

## A TŰZOLTÁS KÖRNYEZETI HATÁSAI

**Tűzoltás során magától értetődő, hogy a beavatkozó erők elsődleges feladata a fő veszélyforrás, vagyis a tűz semlegesítése. Érdekes azonban áttekinteni, hogy milyen járulékos károkkal járhat maga a tűzoltás a (természeti) környezetre nézvést.**

### Az oltás mint környezetterhelő tevékenység

Manapság már magától értetődő, hogy az élet minden területén törekedni kell a környezeti károkat okozó tevékenységek csökkentésére, illetve arra, hogy olyan anyagokat alkalmazzunk, amelyek minél kevésbé terhelik meg a környezetünket.

Ez természetesen igaz a tűzoltásra is. Fontos tudni, hogy bizonyos esetekben bizonyos oltóanyagok komoly környezetromboló hatással járhatnak, hiszen például az élővizekbe kerülve károsíthatják az ökoszisztémát, miközben éppen ezt a hatást igyekeztünk minimalizálni például egy erdőtűz-oltásnál.

A keletkezett környezeti károkat nem csak maga az oltóanyag, hanem a rosszul megválasztott oltási mód is fokozhatja. Ez különösen igaz a Balaton környéki komplex, egymásra épülő ökoszisztémák esetén.

Éppen ezért érdemes áttekinteni, mik a tűzoltás környezeti hatásai, és mit tehetünk a környezetterhelés minimalizálása érdekében.

### A víz mint oltóanyag

Jelenleg a leghosszabb ideje, és a legszélesebb körben használt oltóanyag, nem véletlenül: sok esetben a tűz helyszínén, vagy annak közelében megtalálható, ráadásul sokfajta tűz oltására alkalmas, hiszen többféle oltóhatással rendelkezik.

- **Hűtőhatás.** A víz hőelvonó képességén alapul: egyrészt a lángzónában hőlekötést alkalmazva a gyúlékony gázokat lehűti, a hősugárzás csökken, ezáltal lassul a tűz terjedése; másrészt megszünteti a parázslást. A hűtés hatékonysága a vízszemcsék méretétől, illetve a tűzhöz juttatás formájától függ.
- **Fojtóhatás.** A hő hatására gőzzé váló víz térfogat-növekedése (1 liter vízből hő hatására 1750 liter vízgőz keletkezik) kiszorítja az égéstérből egyrészt az oxigént, másrészt az éghető anyagból kiáramló gázt. Ezen kívül a gáz rontja az égéshez szükséges ideális  $O_2$  koncentráció-értéket. Említeni lehet még alhatásként a takaró hatást, amely vízzel történő elárasztáskor érvényesülhet.

### **A másodlagos károk miatt nem javasolt.**

- **Ütőhatás.** A nagy erővel érkező víz – mechanikai úton – lényegében leszakítja a lángot az égő anyagról, így bontva meg az égő felületet. Használata csak indokolt esetben javasolt, amikor a porlasztott sugár használata eredménytelen.



## **Előnyök**

Mivel a vízsugár ereje növelhető, annak mechanikai energiája a tűzfészek megbontásához például kitűnően használható, illetve bármely olyan esetben, ahol az ütőhatásra van szükség. Ezen kívül a víz

- viszonylag olcsó,
- nem összenyomható, így nagy nyomás is létrehozható,
- semleges kémhatású, nem mérgező,
- jól szállítható,
- hőelvonó képessége nagy,
- rendkívül sok helyen fellelhető.

## **Hátrányok**

- Fagyásveszélyes, 0 °C alatt tétlenségnél a tömlőben megfagyhat.
- Az éghető folyadékok jelentős része nem oltható vízzel.
- Alkalmazása másodlagos károkkal járhat (vízkár).

## **Nem használható:**

- alkáli, könnyűfémek tüzeinek oltására (robbanásveszély, izzó fémrészek szétfröccsenése);
- olyan helyen, ahol karbidot tárolnak;
- magas hőmérsékletű, olvadt fémek esetén;
- elektromos berendezések oltására, ha feszültség alatt állnak, stb.

## **Feltételeken használható:**

- porveszélyes helyeken,
- ahol kötött sugár esetén fennáll a porrobbanás veszélye, így a porlasztott sugár használata lehetséges csak.

- Éghető folyadékok egy részénél:
- ha képezhető olajemulzió;
- ha nehezebb a folyadék fajsúlya;
- ha azonos a fajsúly és így keverve hígítható az éghető folyadék.

### **A víz környezeti hatásai**

A víz adalékanyag nélküli használata környezetre ártalmatlan. Szükség lehet ugyanakkor néhány víztaszító anyag oltásához olyan adalékanyagokra, amelyek a vízzel történő oltáskor a környezetbe kerülve károkat okozhatnak.

Az alkalmazható vízadalék koncentráció-határértékei az adalékanyagok típusától függenek, melyeket a következők szerint csoportosíthatunk:

- ionos vagy nem ionos nedvesítőszer (megengedett alkalmazási koncentráció max. 1 tömeg %)
- viszkozitást növelő adalék (pl. metilcellulóz), (megengedett alkalmazási koncentráció max. 1 tömeg %)
- szervesetlen só nehézfém tartalma (Pb – max. 100 mg/kg, Cd – max. 3 mg/kg, Cu – max. 100 mg/kg, Ni – max. 30 mg/kg, Hg – max. 1 mg/kg, As – max. 10 mg/kg, Cr – max. 100 mg/kg, Co – max. 50 mg/kg, Se – max. 5 mg/kg, Zn – max. 750 mg/kg)

A felsoroltak közül leginkább a nehézfémek fejtenek ki káros hatást az élő szervezetre, illetve a környezetünkre. Hatásuk igen eltérő: az ólom idegméregként hat, a higany, az arzén, a kadmium és a nikkel rákkeltő hatású, a réz hánytató, a kobalt szívelégtelenséget, a szelén enzimmkárosodásokat okozhat. A cink a vizes ökoszisztémákra fejt ki káros hatást.



## A hab mint oltóanyag

A hab olyan gőzzel, gázzal töltött buborékokból álló rendszer, amelynél a buborékok egymástól folyadékhártyával vannak elválasztva. A tűzoltásra használt habok a habnyerés szempontjából vegyi és mechanikai léghabra oszthatók.

- Mechanikus (lég)habképző-anyagok: folyékony és légnemű anyagok keveréke, habképző anyag és víz oldatának levegővel történő habosításával állítják elő (habképző anyag + víz + levegő). A keletkezett hab a habkiadósságtól függően 83-99,6 %-ban tartalmaz levegőt. Ezen belül:
  - Hagyományos protein alapú (P) – és ennek filmképző, alkoholálló kivitele
  - Fluorprotein alapú (FP) – és ennek filmképző, alkoholálló kivitele. A habok ezen csoportja már filmképző tulajdonságokkal is rendelkezik, ezzel feljávítva a fehérjehabok mérsékelt oltási sebességét. Fokozott a visszagyulla-



dás veszélye, alkoholálló. Kettős bekeverési, azaz oldatkonzentráció jellemzi (nem alkohol jellegű folyadéktü-zek esetében 3 tf%, habtörő anyagoknál 6 tf % eredményes).

- Szintetikus detergens (rövidítve: SYNDET) alapú (D) és ennek alkoholálló változata. Fő alkotó: szintetikus, felületaktív anyag, igen intenzív habzási tulajdonság (a detergens szót a hagyományos tenzidhabokra és egyéb speciális tulajdonságokkal rendelkező haboktól való megkülönböztetés érdekében használjuk).
- Szintetikus filmképző – és ennek alkoholálló – kettős filmképző. Rendkívül gyors oltási teljesítmény, alkalmazása elsősorban apoláros éghető folyadékok oltásánál célszerű.
- Vegyi hab: a mechanikai habhoz képest az a különbség, hogy vegyi úton jön létre, és a buborékokban nem levegő, hanem szén-dioxid-gáz található. A vegyi habot kézi tűzoltó készülékek töltésére, a beépített stabil és félstabil habbaloltó berendezéseknél alkalmazzák. A vegyi habképző anyag két különálló, „A” és „B”-vel jelölt, szilárd, por alakú vegyszer, vagy vegyszerek vizes oldata. Az „A” töltet habzóképes vízből, szén-dioxid-gázt fejlesztő anyagból és a hab állékonyosságát biztosító vegyszerből áll. Fő alkotórésze a lúgos kémhatású nátrium-hidrokarbonát. A „B” töltet savas oldata tartalmaz alumínium-szulfát. A lúgos, valamint a savas anyagok vizes oldatának egymásra hatásából szén-dioxid-gáz keletkezik. A vegyi habnál a hab előállításához szükséges gáz a kémiai folyamat révén magában a habképző anyagban keletkezik. A kémiai hatás következtében tehát megindul a gázképződés, és ezzel egy időben a habképződés is. A vegyi habnál a buborékok külső hártája a sók vizes oldata, a buborékok töltete pedig széndioxidgáz. A buborékok finomabb, apróbb szerkezetűek, mint a léghab buborékai, amely abból adódik, hogy keletkezése vegyi folyamat következménye.



A habok oltóhatása lehet hűtő, takaró, elválasztó hatás, illetve a nagy kiadósságú (könnyű) hab esetén kiszorító oltóhatás. Az oltóhab fő oltóhatásai a takaró, illetve a hűtőhatás.

A takaró hatás egyrészt elzárja az égő anyagot a levegő oxigénjétől, ezért a tűz oxigén hiányában megszűnik; másrészt a habtakaró megakadályozza, hogy az éghető gőzök és gázok kiáramoljanak, és azok a habtakaró fölött újra meggyuladjanak. Nagy jelentőségű az oltóhabnak az a tulajdonsága, hogy a lassan kiváló víz egyenletesen eloszolva és aránylag lassan jut az égő felületre, ott gőzzé válik, és közben hőelvonás útján (párolgás) az égő felületet hűti.

Az oltóhabból kiváló vízceppecskék hűtőhatása a szilárd anyagok oltásánál fokozódik azzal is, hogy a kivált vízmennyiség jó nedvesítő hatású, az anyagba beszívódik, így a további égést meggátolja. A fojtó hatás alhatásaként jelentkező elválasztó hatásnak is nagy szerepe van, főleg a takaró hatás kialakulásának szempontjából. A léghabnak nagy a térfogata, és kiszorító oltóhatást is kifejt. A kiszorító oltóhatásnak főleg a közép- és nagy kiadósságú oltóhab alkalmazása esetén igen nagy jelentősége van. A habból kiváló víz számos éghető folyadékkal emulziót (olajhabot) alkot, amely éghetetlen fedőréteget képez, és hozzájárul a tűz oltásához.

### **Alkalmazási lehetőségek**

- Elsősorban éghető folyadékok tüzeinek oltására alkalmas (takaró – hűtő hatás);
- szilárd anyagok tüzeinek oltására – ha vízhiánnyal számolunk (vízkár);
- repülőbalesetknél a pálya letakarása habbal;
- savömléskor (salétromsav) keletkező tüzek oltására, takarással lekötjük a mérgező gázokat;
- ferde felületen való oltás;
- hőszugárzás elleni védelemre jól használható.

Tilos elektromos tüzek oltása áramtalanítás előtt, valamint ott, ahol a vízzel oltás is veszélyes!

### **A habanyagok környezeti hatása**

A protein alapú habképző anyagok állékonysága és hőstabilitása érdekében szulfitlúgot, zsírsavfrakciót, konzerválószer, illetve alumíniumsót is tartalmazhat. A nehézfémek környezetre és az élő szervezetre rendkívül káros hatással vannak, az alumíniumsó pedig rákkeltő hatású.

Szintetikus habanyagokból alkalmazásuk során folyékony szénhidrogének al-kotta, jól fedő, vékony, filmréteg képződik, amely még azután is megmarad, miután maga a hab teljesen eltűnt. A szintetikus habanyagok alkotói a fluort tartalmazó tenzidek, amelyek jellemzően igen stabil vegyületek, biológiai lebomlásuk rendkívül lassú. A szintetikus habanyagok nagy mértékben terhelik környezetünket a bennük lévő vegyi anyagok miatt.

### **A gáz mint oltóanyag**

A tűzoltó gázok alkalmazása elsősorban zárt térben előnyös, főleg kezelőszemélyzet nélküli helyiségekben. Igen gyakran használnak oltógázt például

- zárt térben elhelyezett elektromos gépek, berendezések védelmére (például szervertermeknél),
- laboratóriumokban, ahol félt, hogy más oltóanyagok reakcióba lépnek a vegyi anyagokkal,
- olyan helyeken, ahol a másodlagos kár (például a vízkár) aránytalanul nagy lenne.





### **Korábban és jelenleg alkalmazott oltógázok**

- halogénezett szénhidrogének (korábban),
- klorofluorokarbonok (korábban),
- szén-dioxid (jelenleg)
- inert gázok (jelenleg): pl. nitrogén, argon és ezek keverékei.

### **A tűzoltó gázok és oltóhatásaik**

Az oltóhatás a gázzal történő oltás esetén elsősorban a kémiai úton történő égésgátláson, az oxigén égéstérből történő kiszorításán, esetleg a hőelvonó képességen alapul.

Az égést kémiai úton gátló gázok (korábban halonok, jelenleg HFC-gáz) beépülnek az égési láncolatba, azt fékezik, vagy megszakítják.

Az égést fizikai úton meggátló gázok (mint amilyen a szén-dioxid vagy az argon) ezzel szemben nem az égési reakcióban vesznek részt, hanem a tűzhez jutva az éghető gázok és oxigén koncentrációját hígítják 14% alá.



## **Halokarbon oltógázok**

A halokarbon (HFC) oltógázokat a halon alternatívájaként vezették be, mivel gyakorlatilag nem károsítja az ózonréteget. Elsődlegesen a hőelvonás elvén működnek, de az oxigénkiszorító hatás is érvényesül.

## **Szén-dioxid**

Színtelen, szagtalan, stabil vegyület. Fő hatásmechanizmusa az oxigénkiszorítás, másodlagos hatásként jelentkezik a hűtőhatás. Kritikus hőmérséklete igen közel van a szobahőmérséklethez, ezért szobahőmérsékleten csak nagy nyomású palackokban lehet tárolni. Ipari területen alkalmazott oltógáz, főleg ott alkalmazható, ahol a védett tér teljes elárasztásával megvalósítható az oxigénkiszorítás, illetve, ahol az emberi jelenlét kizárható, mivel az oltás során az élethez szükséges minimális szint alá csökken az oxigén koncentrációja.

## **Az inert gázok**

Az argongáz a természetben is megtalálható, a levegő egyik összetevője. Az argon szobahő-mérsékleten színtelen, szagtalan, gáz halmazállapotú. Kiválóan alkalmas tartózkodási terek oltására. Ózonromboló hatása nincs, az üvegházhatás szempontjából semleges. Kémiai állapota stabil. Villamosan nem vezető. Nem korrozív, így tetszőlegesen használható bármely anyaggal. Az argon oltástechnikai hatásmechanizmusa: az égéshez szükséges oxigén koncentrációjának csökkentése. A tervezés célja, hogy az argon koncentrációját a szükséges szinten tartva az égéshez ne legyen elegendő oxigén, azonban a benntartózkodókra még ez a szint ne legyen egészségkárosító. Az oltási mechanizmus alapvetően fizikai folyamat. Az oltási koncentráció (oxigén-kiszorítás) 40 tf % „Inergen” adagolásnál következik be. (Egyes vélemények szerint az elárasztás nem veszélyes, mert az O<sub>2</sub> koncentráció 15% körül marad, és fiziológiai hatása hasonló, mint ha magas hegyen tartózkodnánk.)



A tiszta argon mellett alkalmazhatunk inert gáz keveréket is, pl. nitrogén-argon vagy nitrogén-argon-szén-dioxid megfelelő arányú keverékét. Oltástechnikailag ezek a keverékek szinte minden tekintetben hasonlítanak egymásra.

## Por mint oltóanyag

Jellemzői: porszemcse nagyság (tömlőben szállítható legyen, lángtérben "lebegjen" 15-80 mikrométer). Nem mérgezőek, elektromos áramot nem vezetnek, a hajtógáz szén-dioxid vagy nitrogén. Víztaszító képességűek, a fémsztearát a nedvszívó képességet csökkenti, a levegő nedvességtartamát taszítja. Tömörödésre, csomósodásra hajlamos, összetétele: 90-97% hatóanyag, 1-2% hidrofobizáló anyag, 2-3% folyóképesség-növelő anyag, 2-5% egyéb.

### Oltóhatás

- A hűtő-bomlási hatás, amely révén az oltópor termikusan bomlik és gáz halmazállapotú bomlástermékei révén csökkenti az oxigén-koncentrációt (fojtó-kiszorító hatás);



- az égés gyökös láncreakciójának akadályozása (inhibíció) révén homogén inhibíciós hatást fejt ki;
- jellemző az ún. „falhatás”, amely során a láncreakciót továbbvivő atomok, molekulák a por felületének ütközve elvesztik energiájukat, ezzel tehát heterogén inhibíciót fejtenek ki;
- az ún. „ABC” oltóporok, amelyek hatóanyaga jellemzően az ammónium-szulfát és/vagy ammónium-foszfát. Az égő felületet az oxigéntől elzárva fojtótakaró hatást is kifejthetnek. (Parázsoltó porok használata esetén a parázsoló tárgy felületén egy nagy tapadóképeségű ol-vadékkéreg alakul ki, amely elzárja az éghető gőzök-gázok kijutását a légterbe, ezzel akadályozva a gyúladásra képes elegy további képződését.) Az oltóporok oltóhatásai közül meghatározó jellegűnek a homogén és heterogén inhibíciós hatást tekintik.

## **Előnyök**

- Többségük (hordozható) oltókészülékekben található, amely alkalmas lehet gáz és éghető folyadékok kisméretű tüzeinek oltására;
- tűzoltó gépjárművekben málházott, nagyobb mennyiségű oltópor esetén alkalmas nagyobb méretű tűz oltására;
- életmentésnél a lángleverő tulajdonság miatt jól használható (például repülőgéptüzek felszámolásakor a behatolást elősegítve);
- elektromos berendezések feszültség alatti tüzeinek oltására (a visszagyulladás veszélye miatt azonban a lángleverést követően a további hűtésről gondoskodni szükséges);
- javasolt a használata, ha más oltóanyaggal, vízzel vagy habbal nem lehetséges az oltás (pl. nyomás alatt kiáramló égő anyagok égésénél, az ún. „sugar-égés” esetén);
- megfelelő együttműködést feltételezve alkalmas illetve előnyös kombinált oltási mód esetén (víz-por, hab-por).



## **Hátrányok**

- Szilárd, éghető anyagok, alkálifémek, könnyűfémek tüzei csak speciális oltóporral olthatók;
- forgó, mozgó alkatrészeknél koptatóhatás jelentkezik;
- értékes berendezések tüzei (pl.: mikroelektronikai berendezések, múzeumi tárgyak) esetén adott a másodlagos károkozás lehetősége;
- viszonylag költséges oltóanyag, ehhez mérten csak viszonylag rövid idejű beavatkozást tesz lehetővé; komplikált az oltóeszköz használata utáni töltése, utánpótlása, illetve a felszerelés ismételt készenlétbe állítása.

## **Oltóporok környezeti hatása**

Az eloltott tűz helyén visszamaradó tűzoltópor a talajt, vagy az élővizeket szennyezheti. A tűzoltáshoz használt – a szemcsék összetapadását gátló, és egyéb adalékanyagot is tartalmazó – tűzoltó por, porkeverék, vagy annak a hő hatására képződő bomlásterméke az alkalmazási koncentrációban nem lehet a 2000. évi XXV. törvényben valamint a 44/2000 EüM rendeletben meghatározottaktól eltérő tulajdonságú. A környezetbarát tűzoltópor nem tartalmazhat halogéntartalmú szénhidrogén összetevőt a magas ODP miatt, valamint a határértéknél több (vízzel kioldható) nehézfém-vegyületeket. A nehézfémek környezetre és az élő szervezetre kifejtett rendkívül káros hatásúak.

A hatóanyagként alkalmazott, vízterhelő szulfátok, foszfátok végett elengedhetetlen, hogy az oltóporok élővizekre gyakorolt hatása ne lépje túl a meghatározott határértéket az akut hal toxicitás, akut Daphnia toxicitás, valamint az akut alga toxicitás tekintetében.