változtatható nyomása, illetve az eszközköz rendszeresített speciális háromfűvókás oltóláncza a berendezést mentesítési feladatok végzésére kifejezetten alkalmassá teszi. Az oltólánczsát magasnyomású tömlő köti össze a szivattyúval,

esetünkben 30 méter, mely szükség szerint toldható, ezáltal magát a berendezést nem a szennyezett zónába kell telepíteni.

Alapállásban, alacsony nyomáson az oltóláncza 2 - 3 méter kötött, felső állásban 2 – 3 méter széles terített sugárképet ad, ezáltal a mentesítő anyagok jól kijuttathatók a szennyezett felületekre. A berendezés, a szívócsövön keresztül külső forrásból képes felszívni a mentesítő anyagot, a bekeverés mennyiségét a tartályból érkező vízzel, speciális %-os bekeverő szelep segítségével, kézzel lehet szabályozni. Kizárólag külső forrásból is lehet dolgozni, előre bekevert mentesítő oldattal. A munkavégzéshez két fő személyzet szükséges [60].

Vizsgáltam a berendezést abban a tekintetben is, hogy a rendelkezésre álló, illetve könnyen elérhető mentesítő oldatok kijuttatására mennyire alkalmas.

A berendezés szivattyúja Kärcher gyártmány, speciális kialakítása és anyaga alkalmassá teszi mentesítési és fertőtlenítési feladatokra, továbbá felszívósos üzemmódban is képes üzemelni, így az előre elkészített mentesítő oldat felhasználása is lehetséges, ezáltal a folyamatos munkavégzés és optimális oldatfelhasználás biztosítható. A Kärcher által gyártott mentesítő mikroemulziók kijuttatására a berendezés minden körülmények között alkalmas.

4.1.2. Vegyimentesítőhely kialakításának követelményei, az eljárás eszközsüksége

Azzal, hogy a rendelkezésemre álló vízköddel oltó eszközök közül kiválasztottam a mentesítésre legalkalmasabb berendezést, csak a problémák egy része nyert megoldást. Hatékony és környezetkímélő vegyimentesítéshez, a személy és eszközmentesítés tekintetében is speciális mentesítőhely kialakítására van szükség. [61].

2008-ban egy ausztriai tanulmányút során lehetőségem nyílt bepillantani Steiermark tartomány Tűzoltó és Polgári Védelmi Iskolájának munkájába és tanulmányozhattam az osztrák tűzoltók vegyimentesítési feladatokra történő kiképzésének sajátosságait, illetve a rendszeresített eszközöket és szakfelszereléseket [62]. Ausztriában szerzett tapasztalataim alapján megvizsgáltam a Műszaki Mentőbázis vegyi konténerébe rendszeresített eszközöket és megállapítottam, hogy egy speciális mentesítőhely kialakítását, illetve a szennyezet folyadék és védőruhák biztonságos tárolását, a rendelkezésre álló eszközkészlet nem teszi lehetővé.

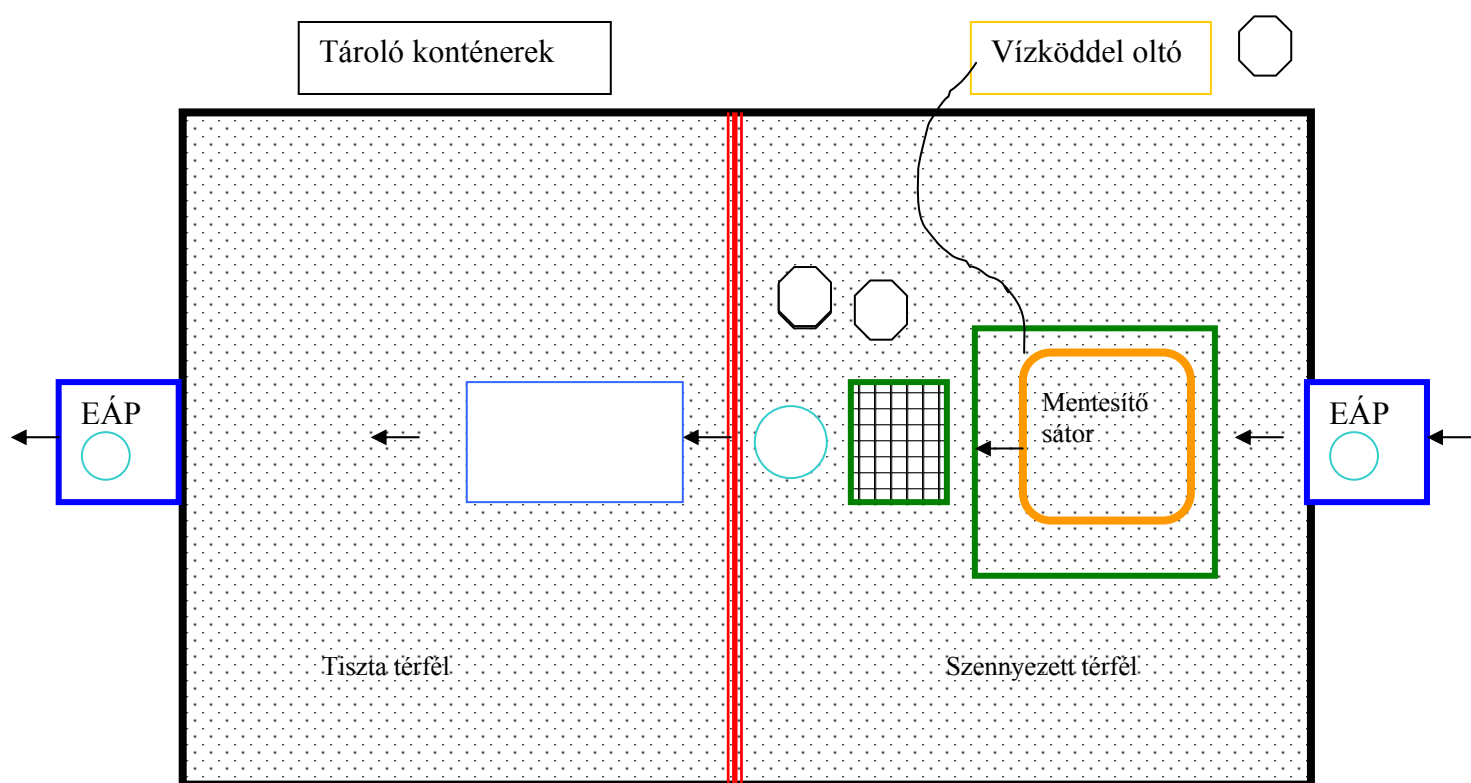
A tűzoltóságokra vonatkozó 37/2003. BM OKF utasítás mellékletek kiadott Szerelési Szabályzat, a vegyi mentő konténer és felszereléseinek telepítése és szerelése című fejezetében, foglalkozik mentesítő sátor szerelésével [63]. A mentesítőhely kialakításának és magának a mentesítési folyamatnak a lépései véleményem szerint nincsenek megfelelően kidolgozva, ezért javaslatot teszek az általam kidolgozott algoritmus Szerelési Szabályzatba történő illesztésére.

Mielőtt rátérnék a mentesítési folyamat lépéseire, először a mentesítőhely kialakításához, illetve a szennyezett anyagok kezeléséhez szükséges felszerelések pótlására tennék javaslatot.

Speciális mentesítőhely kialakításához szükséges felszerelések:

- Speciális vegyi anyag és lépésálló fólia 10x8 méteres 2db, (+2 tartalék),
- Speciális kármentő medence 3x3x0,4 méteres,
- Speciális kármentő medence 2x2x0.4 méteres,
- Speciális kármentő medence 1x1x0.2 méteres,
- Mentesítő sátor,
- Vízköddel oltó berendezés kivehető konzolon,
- Tárolóedényben legalább 100 liter víz (egységnyi oldat bekeveréshez),
- Univerzális mentesítő emulzió,
- Univerzális veszélyes anyagtároló zárható edény 200 literes (+2 db.),
- Veszélyes anyagtároló zárható hordó 100 literes (+2 db.),
- Speciális vegyi anyagtároló fólia zsák 200 literes 15 db. (+15 db.),
- Egyszer használatos teljes védőöltözet (10 db), gázárcserélhető szűrőbetéttel (10 db),
- Legalább 2 öltözet tartalék gyakorló ruha és cipő, átlagos méret,
- A mentesített személy számára fertőtlenítő, kézmosó, egység.

A mentesítőhely kialakításának vázlatát a következő ábra tartalmazza.



- Jelmagyarázat:
-  speciális fólia
 -  kármentő medence
 - EÁP Ellenőrző Áteresztő Pont
 -  kármentő medence főlizsákkal
 -  mérgező anyag koncentráció mérés
 -  mentesítő anyag tömlő
 -  öltöztető hely
 -  speciális tároló edények
 -  haladási irány
 -  mentesítő sátor

30. sz. ábra: Mentesítőhely kialakításának elvi vázlata. (Forrás: A jelölt összeállítása)

4.1.3. A vegyimentesítés lépései

Javasolom a Szerelési Szabályzat, Vegyi mentő konténer és felszereléseinek telepítése és szerelése című fejezet 2.5. pontjába az alábbiak beillesztését.

Beosztás: 5 fő (3-as, 4-es, 5-ös, IV-es, V-ös beosztású tűzoltó)

Végrehajtás:

Feladatok meghatározása

Az V-ös telepítse a mentésvezető által meghatározott helyre a konténert,

A IV-es nyissa fel a redőnyöket, vegye ki a gurítórampákat, majd az V-ös segítségével illessze a megjelölt helyekre,

Az V-ös húzza ki a mentesítésre rendszeresített mobil vízköddel oltó berendezést, a hordóban tárolt vizet és a mentesítő anyagot tartalmazó gördülő kiskonténert, majd a mentésvezető által meghatározott helyen telepítse a berendezést,

A IV-es húzza ki a mentesítéshez szükséges eszközöket és felszereléseket tartalmazó gördülő kiskonténert, majd tolja a mentesítés helyére,

A IV-es vegye ki a mentesítéshez szükséges zárható edényeket és a szennyezett folyadék felszívására alkalmas kézi szivattyút, ezután vigye az eszközöket a mentesítés helyére,

A IV-es, a 3-as, 4-es, 5-ös segítségével, a 30. sz. ábra szerint alakítsák ki a mentesítő helyet, létesítsenek Ellenőrző Áteresztő Pontokat,

Az V-ös kezdje meg a mentesítő oldat bekeverését, majd helyezze üzembe a berendezést és kezelje,

A IV-es, 3-as, 4-es, vegyen fel egyszer használatos védőruhát és szűrőbetétes gázálcot, majd a IV-es hajtja végre az oltólándzsával történő mentesítést, a 3-as és 4-es a szükséges veszélyes anyag koncentráció mérés után pedig vetkőztessen ki a mentesített személyeket, a teljes védőöltözetből, majd a fóliazsákba levetett védőruhát, helyezték a hermetikusan zárható hordóba, ezután tegyenek új fóliazsákot a meghatározott medencébe,

A IV-es, 3-as, 4-es, a mentesítés befejezése után, a kézi veszélyes anyag szivattyúval távolítsák el a kármentő medencékből, illetve a mentesítő sátorból a szennyezett folyadékot, a hermetikusan zárható hordókba. Az egyszer használatos védőruhákat, illetve a fóliát tegyék műanyagzsákba és gyűjtsék hermetikusan zárható hordóba.

Az eljárás befejezése után számolják fel a mentesítő helyet.

4.1.4. A tűzoltó állomány oktatása, kiképzése mentesítési feladatokra

Tűzoltói beavatkozások tekintetében a komplex jellegű tevékenységek esetén, amikor technikai eszközök lehető leggyorsabb üzembe helyezésére és használatára támaszkodva kell meghatározott feladatokat végrehajtani, csak úgy garantálható a siker, ha a folyamat minden lépését gondosan megtervezett elméleti oktatásra és gyakorlati kiképzésre építjük. Ez fokozottan vonatkozik a vegyimentesítés minden lépésére. A részletes oktatási programot a 3. sz. melléklet tartalmazza, a kiképzésről az alábbiakban szólok.

A kiképzés célja, hogy az állomány tevékenységének végrehajtása során minden részfeladatot begyakorlottan, hiba nélkül tudjon végrehajtani, illetve véletlen baleset fellépése esetén is tisztában legyen a teendőivel. Veszélyes anyagokkal kapcsolatos beavatkozások során ez különösen fontos, hiszen például anyagkiömlés, vagy nem alapos mentesítés esetén a beavatkozó személyek egészségkárosodásához, súlyosabb esetben halálához vezethet. Olyan kárfelszámolási gyakorlatokat, amely során a veszélyes anyag jelenlétében történő beavatkozás, majd mentesítés, illetve veszélyes anyagkezelés összes lépését lehet gyakorolni, nem könnyű rendszeresen végrehajtani. Ezért a kiképzést inkább kisebb egységekben érdemes tervezni, lépésről-lépésre végigvezetve a feladat egészén, szakaszonként végrehajtani, majd összeillesztve egy nagyméretű gyakorlat keretében megmutatni, hogyan állnak össze a részek egésszé.

Kiképzendő állomány

A kiképzést azokkal a személyekkel kell végrehajtani, akik a tűzoltóság kötelékében vonulós tűzoltói szolgálatot teljesítenek.

A kiképzés céljaA fő célkitűzés, hogy az érintettek elsajátítsák a vegyimentesítéshez szükséges felszerelésük helyes használatát, alkalmazását, továbbá megtanuljanak veszélyes anyag jelenlétében feladatot végrehajtani.

A kiképzés lefolytatása

Általában a következő pontokat kell a gyakorlat programjába beépíteni:

- A kiképzés során a mentesítéshez szükséges felszerelések használatát, illetve a mentesítési folyamat összes lépést elméletben oktatni kell.
- Az elméleti síkon megszerzett tudást gyakorlatba kell átültetni, tehát gyakorlatokat kell szervezni. A gyakorlat terjedjen ki az egyes részfolyamatok begyakorlására, majd célszerűen az egymás után következő részfolyamatokat komplett gyakorlat végrehajtani.
- A kiképzéshez kapcsolt gyakorlatokhoz lehetőleg valóság-hű körülményeket kell imitálni.

4.2. Komplex kárfelszámolási-mentesítési gyakorlat mobil vízköddel oltó alkalmazásával

Miután kiválasztottam a rendelkezésre álló vízköddel oltók közül a mentesítési feladatokra leginkább alkalmas berendezést, javaslatot tettem vegyimentesítő hely kialakítására is. Előbbiek hatékony alkalmazását gyakorlatban is bizonyítani kívántam, ezért olyan komplex gyakorlat került megszervezésre, melynek során személyi és járműmentesítési feladatokat is végre kellett hajtani.

A hosszan elhúzódó, összetett, veszélyes anyag jelenlétében történő kárelhárítási feladatokra, vagy egy lehetséges terrorcselekmény [64] következményeinek felszámolására a tűzoltóságok nem minden esetben vannak felkészülve. Ennek oka humán és technikai tényezőkre is visszavezethető [65]. A hosszan elnyúló összetett kárfelszámolások logisztikai, műszaki támogatása terén is célirányos fejlesztések szükségesek [66].

Eddigi tűzoltói pályafutásom során több alkalommal vettem részt veszélyes anyagok jelenlétében történő beavatkozásokban, így sikerült a kárfelszámolással kapcsolatos tapasztalatokat szereznem, melyeket a későbbi bevetések során és a gyakorlat tervezésénél is kamatoztatni tudtam.

A hasonló balesetek felszámolása során felmerülő problémák kiküszöbölésére a tűzoltóságoknak lehetőségük van a különféle feladatok elvégzésében segítséget nyújtani képes szervekkel és szervezetekkel együttműködési megállapodásokat kötni. Ezekben a megállapodásokban rögzítik, hogy egymást milyen helyzetekben, milyen eszközökkel, mekkora létszámmal tudják támogatni.

A győri tűzoltóság is rendelkezik több ilyen együttműködési megállapodással, melyek gyakorlatban is bizonyították hasznukat. Ezek közül ki kell emelnem a Magyar Honvédség 12. Légvédelmi Rakétaezreddel, illetve az AUDI tűzoltósággal kötött Együttműködési Megállapodásokat. A megállapodás értelmében többször történt a felek részéről segítségnyújtás éles helyzetekben és több esetben hajtottunk végre gyakorlatot is. Erre a megállapodásra épült az általam tervezett kárfelszámolási gyakorlat is

Mivel a gyakorlaton több szervezet vett részt, ezért egyik legfontosabb célkitűzés a tervezés és a végrehajtás fázisában is, mindegyik szervezet eszközeinek, mentési képességeinek megismerése, együttes feladatmegoldás, rugalmas irányítási mechanizmus kidolgozása volt [67].

További célkitűzések:

- meghatározott irányelvek szerint megismertetni az érintett állománnyal a veszélyes anyag baleset utáni káresemény felszámolásának lépéseit,
- A teljes személyi védőfelszerelésekben (tömör gázvédő ruhák, légzőkészülékek, gázálcok) történő beavatkozás gyakorlása,
- Életmentési feladatok gyors, szakszerű végrehajtása,
- Gyakoroltatni a témában meghatározott, tervben szereplő taktikai lépéseket, szerelési fajtákat,
- Kommunikációs problémák megoldása,
- A mobil vízköddel oltóval történő mentesítési eljárás lépéseinek kidolgozása, rögzítése, begyakorlása, az eszközök telepítéséhez és beüzemeléséhez szükséges időkorlátok megállapítása,

A gyakorlat végrehajtására, mind az MH 12. Légvédelmi Rakétaezred Parancsnoka, mind Győr Város Tűzoltóparancsnoka részéről, mind az AUDI Hungária Motor Kft. Létesítményi Tűzoltósága részéről támogatást kaptam, így az általam végzett kutatások eredményét gyakorlati tapasztalatokkal alá tudtam támasztani, illetve ellenőrizni. A gyakorlaton mindhárom szervezet egységei részt vettek. Azért komplex gyakorlat került lefolytatásra, hogy a vegyimentesítést pontosan be lehessen illeszteni a veszélyes anyagok jelenlétében történő beavatkozás, illetve kárfelszámolás algoritmusába [68]. A gyakorlat végrehajtására a honvédség győri laktanyájában került sor.

Feltételezések

Egy veszélyes anyagot szállító tehergépkocsi szenvedett balesetet a lakott terület melletti főúton a honvédségi gyakorlótér közelében. A balesetet a laktanyába bevonuló honvédségi menetoszlop vezetője észlelte, aki megállította a menetet és azonnal értesítette a tűzoltóságot. A felborult jármű hátulján üres veszélyt jelző tábla volt. Ezeket az adatokat közölte a tűzoltóság ügyeletesével. Miután észrevette, hogy a járműről az egyik tartály és a zsákos szállított anyag is leesett, melyből barnás színű port fújt feléjük a szél, elrendelte a gázálarc és a vegyvédelmi ruha viselését az állományoknak. A járművekkel pozíciót változtattak és várták a tűzoltókat. A sérült jármű gépkocsivezetője, aki könnyebben sérült, kimászott a gépkocsiból és szélirányba kezdett futni. Kb. 200 méter után megállt. Közben a sérült jármű kigyulladt.

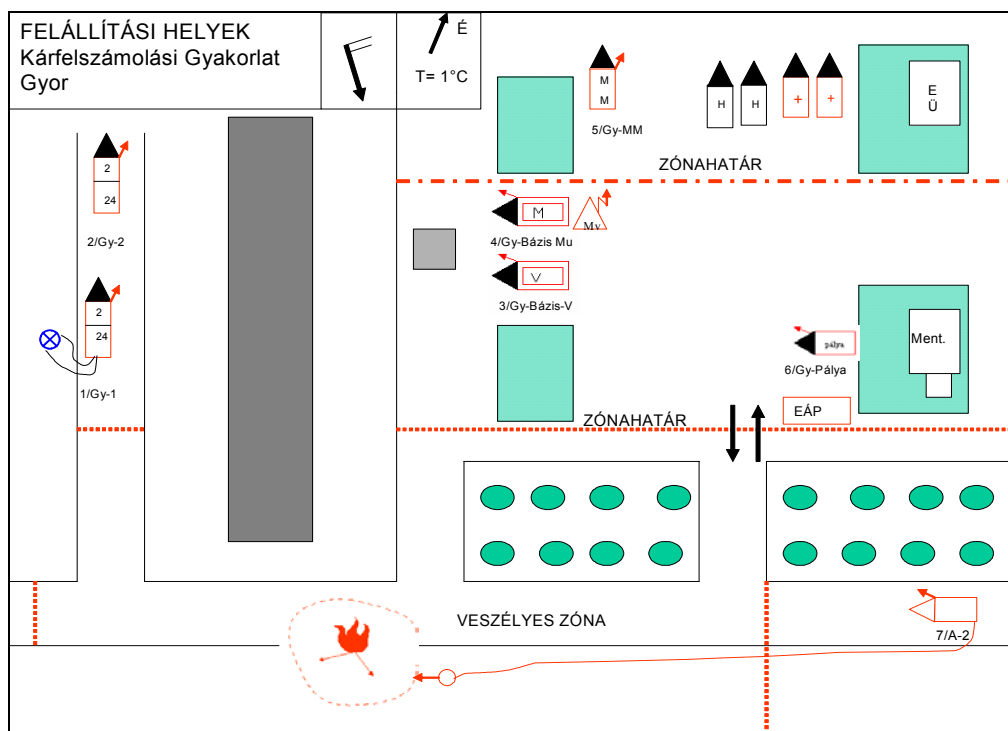
A gyakorlat végrehajtása

A rövid idő alatt kiérkező tűzoltókat tájékoztatták a balesetről, akik teljes védőöltözetben elkezdtek a felderítést, majd a mentést. A fuvarokmányokból és a gépkocsivezető tájékoztatásából kiderült, hogy 1542 UN számú, Aldrin fantázianevű növényvédő szer volt a zsákokban (idegméreg), amely a szabadba jutott. A tartály nem sérült meg. A mentésvezető felvette a kapcsolatot a katonai erők parancsnokával, egyeztettek a feladatokat. A katonák területlezárási feladatot kaptak, illetve egy terepjáró tehergépjárművel segítették a mentést. A tűzoltók a sérült zsákokat zárható kármentő edénybe helyezték, ezután daruval kiemelték az árokból a tartályt és biztonságos helyre szállították, illetve rögzítették. Közben a sérült jármű oltását elvégezték, mivel a jármű mást nem szállított, kiemelték az árokból. Ezután a tűzoltóság rendszeresített eszközeiből kialakították a mentesítőhelyet és az UNIJET-FOG típusú vízköddel oltóval végrehajtották a személy és eszköz mentesítési feladatokat.

A komplex feladatmegoldás érdekében a lehető legtöbb veszélyforrás egyidejű jelenléte került feltételezésre, és lehetőség szerint szimulációra is.

A tűzoltó erők riasztásával egy időben a híradó ügyeletes értesítette a társszerveket, segítséget kértek a Honvédségtől és az AUDI tűzoltóságtól. Célszerű olyan erőket-eszközöket a helyszínre riasztani, hogy a veszélyes anyag jelenlétében történő beavatkozást késedelem nélkül végre lehessen hajtani [69].

A kikerkezést követően a helyszínen távolsági felderítés után, az időjárási és környezeti tényezők figyelembe vételével a mentésvezető meghatározta a biztonsági zónákat és az egységek felállítási helyét, mely a következő ábrán látható.



31. sz. ábra: A kárfelszámolási gyakorlaton résztvevő erők-eszközök felállítási helye (Forrás: a jelölt által készített ábra)

Az ábra a TMMT¹³-k, illetve gyakorlattervek taktikai helyszínrajzaihoz előírt egyezményes jelölések felhasználásával készült [70].

A felderítést 4 fő (2 fő tűzoltó, 2 fő katona) hajtotta végre teljes gázvédő öltözetben. A helyszínt kettes csoportokban közelítették meg, közben veszélyes anyag koncentrációt mértek. A veszélyes zónán kívüli kommunikáció az összes résztvevő között a tűzoltóság URH rádióival került megvalósításra.

A sérült jármű közelében az egyik honvédségi jelzőműszer idegméreg jelenlétét mutatta ki, ennek megfelelően határozták meg a mentesítő anyagot, melyet a honvédség biztosított. A mentesítő helyet és egészségügyi ellátó pontot kiépítették a zónahatárokon. Az egyik mentesítő sátrat a tűzoltóság műszaki mentőbázisának vegyi konténeréből telepítették.

¹³ Tűzoltási Műszaki Mentési Terv

Egy időben került kiépítésre a személyi és járműmentesítő hely, figyelembe véve a tűzoltóság teljes gázvédő öltözeteinek bevetési időtartamát. A dekontaminálást minden esetben az UNIJET-FOG vízköddel oltó berendezéssel hajtották végre. A kutató-mentő, tűzoltó erők 2-4 fős csoportokban, lépcsőzetesen kerültek bevetésre, egyszerre két csoportnál több nem dolgozott a helyszínen.

A gyakorlat sikeres végrehajtása után rövid értékelésre, tapasztalatcserére került sor. A gyakorlat tapasztalatai közül csak jelen értekezés témájával relevánsakat kívánom a következőkben bemutatni:

- A kárfelszámoláshoz kiválasztott technikai eszközök, mérőműszerek jól működtek,
- A vízköddel oltó, mint mentesítő eszköz rendkívül hatékony volt, optimális mentesítő anyag felhasználás mellett,
- A tűzoltóság teljes gázvédő bevetési ruhái csak rövid idejű beavatkozást tesznek lehetővé, a zárt levegőellátás miatt, ez kb.: 15-20 perc, munkavégzéstől függően,
- A személyi mentesítő helyet sikerült 10 perc alatt kialakítani, illetve bekeverni a mentesítő oldatot és üzembe helyezni a vízköddel oltót,
- Egy védőruha egy bevetésen egyszer használható, tehát elhúzódó kárfelszámolást a tűzoltóság megfelelő logisztikai háttér biztosítása nélkül nem tud végezni,
- A tűzoltóság nem rendelkezik megfelelő mentesítő anyaggal, és a védőruhák számára a végleges mentesítő helyre történő szállításához tárolókapacitással sem,
- A tűzoltóság nem rendelkezik a mentesítés során keletkezett szennyezett folyadék tárolásához szükséges kapacitással,
- A szennyezett folyadék további kezelése nem megoldott,
- A kommunikációs kérdéseket helyi szinten sikerült megoldani, ez hosszabb távon problémát jelent, ugyanis a gyakorlatokon résztvevő szervezetek URH rádiói más frekvencián forgalmaznak. (a gyakorlat végrehajtásának idején az EDR¹⁴ rendszer még nem került bevezetésre)

¹⁴ Egységes Digitális Rádiótávközlő Rendszer

- A honvédség helyszíni egészségügyi támogatása nagy előnyt jelent a hasonló esetek felszámolásában,

4.3. A gyakorlat során feltárt hiányosságok, javaslatok a megoldásra

A gyakorlat több, a sikeres és hatékony beavatkozással, illetve kárfelszámolással kapcsolatos hiányosságra is felhívta a figyelmet, melyek a következők voltak:

- Egy biztonságos mentesítőhely kialakításához a Műszaki mentőbázis vegyi konténerében málházott felszerelések nem elégségesek,
Javaslat: A szükséges felszerelések beszerzésénél javaslom figyelembe venni értekezésem 4.1.2. alfejezetében megfogalmazottakat.
- Nincs rendszeresítve megfelelő mentesítő anyag,
Javaslat: Rendszeresítésre javaslom értekezésem 4. fejezetében bemutatott TDE 202 mikroemulziót,
- A 37/2003. számú BM OKF Intézkedés mellékletével kiadott Szerelési Szabályzat, mentesítésre vonatkozó előírásai kiegészítésre szorulnak,
Javaslat: Előbbi szabályzat kiegészítésére javaslom figyelembe venni értekezésem 4.1.3. alfejezetében megfogalmazottakat.
- A tűzoltók nincsenek kiképezve mentesítési feladatok végzésére,
Javaslat: Az kiképzésénél javaslom figyelembe venni értekezésem 4.1.4. alfejezetében megfogalmazottakat.
- A szennyezett bevetési ruhák és a szennyezett mentesítő folyadék tárolása nem megoldott,
Javaslat: A szükséges eszközök beszerzésénél javaslom figyelembe venni értekezésem 4.1.2. alfejezetében megfogalmazottakat.

A fenti hiányosságok, illetve problémák megoldása, véleményem szerint a veszélyes anyagok jelenlétében történő tűzoltói beavatkozások problémamentes végrehajtását nagyban segítené.

4.4. Következtetések

A kísérletek és gyakorlatok tapasztalataiból kitűnik, hogy az UNIJET FOG típusú berendezés kiválóan alkalmas a mentesítési feladatokra, sőt a változtatható nyomásnak és a speciális lándzsának köszönhetően bizonyítást nyert, hogy a berendezés

képes 2 – 3 méter széles terített, vagy kötött sugárképet adni, ezáltal a mentesítő, fertőtlenítő anyagok jól kijuttathatók a szennyezett felületekre a legkülönbözőbb terepviszonyok mellett is. A toldható, akár 100 méteres tömlővel ellátott berendezések használatával, a hordozójárműnek a legtöbb esetben be sem kell menni a szennyezett területre, így magát a berendezést nem kell mentesíteni, csak a tömlőt az oltólándzsával.

Bizonyítást nyert, hogyha a mentesítő anyag folyamatos ellátása – amely külső forrásból is biztosítható – megoldott, a berendezés több órás folyamatos üzemelésre képes, ezáltal a feladat rendkívül gyorsan, hatékonyan végrehajtható, beleértve az esetleges tűzoltási feladatokat is.

Olyan területeken, ahol különösen nagy az árvízi veszélyeztetettség, az árvizek levonulása után többször felkérlik a tűzoltóságot fertőtlenítési munkálatok végzésére is. A berendezéssel ezek a feladatok is maradéktalanul, hatékonyan végrehajthatók.

Bár nem tartozik a tűzoltóság feladatkörébe, de meg kell említenem, hogy egyedi feladatokra, mint például pandémiás veszélyhelyzetekre (madár,- sertés influenza) kiváló megoldást adhatnak ezek a viszonylag olcsó, könnyen üzemeltethető, mobil eszközök, állattenyésztő telepek, állatpusztulások helyszínei, illetve egyéb terepen történő fertőtlenítési problémák esetére. A fertőzések hirtelen megjelenése esetén igen gyorsan, könnyen telepíthetőek határátkelő helyek, ideiglenesen felállított ellenőrző-áteresztő pontok fertőtlenítő állomásaiként. Gépjárművek alvázainak, kerekeinek mentesítése ezekkel a berendezésekkel 1-2 perc alatt elvégezhető. A vízköddel oltóval végrehajtott mentesítés képei a képmellékletben láthatók.

Összefoglalás

Doktori értekezésem megírása során végig ösztönzően hatott rám, hogy az általam választott téma aktuális és kiemelt fontossággal bír.

Magyarországon a tűzoltóság az egyik olyan szervezet, amely a nap bármelyik percében kész a beavatkozásra. A fejlődés nem kerülheti el ezt a szervezetet sem, így nap mint nap új eszközök kerülnek a tűzoltók birtokába. Ilyen viszonylag új eszközök a vízköddel oltó berendezések. Ezek a berendezések EU standardnak megfelelő színvonalat képviselnek, nemcsak a szigorú oltási követelményeknek, de a legújabb környezetvédelmi előírásoknak is megfelelnek. A berendezések használatával a másodlagos károkozás szinte a nullára csökkenthető, ennek ellenére nem terjedtek el hazánkban.

A tűzoltóság szerepe a veszélyes anyagokkal kapcsolatos balesetek, vegyi katasztrófák felszámolásában rendkívül fontos, ugyanakkor a vegyimentesítés lépései tűzoltói szinten nincsenek megfelelően kidolgozva és a feladatok hatékony és környezetkímélő végrehajtásához szükséges felszerelések hiányosak. Dolgozatom megírása során arra a következtetésre jutottam, hogy ezekre a problémákra létezik megoldás, melyre alapozva a gyakorlatban is használható alkalmazásokat dolgoztam ki.

A mai modern kor kihívásai, fenyegetései mind azt indokolják, hogy a tűzoltó-kárfelszámoló eszközök, taktikák folyamatos fejlesztése szükséges. Jelenleg a legnagyobb fenyegetést a tüzesetek és a globális klímaváltozásból adódó szélsőséges időjárási jelenségek és következményeik felszámolásán túl, a veszélyes vegyi anyagokkal kapcsolatos balesetek, vegyipari katasztrófák jelentik. Ezekre a feladatokra pedig jelenleg a hazai tűzoltó egységek nincsenek kellőképpen felkészítve.

Azért választottam értekezésem témájául ezt a területet, mert a felvetett problémák megoldására szolgáló javaslatok hiánypótlók.

Mindezek alapján doktori értekezésemben áttekintettem a vízköddel oltó berendezésekkel kapcsolatos nemzetközi és hazai szakspecifikus szabályozást, felhívtam a figyelmet a hazai szabályzók hiányára és javaslatot tettem a megoldásra.

Megvizsgáltam a vízködképzés lehetőségeit, majd az alkalmazásoknak megfelelően csoportosítottam és bemutattam a vízköddel oltó berendezéseket és eszközöket.

Összehasonlítottam a rendelkezésemre álló mobil vízköddel oltó berendezéseket, majd tűzoltási kísérleteket folytattam velük, hogy kísérletek eredményeivel és tapasztalataival elősegítsem gyakorlati alkalmazásukat.

Mentesítési feladatokra történő alkalmazás szempontjából megvizsgáltam a berendezéseket és kiválasztottam a feladatra legalkalmasabbat, majd gyakorlat során bizonyítottam hatékonyságát.

Kidolgoztam a tűzoltóság eszközeinek felhasználására épülő vegyimentesítési folyamatot, az állomány kiképzésnek lépéseivel együtt. A hatékony végrehajtáshoz szükséges eszközök pótlására javaslatot tettem.

Végezetül pedig javaslatot tettem, a 37/2003. számú BM OKF intézkedés mellékletével kiadott Szerelési Szabályzat módosítására, a beosztások és feladatok pontos megjelölésével.

Összegzett következtetések

A jelenlegi helyzetre tekintve észrevehető, hogy az új évezred új követelményeket és ezzel együtt új kihívásokat hozott, amelyek megvalósításában komoly feladat hárul a tűzoltóeszközök fejlesztésében, az oltóanyagok kutatásában és ezek felhasználásában, alkalmazásában érdekelt szakemberekre.

Az értekezésemben rávilágítottam arra a tényre, hogy a vízköddel oltó eszközöket és magát a technológiát hazánkban nem a fontosságuknak megfelelő mértékben alkalmazzák.

Megállapítottam, hogy a vízköddel oltó berendezések kutatása és fejlesztése, további lehetőségeket rejt, melyeket fel kell tárni.

A disszertációban az összehasonlítás módszerével bemutattam a vízzel oltás fejlődését, a vízköd előállításához és az alkalmazáshoz elengedhetetlen hátteret, a technikai eszközöket, kiemelve fejlődés szükségességét.

Bizonyítottam azt, hogy a vízköddel oltó berendezések alkalmazása új távlatokat nyitott a tűzoltás történetében.

Tűzoltási kísérleteket és gyakorlatokat folytattam robbanómotoros mobil vízköddel oltó berendezésekkel, bizonyítva rendkívüli hatékonyságukat.

Vizsgáltam a világ biztonságában végbemenő változásokat, megállapítottam, hogy a víz, ami önmaga is biztonsági tényező, az élet és vagyonbiztonság szempontjából kiemelkedő jelentőséggel bír, ezért környezet-és biztonság tudatos felhasználása tűzoltási célokra egyre fokozottabb körültekintést igényel. Arra a következtetésre jutottam, hogy a vízköddel oltó berendezések alkalmazása során mérhetően kevesebb oltóvíz elegendő a hatékony tűzoltáshoz, ezáltal a környezeti kár okozása is kisebb mértékű lesz.

Felhívtam a figyelmet a veszélyes anyag jelenlétében történő tűzoltói beavatkozások során tapasztalható mentesítési hiányosságokra, kísérleteket folytattam a vízköddel oltó berendezések mentesítési feladatokra való alkalmasságával.

Kiválasztottam a mentesítésre alkalmas berendezést, gyakorlatban bizonyítottam felhasználásának előnyeit, kidolgoztam az alkalmazás lépéseit.

Mindezek mellett az új mentesítési képesség kialakítása, tökéletesítése, elterjedése és széles körű alkalmazása a tűzoltóságokon nagyban függ a fejlesztésre fordítható költségvetési hányad mértékétől.

Új tudományos eredmények

1. **Saját tűzoltási kísérleteim** eredményeinek felhasználásával bizonyítottam a mobil vízköddel oltó berendezések hatékonyságát és javaslatot tettem gyakorlati alkalmazásukra.
2. **Saját tervezésű**, egyedi gyártású habbekeverő szivattyú funkcionális illesztésével alkalmassá tettem a győri tűzoltóságon rendszeresített mobil vízköddel oltó berendezést habbaloltásra.
3. **Megállapítottam és kiválasztottam** többféle rendszeresített mobil vízköddel oltó eszköz közül, majd **kísérlet és gyakorlat** során **bebizonyítottam**, hogy az értekezésem 3. sz. táblázatában bemutatott paraméterekkel rendelkező mobil vízköddel oltó berendezés **alkalmas** mentesítési feladatok ellátására.
4. **Kidolgoztam** egy vegyimentesítési eljárást a meghatározott paraméterű mobil vízköddel oltó berendezés felhasználásával, **javaslatot tettem** a 37/2003. számú BM OKF Intézkedés mellékletével kiadott Szerelési Szabályzat módosítására, az általam kidolgozott vegyimentesítési eljárás ismeretanyagának és módszertanának beillesztésére.
5. **Megállapítottam**, hogy a vegyimentesítési eljárás ismeret és módszertana hiányzik a tűzoltó és katasztrófavédelmi képzési rendszerből, ezért hiánypótlásként **Javaslatot tettem** a dolgozatom 4.1.2. alfejezetében bemutatott új típusú vegyimentesítési eljárás beépítésére az alap és középfokú tűzoltóképzésbe, illetve a ZMNE tűzoltó szakirányú BSc és katasztrófavédelem szakirányú MSc képzésein történő oktatásba és más szakterületeken történő adaptálásra.

Ajánlások

A Ph.D. értekezésemben megfogalmazott tények alapján javaslom:

1. A tűzoltóság számára mentesítési feladatok végrehajtására rendszeresíteni az értekezésemben bemutatott vízköddel oltó berendezést.
2. Javaslom a 37/2003. számú BM OKF intézkedés mellékletével kiadott Szerelési Szabályzat kiegészítését, a 2.5. pontba beilleszteni az általam kidolgozott lépéseket,
3. Javaslom a tűzoltók mentesítési feladatokra történő kiképzésére figyelembe venni az értekezésemben megfogalmazottakat.
4. A jelenlegi Önkormányzati Minisztérium, az Egészségügyi Minisztérium, a Honvédelmi Minisztérium és az Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat illetve a későbbi jogutód és illetékes szervek felelős vezetőinek figyelmébe ajánlom, a dolgozatomban bemutatott berendezést, a különféle pandémiás veszélyhelyzetek (például sertés- vagy madárinfluenza) levonulása utáni fertőtlenítési feladatokra.

Felhasznált Irodalom

1. Földi László – Halász László: Környezetbiztonság, Complex Kiadó, Budapest 2009, 20.p.
2. Szilágyi Tivadar: A tudományos írásművekkel szemben támasztott követelmények, Egyetemi Jegyzet, ZMNE, Budapest 2003, 28.p.
3. Pázmándy Mihály: A tűzoltás vízellátása, BM könyvkiadó, Budapest, 1974, 3.p.
4. Nagy Gyula: Vízköddel oltó berendezések, Védelem (ISSN: 1218-2958) 2000/1. szám, 41.p.
5. Pintér Ferenc, Szalay Béla, Puskás Sándor, Szalontai Imre, Totzl Károly: Tűzoltás a vegyiparban, BM Könyvkiadó, Budapest, 1984, 104.p.
6. Kuti Rajmund: A vízköddel oltás taktikai lehetőségei, modern mobil oltóberendezések alkalmazhatóságának vizsgálata, ZMNE, Budapest, 2005. (A 2005. évi őszi Intézményi TDK-n II. helyezést ért el a „Katonai vezetés és ABV támogatás, környezetbiztonság, katonai környezetvédelem” vegyes tagozatban, valamint a XXVIII. Országos Tudományos Diákköri Konferencia 10. Hadtudományi Szekciójában az „ABV támogatás, környezetbiztonság, katonai környezetvédelem” tagozatban I. helyezést ért el); 7.p.
7. Lukácsi Roland: Beépített nagynyomású vízköddel oltó berendezések, Szakdolgozat SZIE YMÉK, Budapest, 2008, 13.p.
8. The smarter way of fire fighting, FOGTEC beépített vízköddel oltó rendszer gyári leírása, FOGTEC Brandschutz GmbH Köln, 2006, 3.p.
9. Nádor András: Vízködös Oltórendszerek, nem árt ismerni, mit miért választunk, <http://www.vedelem.hu/tanulmanyok/> (letöltés ideje: 2008. 04. 11. 21 óra 50 perc)
10. Kuncz Imre: A tűz és oltóanyagai, BM könyvkiadó, Budapest, 1972, 153.p.
11. Katakura Hiroshi, Hasegawa Tadahiro, Yamane Ryuichiro, Oshima Shuzo, Guo C: Application of High-Pressure Water Jet in Fire Fighting and Rescue Operations <http://scielinks.jp/j-east> (letöltés ideje: 2009. 05. 14. 17 óra 10 perc)
12. Heizler György: A vízköd előállítása, Védelem, (ISSN: 1218-2958) 1998/3. szám, 18.p.
13. Heizler György: A vízzel oltás hatékonysága, Védelem, (ISSN: 1218-2958) 1997/6. szám, 7.p.

14. Heizler György: A víz, mint új oltóanyag? Védelem, (ISSN: 1218-2958) 1997/6. szám, 5.p.
15. A HI-FOG bemutatása <http://www.ventor.hu/hifog.php?id=2> (letöltés ideje: 2009. 06. 11. 20 óra 48 perc)
16. What is HI-FOG water mist fire protection? <http://www.hi-fog.com/fire-protection> (letöltés ideje: 2008. 11. 11. 20 óra 45 perc)
17. Water mist fire protection, <http://www.dl-eng.com/marioff> (letöltés ideje: 2009. 06. 11. 22 óra 15 perc)
18. NFPA 750. Standard on Water Mist Fire Protection Systems, Edition 2006, USA
19. 9/2008 (II. 22.) ÖTM rendelettel kiadott Országos Tűzvédelmi Szabályzat 2. rész, II. Fejezet, 2. rész, 2.1.1.
20. Kuti Rajmund: A vízköddel oltók használatának biztonsági szabályai, Foglalkozásvédelem, Győr, 2004.
21. Kuti Rajmund – Földi László: A beépített vízköddel oltó rendszerek újabb alkalmazási lehetőségeinek feltárása, Hadmérnök Online III. évfolyam 2. szám, 2008. június, 60-66.p.
22. Nádor András: Vízködös oltórendszerek, nem árt ismerni, mit miért választunk, <http://www.vedelem.hu/tanulmanyok/> (letöltés ideje: 2008. 04. 11. 21 óra 50 perc)
23. Пожаротушение тонкораспыленной водой, <http://www.z96.ru/trv/> (letöltés ideje: 2009. 04. 15. 20 óra 45 perc)
24. High Pressure Water Mist Fire Fighting System, http://www.ssf.sh.com/en/product_list (letöltés ideje: 2009. 04. 11. 20 óra 55 perc)
25. High Pressure Water Mist for Efficient Fire Protection, <http://engineerlive.com/oil-and-gas-engineer/safety> (letöltés ideje: 2009. 06. 10. 18 óra 19 perc)
26. Dirk K. Sprakel: Vízköd tűzoltási célú ipari alkalmazása, Védelem, (ISSN: 1218-2958) 2005/6. szám 26-28.p.
27. Nádor András: Vízköd oltó villamos terekbe, Védelem, (ISSN: 1218-2958) 2003/2. szám, 37.p.
28. Nádor András: HI-FOG Nagynyomású vízködös oltórendszer, a Richter Gedeon Nyrt. magasraktáraiban, Védelem, (ISSN: 1218-2958) 2007/3. szám, 17-21.p.
29. П.Г. Демидов, Я.С. Повзик: Пожарная тактика, Москва, 1976 г. 124.п.
30. Hadnagy Imre József: Fejezetek a szárazoltás és a vízkármentes tűzoltás történetéből, <http://www.vedelem.hu/tanulmanyok/> (letöltés ideje: 2009. 05. 07. 21 óra 08 perc)

31. Bleszity János – Zelenák Mihály: A tűzoltás taktikája, BM könyvkiadó, Budapest, 1989, 254.p.
32. Buda Ernő: A Sávoly-18 kúton keletkezett gázkitörés és a kitörés elhárításának menete, Kőolaj és gázipari biztonságtechnikai közlemények, 15. évfolyam, 1984. 3-4. szám 31.p.
33. <http://wikipedia.org/big-wind> (letöltés ideje: 2009. 06. 06. 18 óra 50 perc)
34. Hadnagy Imre József: A repülőgép sugárhajtómű, mint tűzoltószer, Védelem, (ISSN: 1218-2958) 2006/2. szám, 17-19.p.
35. Dirk Biemer: Zeitreise, Feuerwehr Magazin, (ISSN 0943-027X) 2008/12. szám, 60.p.
36. Peter Schneider: Abgas-Löscher, Feuerwehr Magazin, (ISSN 0943-027X) 2006/9. szám, 47.p.
37. Manfred Gihl: Geschichte des deutschen Feuerwehrfahrzeugbaus, (ISBN: 3170142909) Kohlhammer 2000, 201.p.
38. Heizler György: Turbóoltógép a BASF-nél, Védelem (ISSN: 1218-2958) 1997/6. szám, 11.p.
39. Szőcs István: Impulzus tűzoltás, Jegyzet az alapfokú tűzoltóképzéshez, Budapest, 1996.
40. Die Impulspistole und ihre Versorgungseinheiten, <http://www.ifex3000.de/de/index.htm> letöltés ideje: 2009. 06. 07. 17 óra 20 perc)
41. Jan-Erik Hegemann: Lösch-Nebel Feuerwehr Magazin, (ISSN 0943-027X) 2009/1. szám, 78.p.
42. Kuti Rajmund: A vízköddel oltás taktikai lehetőségei, modern mobil oltóberendezések alkalmazhatóságának vizsgálata, (TDK munka, ZMNE, Budapest 2005) 28.p.
43. Kuti Rajmund: A vízköddel oltás gyakorlati lehetőségeinek elemzése, különös tekintettel a mobil vízköddel oltó berendezésekre, BM OKF Dr. Balogh Imre Emlékpályázat, Budapest 2005, I. helyezés, 21.p.
44. Lázár Gábor: A hazai ADR balesetek jellemzői és elhárításuk stratégiái, taktikai elemzése, PhD értekezés, ZMNE KMDI, Budapest, 2006, 45.p.
45. Halász László – Nagy Károly: Mérgező anyagok kémiája, Egyetemi Jegyzet, ZMNE, Budapest 2001, 8.p.
46. Grósz Zoltán. Az ABV Védelem alapjai, ZMNE, Budapest, 146.p.

47. Kuti Rajmund - Dr. Földi László: Mentés mobil vízköddel oltó berendezéssel, Védelem (ISSN: 1218-2958) 2007/2. szám, 46.p.
48. Nagy Károly – Grósz Zoltán: A Magyar Honvédségben rendszeresített vegyi,- sugármentesítő anyagok környezetszennyező hatásai és kezelésük lehetséges módja, HVK Pályázat, Budapest, 2001, 23.p.
49. Földi László: A Magyar Honvédség tevékenysége a vegyi katasztrófák elleni védelem összefüggés rendszerében, PhD értekezés, ZMNE KMDI, Budapest 2003, 47.p.
50. Halász László - Grósz Zoltán. ABV Védelem, Egyetemi Jegyzet, ZMNE, Budapest 2000, 116.p.
51. Zákány Péter: A vegyimentesítés fejlődése a mentesítő anyagok és eszközök korszerűsödése tükrében, a 60-as évektől napjainkig, Szakdolgozat, ZMNE Budapest, 2005, 37.p.
52. Grósz Zoltán: Segédlet a vegyi,- sugárfelderítő katonára részére, Szakfordítás ZMNE, 1997.
53. Szakál Pál: Folyadékok fajlagos felületének növelése difformálással, Magyar Kémikusok Lapja 1979/4-5. szám, 233.p.
54. Kuti Rajmund - Dr. Földi László: Mentés mobil vízköddel oltó berendezéssel, Védelem (ISSN: 1218-2958) 2007/2. szám, 47.p.
55. Rajmund Kuti – László Földi: Possible use of mobile water fog generators for decontamination tasks, AARMS 8. kötet 1. szám (közlésre elfogadva)
56. Hans Joachim Töpfer: Pocket Handbook Nuclear, Biological, Chemical Defence, <http://www.lifesafetysys.com/pdf> (letöltés ideje: 2009. 06. 09. 19 óra 20 perc)
57. Kuti Rajmund: Mentési feladatok új dimenziói, Bolyai Szemle, ZMNE, Budapest, 2007. 1. szám,
58. A PVOT pk. 17/1979. sz. intézkedésével kiadott: A Polgári Védelem Radiológiai, Biológiai-és Vegyivédelmi Kézikönyve, 11.p.
59. Török Bálint Zoltán: Veszélyes anyagok közúti szállítási balesetei során a tűzoltóság beavatkozásának taktikai és technikai fejlesztési lehetőségei, PhD értekezés, ZMNE KMDI, Budapest, 2009, 81.p.
60. Technische Daten HD-1040 B, <http://www.karcher.at/de-at/produkte> (letöltés ideje: 2009. 06. 14. 08 óra 23 perc)
61. Szakál Béla: Veszélyes anyagok és kárelhárításuk III. rész. Jegyzet, SZIE YMMFK Tűzvédelmi és biztonságtechnikai Intézet, Budapest 2004, 40.p.

62. Kuti Rajmund: A tűzoltóképzés sajátosságai Ausztriában, Védelem (ISSN: 1218-2958) 2008/6. szám, 31.p.
63. 37/2003. számú BM OKF Intézkedés mellékletével kiadott Szerelési Szabályzat 2. rész, 2. 5. pont
64. Jambrik Rudolf – Cziva Oszkár: Terrorveszély esetén beavatkozás másképp, Védelem (ISSN: 1218-2958) 2006/1. szám, 42-43.p.
65. Kuti Rajmund: Terrorcselekmények kárfelszámolási lehetőségeinek vizsgálata tűzoltói aspektusból, Védelem (ISSN: 1218-2958) 2007/3. szám, 34.p.
66. Padányi József: A Magyar Honvédség lehetséges feladatai a terrorizmus elleni harcban (A műszaki támogatás lehetőségei és korlátai), Tanulmány, ZMNE, Budapest 2003, 11.p.
67. Kuti Rajmund: Műszaki mentések tervezési problémái az eszközök fejlődének és a kárfelszámolási gyakorlat vizsgálatának tükrében. (TDK munka, ZMNE, 2006) 22.p.
68. Kuti Rajmund – Zólyomi Géza: Intézkedési algoritmus veszélyes anyag balesetek felszámolásához, Védelem (ISSN: 1218-2958) 2008/4. 14-15.p.
69. Kuti Rajmund: Műszaki Mentések I-II. Egyetemi Jegyzet, ZMNE, Budapest, 2007, 43.p.
70. Kuti Rajmund: Gyakorlati tanácsok Tűzoltási Műszaki Mentési Tervek készítéséhez, BM OKF Tudományos Pályázat, Budapest, 2003. 23.p.

Témakörből készült publikációim

Idegen nyelvű kiadványban megjelent cikkek:

1. Rajmund Kuti – László Földi: Possible use of mobile water fog generators for decontamination tasks, AARMS 8. kötet 1. szám (közlésre elfogadva)

Lektorált folyóiratban megjelent cikkek:

2. Kuti Rajmund – Földi László: Mentés mobil vízköddel oltó berendezéssel, Védelem (ISSN: 1218-2958) 2007/2. 46-48. p.
3. Kuti Rajmund: Terrorcselekmények kárfelszámolási lehetőségeinek vizsgálata tűzoltói aspektusból, Védelem (ISSN: 1218-2958) 2007/3. 34-35. p.
4. Kuti Rajmund: Terrorcselekmény következményeit felszámoló gyakorlat tapasztalatai, Védelem (ISSN: 1218-2958) 2007/4. 34-35. p.
5. Kuti Rajmund: Intézkedési program belvíz-védekezési munkálatokhoz, <http://www.vedelm.hu/tanulmanyok> 2007.
6. Kuti Rajmund: Mentési feladatok új dimenziói, Bolyai Szemle, ZMNE Budapest 2007/1.
7. Kuti Rajmund – Zólyomi Géza: Intézkedési algoritmus veszélyes anyag balesetek felszámolásához, Védelem (ISSN: 1218-2958) 2008/4. 14-15. p.
8. Kuti Rajmund – Földi László: A beépített vízköddel oltó rendszerek újabb alkalmazási lehetőségeinek feltárása, Hadmérnök Online III. évfolyam, 2. szám 2008, 60-66.p.
9. Kuti Rajmund: Milyen mentesítő anyagokat használjunk veszélyes anyag beavatkozások után, <http://www.vedelem.hu/tanulmanyok> 2008.
10. Kuti Rajmund: A tűzoltóképzés sajátosságai Ausztriában, Védelem (ISSN: 1218-2958) 2008/6. 30-31. p.

Tudományos pályázatok:

1. Kuti Rajmund: Gyakorlati Tanácsok Tűzoltási Műszaki Mentési Tervek készítéséhez, Tudományos Pályázat, BM OKF, Budapest, 2003.

2. Kuti Rajmund: A vízköddel oltás gyakorlati lehetőségeinek elemzése, különös tekintettel a mobil vízköddel oltó berendezésekre, BM OKF Dr. Balogh Imre Emlékpályázat I. hely, Budapest, 2005.
3. Kuti Rajmund: A műszaki mentések tervezési problémái, az eszközök fejlődésének és a kárfelszámolási gyakorlat vizsgálatának tükrében OTDK dolgozat III. hely, ZMNE, Budapest, 2006.
4. Kuti Rajmund: A vízköddel oltás taktikai lehetőségei, modern mobil oltóberendezések alkalmazhatóságának vizsgálata, OTDK dolgozat I. hely, ZMNE, Budapest, 2006.

Jegyzetek:

1. Kuti Rajmund: Habképző anyagok tulajdonságai, Jegyzet, Győr MJV Tűzoltósága, 2004.
2. Kuti Rajmund: Műszaki Mentések I-II., Egyetemi Jegyzet, ZMNE, Budapest, 2007.
3. Kuti Rajmund: Műszaki mentőjárművek, mentőeszközök, Egyetemi Jegyzet ZMNE, Budapest, 2007.

Mellékletek

1. sz. melléklet: A víz tűzoltási szempontból fontos jellemzői

2. sz. melléklet: A Richter Gedeon Nyrt. magasraktáraiba telepített vízköddel oltó rendszer leírása

3. sz. melléklet: Tantárgyi program (javaslat)

Képmelléklet

1. sz. melléklet: A víz tűzoltási szempontból fontos jellemzői

A kémiaiilag tiszta víz átlátszó, szagtalan, íztelen folyadék. Vékony rétegben színtelen, nagy vastagságban kék színű. Egyéb feltűnő fizikai sajátossága, hogy sűrűsége +4 °C-nál a legnagyobb. A következő táblázat a víz sűrűségváltozását mutatja a hőmérséklet függvényében.

Hőmérséklet °C	Sűrűség kg/dm ³
0	0,9998
2	0,9999
4	1,0
10	0,9997
50	0,9881
100	0,9586

1.sz. melléklet 1. sz táblázat: A víz sűrűségváltozása a hőmérséklet függvényében

Olvadáspontja 0 °C, forráspontja 100 °C. A víz a hőmérséklet függvényében, minden halmazállapotban megtalálható, szilárd (jég), cseppfolyós, légnemű (gőz). Fagyáskor a víz térfogata 1/9 részével növekszik, ezt a tényt a téli beavatkozások során fokozott figyelemmel kell kezelni.

A földfelszín egyik legnagyobb mennyiségben előforduló vegyülete, a Föld felszínének mintegy 2/3-át víz borítja óceánok, tavak, folyók, sarki jégtáblák formájában. Ennek köszönhetően könnyen hozzáférhető, így beszerzése a többi oltóanyaghoz képest nagyon gazdaságos.

Felhasználhatóságát növeli, hogy kémiaiilag semleges, könnyen szállítható, nem toxikus. Hátránya, hogy a szennyező anyagok mennyiségétől függően vezeti az áramot. Még a csapadékból származó víz sem tiszta, a porokon kívül sókat is tartalmaz. Ilyenek például a NaCl, MgCl₂, Ca(HCO₃)₂ stb.

Tulajdonképpen az oldott sók okozzák a víz jó elektromos vezetőképességét. Ezek a sók elektromos feszültség hatására elektrolitos folyamatot indítanak meg, és a vizet elektromosan vezetővé teszik. Az elektromos berendezések tüzeinek feszültség alatt történő oltása a víz vezetőképessége miatt áramütés veszélyével fenyegeti a tűzoltás résztvevőit. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogyha a vízsugarat egy feszültség alatt lévő

berendezésre irányítjuk, a sugarat tartó tűzoltó és a feszültség alatt álló berendezés között potenciálkülönbség lép fel, az áramkör a sugarat tartó személyen keresztül záródik a föld felé. Gyakorlatilag az áramkörbe került személy életveszélyes áramütést szenvedhet. Ilyen esetekben a víz alkalmazását kerülni kell.

A víz alkáli fémekkel, alkáli földfémekkel, valamint azok karbidjaival és hidridjeivel kémiai reakcióba lép.

A nátrium és víz reakciója:



A nátrium és a víz kémiai reakciójából végbemenő robbanás tulajdonképpen két részből áll. A reakció első részében a nátriumot – mivel erősen pozitív fém – a vízben lévő oxigén magához köti és ezáltal hidrogén szabadul fel. A reakció során nagy mennyiségű hőenergia fejlődik, amely magát a nátriumot is meggyújtja, és az világító fénnel égni kezd. A reakció második szakaszában a nátrium égésével a hőenergia képződés fokozódik, és a felszabaduló hidrogént, mely a levegő oxigénjével megfelelő arányban keveredett, meggyújtja. Ezek a kémiai reakciók rendkívül viharosan, robbanásszerűen mennek végbe.

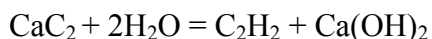
A kálium és a víz reakciója a nátriumhoz hasonlóan, megy végbe:



A láng az elemre jellemző színeződést vesz fel, amely a nátriumnál sárgás, a káliumnál lilás árnyalatú. A hidrogén azonban akkor gyullad meg, ha fémdarab – és ez különösen a nátriumra érvényes - legalább borsó nagyságú. A reakció intenzitása az alkáli fémek atomsúlyának növekedésével, a nátriumtól a céziumig hevesebb lesz. Kálium esetében azonban legtöbb esetben olyan heves a reakció, hogy a megolvadt fém a robbanás következtében nagy távolságra szétfröccsen és a környezetében található éghető anyagokat meggyújtja.

Az alkáli fémekhez hasonlóan viselkednek vízzel az alkáli és alkáli földfémek hidridjei is: pl. káliumhidrid KH, nátriumhidrid NaH, kalciumhidrid CaH. Az alkáli és az alkáli földfémek karbidjai közül a kalcium-karbid CaC_2 vízzel történő reakció közben, már kevés vízzel is annyi hőt fejleszt, hogy a keletkező acetilén gáz önmagától meggyullad.

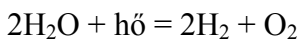
A víz és kalcium-karbid reakciója:



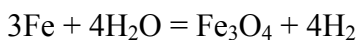
A reakció során acetilén keletkezik, ami a levegő oxigénjével 2,5 – 8,1 %-os koncentrációs határok között robbanóképes elegyet alkot.

Víz alkalmazása fémek tüzeinek oltására, a termikus bomlás miatt tilos.

Ez a reakció a következőképpen megy végbe:



A víz bomlása különösen erős, vörös izzású vas jelenlétében fordul elő az alábbi egyenlet szerint:



A vas leköti ugyan az oxigént, de a levegő oxigénjének odajutása következtében hidrogén-oxigén elegy, azaz durranógáz keletkezik. Ugyancsak magas hőmérséklet keletkezik a magnézium, alumínium égése alkalmával és a hő hatására a víz alkotó elemeire eshet szét. A bomlási folyamat kb. 1500 °C-nál kezdődik és 3000 °C-nál már a víz teljes bomlása bekövetkezhet. A víz százalékos bomlása a hőmérséklet emelkedésével, a következőképpen alakul:

1500 °C-nál a víz 0,033%-a,

2000 °C-nál a víz 0,115 %-a,

2500 °C-nál a víz 10,1 %-a felbomlik,

3000 °C-nál a bomlás fokozódik és bekövetkezik a robbanás.

A víz gyors gőzzé válása (magasabb hőmérsékleten) és az ebből keletkező robbanásszerű jelenség nem azonos a víz bomlásánál keletkező durranógáz robbanásával.

2. sz. melléklet: A Richter Gedeon Nyrt. magasraktárába telepített vízköddel oltó rendszer leírása

A Richter Gedeon Nyrt.-nél a veszélyes vegyipari technológiákból adódóan a biztonságra, azon belül a megelőzésre nagy hangsúlyt helyeznek. A nagy érték koncentráció miatt a tűzjelző és tűzoltó rendszerek kiépítésére hatalmas összegeket fordítottak. Nemcsak az épületeket tekintik értéknek, hanem a beépített technológiát is. Egy esetlegesen bekövetkező tűz, valamint a piacvesztés kockázata jelenti az igazi kárt.

A beruházó célja olyan gyorsreagálású automatikus oltórendszer kialakítása volt, amely hatékonyságával minimalizálja a tűz-, a füst- és a vízkárokat. A hagyományos vizes (habos) oltórendszerekkel az oltás megkezdésének bizonytalansága, a tűzkontrol miatti elsődleges és másodlagos károk nagysága, valamint a raktártér kihasználtságának csökkenése komoly költségtöbbletet jelentettek a beruházás vizsgálatánál. Mivel a nagynyomású vízköddös technika a hagyományos vízzel oltó rendszerekhez képest legfeljebb 5-10% vízmennyiséget bocsát ki, lehetőség volt a nehezen megvalósítható sprinkleres megoldás helyett nyitott szórófejes zónás védelem kialakítására, úgy, hogy a téves lefújásokból adódó vízkár alatta maradhat akár egyetlen sprinkler szórófej töréséből adódó víz mennyiségének.

A Richter Gedeon Nyrt. Budapest, Gyömrői úti raktárépületében két, egyenként 30 X 16 X 20,5 m (H, Sz, M)¹⁵ hasznos alapterületű magas raktár működik. A két raktárrész felépítését és használatát tekintve azonosnak mondható. A raktárakban hosszanti irányú elrendezéssel, 8 db 13 szintes teli polcos kialakítású polcsort építettek, a hosszanti falak mentén egysoros, majd a tér belsejében kétsoros kialakításban. A polcokon a rakodó helyek meghatározottak, méretük 0,8 X 0,8 X 1,2 m (H, Sz, M).

A polcsorokat 1,5 méter széles rakodó folyosók választják el egymástól. A rakodó folyosón működtetik a kézi felrakó gépeket, melyek a teljes polchossz és teljes hasznos polcmagasság mentén x-y irányban rögzített mozgást végeznek, kezelő irányítása mellett. A rakodógépek villanymotoros hajtásokkal rendelkeznek, melyek állandóan az aljzat szintjén maradnak.

¹⁵ H= hosszúság, Sz= szélesség, M=magasság

A raktárterek „D - Mérsékelt Tűzveszélyes” tűzveszélyességi osztályba kerültek besorolásra. Szabályszerű működést feltételezve a magas raktár terekben tűzveszélyes tevékenység nem folyik.

A beépített HI-FOG rendszer működése

A tervezett és beépített HI-FOG oltórendszer fő célja a tűz okozta elsődleges és másodlagos károk csökkentése a védett terekben. A rendszer központosított kialakítású, a két védett területet közös szivattyúházba telepített HI-FOG szivattyúrendszerek szolgálják ki. A hatékony nyitott szórófejes, zónás oltási elven működő nagynyomású vízködös oltórendszert aspirációs füstérzékelésen alapuló oltásvezérlő rendszer indítja. A polcrendszer területén a beépített HI-FOG szórófejek száma 840 db raktáronként. Az oltórendszer zónakialakítása valamennyi oltási zónát a hasznos belmagasság teljes egészére kiterjesztette és egy polcsort vertikálisan 4 zónára osztja. A szórófejek a 8 polcsorral így összesen 32 zónára lettek osztva. Valamennyi szórófejnél megtartható a szórófejek és a tárolt áru között a Marioff Corporation Oy cég által előírt 600 mm-es távolság.

Kihasználva a nagynyomású vízköd 3 dimenziós terjedését és a vízszintes irányba is nagyfokú penetrációs képességét, valamint azt, hogy a polcok közötti folyosók szélessége nem nagy, megoldható volt a detektált területek támadása az azzal szemközt lévő polcsorokról. A szórófejek vízszintes irányba mutatónak lettek a polcrendszer peremére szerelve úgy, hogy a szórófejeket befogadó vízszintes C profilok megvédik az esetleges külső behatástól, de azok szóróképtét nem befolyásolják. A beépítésre került nyitott szórófej, a következő képen látható.



2. sz. melléklet 1. sz. ábra: A polcra szerelt nyitott szórófej (Forrás: Védelem, 2007/3. szám, 18.p.)

Ez a megoldás biztosítja a tűzelnyomás biztonságát alacsony vízfelhasználás mellett. Egy zóna egy időben két oldalról történő oltásához szükséges 600 l/perc kapacitás egyetlen ESFR¹⁶ sprinkler által kibocsátott vízmennyiségnek felel meg.

Az egyes zónák védett felülete $2 \times 20 \text{ m} \times 10 \text{ m} = 400 \text{ m}^2$, aminek alapján a védett négyzetméterre felhasznált fajlagos víztérfogat áram $1,5 \text{ liter/perc/m}^2$. Ez az érték kisebb, mint a sprinkleres technikával elérhető legkisebb vízmennyiség.

A rendszer tervezési nyomása legalább 50 bar, a működő szórófejeknél mérve. A legrövidebb biztosított működési idő 30 perc.

A HI-FOG rendszer elemei

A beépített vízköddel oltó rendszert, a füstérzékelő-oltásvezérlő rendszer automatikusan indítja.

A csőhálózat zónákból épül fel, amelyek mindegyikéhez egy-egy zónaszelep tartozik. Készenléti állapotban valamennyi zónaszelep zárt állapotban van. A nagynyomású csőhálózat vízzel telt – nedves – az SPU szivattyúktól a zónaszelepekig. Készenléti állapotban a csövek a zónaszelepek és a szórófejek között szárazak.

A készenléti nyomás a csőhálózat nedves részében kb. 25 bar, amelyet az SPU szivattyúegységen található pneumatikus készenléti szivattyú tart fenn és egy nyomásérték jeladó ellenőriz. A készenléti szivattyút egy külön erre a célra szerelt légkompresszor hajtja.

A vízködös oltást a füstérzékelő – oltásvezérlő rendszer indítja automatikusan. A megfelelő zónaszelep kinyit és a szivattyúegység indul. Az oltás indítható kézzel a zónaszelepnél, illetve távvezérléssel az arra kijelölt indítópanelről. Indításkor az érintett zónaszelep kinyit és a készenléti nyomás áramlást indít el a rendszerben. A szivattyúegység működését egy vezérlő egység felügyeli.

A vezérlés a szivattyúegységet indítja, ha - a készenléti szivattyú működésének hatására - több, mint 10 mp-ig áramlást észlel, (áramlás felügyelet) és/vagy a készenléti nyomás 17 bar alá süllyed legalább 10 mp-ig (alacsony nyomás felügyelet).

Indításkor az SPU szivattyúi és az azokat hajtó villamos motorok automatikusan néhány másodperces késleltetéssel egymás után indulnak, ami kiküszöböli a szélsőséges áramterheléseket.

¹⁶ Early Suppression Fast Response (korai elnyomás gyors válasz)

A szivattyúk a vízellátást kezdetben teljes nyomással - ami jellemzően 140 bar - biztosítják. Ezt követően a szivattyúk automatikusan le szabályozzák a terhelésüket a vízelvételnél megfelelően. Amennyiben a szivattyúrendszer kisebb nyomásra (pl. 100 bar) lett beállítva, a le szabályozás csak akkor indul, ha a rendszernyomás azt meghaladja. A végső beállítás csak a rendszer teljes nyomásvesztésének meghatározását követően történik, ezzel biztosítva, hogy valamennyi szűrőfej a tervezett 50 bar nyomáson működjön.

A rendszer vízellátása legalább 30 perces működést biztosító, arra méretezett tűzivíz tartályból, illetve a csatlakozó tűzivíz hálózatról történhet. A vízellátás az SPU egység felé legkevesebb 2 bar nyomáson történik. A szivattyúrendszer két független villamos hálózatról táplált közös vezetékekről nyeri a tápfeszültséget. Az oltás bármikor megszakítható a fő elzáró szelep segítségével. Ez kizárólag a tűzoltóság, illetve az arra jogosult szervezet irányításával történhet, a tűzriasztásban érintett terület vizsgálatát követően.

A telepített rendszer az alábbi főbb részegységekből áll:

- **Szivattyú egység:** 2 db SPU6 villamos meghajtású szivattyú egység. Az SPU 6 egységhez 6-6 db közös alapkeretre szerelt villamos motor tartozik úgy, hogy minden motorhoz két-két nagynyomású vízszivattyú van kapcsolva. A két SPU6 egység teljes villamos energia igénye $P = 324 \text{ kW}$. A szivattyúegységeket beltérben $+4^{\circ}\text{C}$ és $+54^{\circ}\text{C}$ közötti hőmérséklettartományban kell tárolni és üzemeltetni.
- **Villamos és vezérlő rendszerek:** Ezek funkcióit az SPU szivattyúegység vezérlő szekrénye felügyeli. Innen kerülnek átadásra a fő riasztási kimenetek az épület felügyeleti rendszer, illetve más vezérlő egységek felé. A rendszer indítását és az indított zóna azonosítását a zónaszelepekben lévő áramláskapcsolók biztosítják. Ezek a jelzések bekerülnek az indító egységbe. A jelzéseket biztosító vezetékek szakadásra felügyeltek. A 24 V DC vezérlő egység biztonsági akkumulátorai 12 órás működést biztosítanak.
- **Szűrőfejek:** A beépített rendszer 840 db HI-FOG 4S 1MB 6MB 1000 típusú szűrőfejet tartalmaz. A szűrőfejek e célra tervezett beépítési adapterekhez csatlakoznak, amelyeket az elosztóhálózat beépítésével egy időben szereltek. Valamennyi szűrőfej 300 μm finomságú szűrővel készült, amely megakadályozza, hogy a csőhálózatról bármilyen szennyeződés elzárhassa a vízköd kibocsátására szolgáló fűvókákat.

- **Zónaszelepek:** A rendszer valamennyi zónájához 32 db HI-FOG, alaphelyzetben zárt SVM40 zónaszelep tartozik. A zónaszelepeket a rendszer működésének szabályozásához használják. Tűz esetén a zónaszelepet a távműködtetésű szolenoid tekercs, vagy a kézi indítószelep megnyitása nyitja. Mindkét esetben a zónaszelepen keresztül történő áramlást érzékeli az áramláskapcsoló, amely jelzést küld a megnyitott szelep azonosításához. A szelep zárásához meg kell győződni róla, hogy mind a szolenoid, mind a kézi indítószelep zárt, mivel azok egymástól függetlenül vezérlik a zónaszelepet.
- **Csőhálózat:** A nagynyomású csőhálózat, a hosszú élettartam és a tiszta víz biztosítása céljából, korrózióálló AISI 316L rozsdamentes acélból készült a DIN 17457 szabvány szerint. A csőkapcsolódások fémes típusú vágógyűrűs DIN 2353 típusú kötések.

A rendszer karbantartása

A gyártó előírása alapján a rendszer karbantartását heti-, havi-, 6-havi és 5-éves karbantartási ciklusokban kell végezni. A heti és havi karbantartásokhoz nem szükséges különleges felkészültség, azokat a tulajdonos képviselői végezhetik.

A 6-havi és 5-éves karbantartásokat – a gyártó előírása szerint – csak arra jogosult karbantartók végezhetik. A feladatok közül kiemelendő az SPU6 szivattyúrendszerek funkcionális ellenőrzése, valamint a 64 zónaszelep évente legalább egyszeri funkcionális tesztje.

Az alaphelyzetben zárt zónaszelepek tesztje a folyamatos üzemű raktárban komoly akadályokba ütközne, hiszen a szelepek nyitását követően az adott zóna szórófejein keresztül azonnal megkezdődik a vízköd kibocsátása. A későbbi karbantartások megkönnyítése érdekében minden szelephez külön teszt csőág került kialakításra, ami bármikor lehetővé teszi a szelepek nyitásra és átfolyásra történő tényleges vizsgálatát a raktárak működésének zavarása nélkül.

3. sz. melléklet: Tantárgyi program (javaslat)

Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Bolyai János Katonai Műszaki Kar		Az oktatást végző szervezeti egység: Vegy-, és Katasztrófavédelmi Intézet		
Tantárgy neve és kódja: Vegyi mentesítés ZNEBK Kreditérték:				
Levelező tagozat				
Szakok melyeken a tárgyat oktatják: Tűzvédelmi és tűzoltó szakirány				
Tantárgyfelelős oktató:			Oktatók:	
Előtanulmányi feltételek: (kóddal)		ZNEBK374301		
Heti óraszámok:	Előadás:	Tantermi gyak.:	Laborgyakorlat:	Konzultáció:
Számonkérés módja (A,G,F,K.):				
A tananyag				
Oktatási cél: A hallgatók megismerjék és alkalmazni tudják a vegyimentesítéssel kapcsolatos tudnivalókat				
Tematika: A tűzoltóság műszaki mentési feladatkörén belül a vegyimentesítés meghatározása, az eljárás szükségességének ismertetése. A tűzoltóság vegyimentesítési feladatkörének sajátosságai. A kárfelszámolások során végrehajtandó feladatok sorrendje, taktikák ismertetése. Vegyimentesítő anyagok bemutatása, hatásmechanizmusuk ismertetése. A Regionális Műszaki Mentőbázisok alkalmazhatóságának bemutatása. Együttműködési lehetőségek más kárfelszámolást és mentesítést végző szervezetekkel. Megtörtént balesetek, katasztrófahelyzetek kárfelszámolásának elemzése.				
Ütemezés:				
	Az írásbeli feladat címét a hallgató önállóan választja, de az oktató hagyja jóvá.			
Félévközi követelmények				
Oktatási hét	Megjegyzés (heti két órával számolva, tanfolyami jellegű képzésnél nem a hetek jelennek meg, hanem a tárgykörök száma H.A)			
1-4.	Írásbeli feladat címeinek meghatározása			
12.	Írásbeli feladat leadása			
12-13.	Zárhelyi dolgozat			
14-15.	Zárhelyi dolgozat pótlása, javítása			
A félév során egy írásbeli feladat és egy zárhelyi dolgozat kerül osztályozásra. Az írásbeli feladat a leadási határidő után nem pótolható és javítható. A zárhelyi dolgozat a szorgalmi időszakban egy alkalommal pótolható, illetve javítható. Az aláírás megszerzésének feltétele az írásbeli feladat határidőre történő leadása, a feladat és a zárhelyi dolgozat minimális elégséges (2) szintű osztályzata. Kollokviumra csak az jelentkezhet, aki az aláírást előzőleg megszerezte. A kollokvium szóbeli.				
A pótlás módja: Aláírás és az elégtelen kollokviumi jegy a TVSZ előírásai szerint lehetséges				
Részvétel: Az előadások 50%-án köteles a hallgató részt venni				
Irodalom:				
➤ 1/2003. (I. 9.) BM rendelet, a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének szabályairól ➤ Kuti Rajmund: Műszaki mentések I- II. Jegyzet ZMNE Budapest 2007 ➤ Grósz Zoltán: Az ABV Védelem alapjai, ZMNE Budapest 2003				
A tárgy minőségbiztosítási módszerei: A rendszeres konzultációs lehetőségek biztosítása, a hallgatói vélemények, visszajelzések lehetőség szerinti beépítése az oktatás folyamatába. A tantárgyi vonatkozás tudományos eredmények folyamatos figyelemmel kísérése a magyar és a nemzetközi szakirodalom tanulmányozásával történik.				

Budapest, 2009.....

.....
tantárgyfelelős

.....
tanszékvezető

Képmelléklet



*1. sz. kép: A győri tűzoltóság Mitsubishi Pajero típusú gyorsbeavatkozó gépjárművében, közös konzolon elhelyezett vízköddel oltó, és feszítő-vágó berendezések
(Forrás: a jelölt felvétele)*



2. sz. kép: Az UNIJET FOG típusú vízköddel oltó berendezés (Forrás: a jelölt felvétele)



3. sz. kép: Az AUDI tűzoltóság VW Transporterbe málházott POWERJET típusú vízköddel oltója (Forrás: AUDI Tűzoltóság)



4. sz. kép: Az AUDI tűzoltóság Mercedes Sprinter típusú járművébe málházott RB UHPS típusú vízköddel oltója (Forrás: AUDI Tűzoltóság)



5. sz. kép: Oltás vízköddel oltóval, vízzel (Forrás: a jelölt felvétele)



6. sz. kép: Oltás vízköddel oltóval, habbal (Forrás: a jelölt felvétele)



7. sz. kép: Vízköddel oltó munka közben. (Forrás: A jelölt felvétele)



8. sz. kép: Vízköddel oltóval fejlesztett nehézhab 10 perc után is kiválóan megtapad a függőleges felületen. (Forrás: a jelölt felvétele)



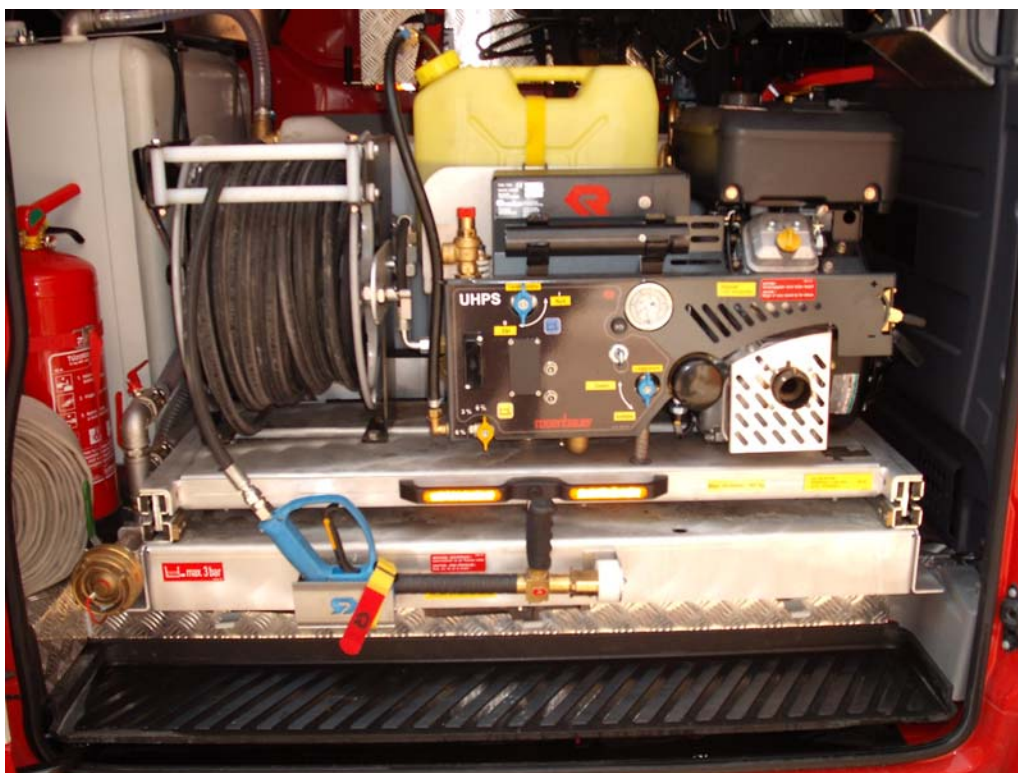
9. sz. kép: Lánctalpas harcjármű mentesítése (Forrás: a jelölt felvétele)



10. sz. kép: Tehergépjármű mentesítése (Forrás: a jelölt felvétele)



11. sz. kép: Személymentesítés (Forrás: a jelölt felvétele)



12. sz. kép: A győri tűzoltóság Mercedes Sprinter típusú járművében elhelyezett RB UHPS vízköddel oltó berendezés (Forrás: a jelölt felvétele)