

Szemelvények a katonai víztisztítási kutatásokból (az 1970-es és '80-as években), különös tekintettel a fordított ozmózis alkalmazására

I. rész

BEVEZETÉS

Magyarországon az 1970-es és '80-as években, mintegy 15 éven keresztül, nagyszabású *kutató- és fejlesztő* munka folyt a HTI vezetésével a katonai víztisztítás témakörében. A fő cél egy 4 m³/h teljesítményű tábori, katonai víztisztító berendezést is tartalmazó, ún. mobil „Ezred Vízközpont” (EVK) létrehozása volt.

A *kutatómunka* alapvetően a komplex katonai víztisztítási technológia résztechnológiáinak (lásd 1. ábra) összeállítására, a követelményeknek megfelelő bevizsgálására terjedt ki, de számos egyéb – menet közben felmerült – részfeladatot is meg kellett oldani.

A szennyezett víz minden egyes szennyező anyagára, amelyek katonailag reálisan figyelembeveendők országonként, illetve szövetségi rendszerként elfogadott (becsült) paramétereket határoztak meg. Nyersvízként általában a felszíni vizek (beleértve a tengervizet is) jöhetnek szóba.

Az iható víz paraméterei hasonlóképpen elfogadottak, az egyes anyagokra szigorúan előírtak és megköveteltek. Itt egy további megszorítás, hogy rendelkezni kell az egyes reális szennyezőanyag-koncentrációk ihatósági szintjének megfelelő érzékenységgű kimutatási módszerrel! (Minimum a kutatás-fejlesztés, illetve a víztisztítási technológia ellenőrzése időszakában.) Mivel a nyersvíz egy-egy szennyező

anyagra vonatkozó koncentrációja (általában mg/dm³) nagyságrendekkel magasabb, mint az iható vízben megengedett koncentráció, könnyen belátható, hogy ez egy igen szigorú követelmény. Az iható vízben néhány anyag esetén 10⁻⁴–10⁻⁶ mg/dm³ anyagmennyiség biztonságos mérése válik szükségessé. (Ezekben az esetekben az alsó mérési határ tekintetében további igen szigorú követelményeknek kell megfelelni.)

A *műszaki fejlesztési feladat* pedig az akkor még nem létező eszközök (a komplett víztisztító, és az EVK néhány részegysége, lásd később az EVK felépítése résznél) prototípusainak az előállítását és mindenoldalú vizsgálatait tartalmazta.

A feladat megvalósításában résztvevő irányító szervek, intézmények és vállalatok az 1. táblázatban kerültek összefoglalásra (az akkori megnevezéseikkel), és – a teljesség igénye nélkül – a témánkat illető főbb feladataikkal. (A kutatás és a műszaki fejlesztés végrehajtásában – itt most nem részletezett – átfedések is voltak a kutatóintézetek és a gyártó vállalatok között.)

A *cél megvalósult, az eredményes haditechnikai ellenőrző vizsgálatok és a csapatpróba után a víztisztító berendezést az akkori PVOP rendszerezítette, majd, a 0-sorozati példányokat kiadta az OVH néhány vízművének felhasználásra.*

ÖSSZEFOGLALÁS: Magyarországon az 1970-es és '80-as években jelentős haditechnikai kutatási és fejlesztési feladatok végrehajtása folyt a katonai víztisztítás területén, az akkori Haditechnikai Intézet vezetésével. Ennek során speciális vizsgálatokkal ellenőrzésre került többek között a fordított ozmózis alkalmazhatósága is. Az akkori nemleges döntés a fordított ozmózzal kapcsolatban a kezdeti vizsgálati eredmények és a magyar ipari lehetőségek figyelembevételével került meghozatalra. A cikk végén rövid áttekintést adunk a mai helyzetről.

KULCSSZAVAK: komplex katonai víztisztítás, ozmózis, fordított ozmózis (FO), FO modulok, a víz ABV mentesítése, ZENON víztisztító

ABSTRACT: In the 1970s and '80s, significant research and development has been carried out in the area of military water purification in Hungary, lead by the HTI on the time. As part of this effort, among others, specific research methods verified the possible application of reverse osmosis. The decision at the time regarding the use of reverse osmosis was based on the early research results and the realities of the Hungarian industry. At the end of the article, we give a short overview of the present-day situation.

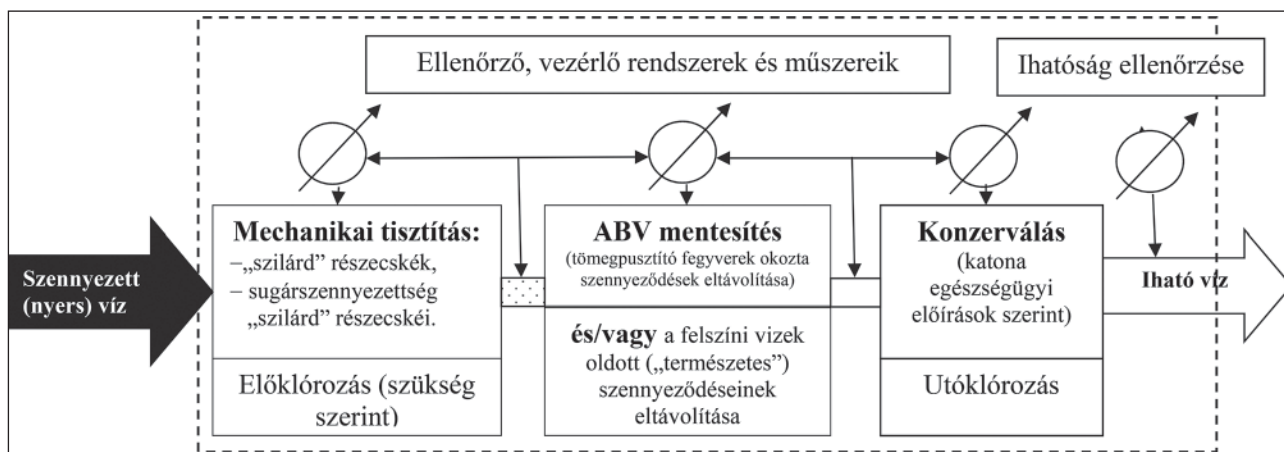
KEY WORDS: complex military water purification, osmosis, reverse osmosis (RO), RO modules, NBC decontamination, ZENON water purifier

* A HTI nyugállományú főigazgatója, ny. mk. ezds, okleveles gépészmérnök, okleveles gazdasági mérnök. A vizsgált időszakban – többek között – a katonai vízellátás HTI témafelelőse. E-mail: gerleis@chello.hu.

Retired General Director of HTI, Master's in Mechanical Engineering, Master's in Economy Engineering. Was in charge of military water supply, among other things, in the examined period.

** A HTI nyugállományú főtanácsosa, okleveles gépész üzemmérnök. A vizsgált időszakban munkatárs a témában. A ZENON víztisztítóval kapcsolatos HTI feladatok témafelelőse. E-mail: – Retired chief advisor of HTI. Master's in Production Engineer. Worked on the topic in the examined period. Was in charge of HTI tasks related to ZENON water purifier.

*** Okleveles vegyészmérnök, a NEVIKI volt munkatársa. A vizsgált időszakban a NEVIKI egyik témafelelőse a komplex katonai víztisztítás területén. E-mail: – Master's in Chemical Engineering, was an employee of NEVIKI, currently retired. Was in charge at NEVIKI in the area of complex military water purification in the examined period.



1. ábra. A komplex katonai víztisztítás elvi vázlata

Az 1970-es években megjelent néhány kapcsolódó cikk, mintegy „népszerűsítő” a témát. Ezek közül hármat említettünk, (lásd irodalomjegyzék) mert a jelen cikk 1. ábrájához és a későbbi alapfogalmak részéhez, azok egyes részeit átdolgozva forrásanyagként használtuk. [1. 2. és 3.]

A vizsgált időszakban a feladatok végrehajtásának számos fontos és elengedhetetlen mellékszála is volt. Ilyenek voltak (a teljesség igénye nélkül), pl.:

- A víztisztító csapateszközök egységes vizsgálati metodikájának (EVM) kidolgozása (hétoldalú + EFE TT⁵ nemzetközi katonai együttműködés keretében). Ennek során új analitikai módszerek kidolgozása is szükségessé vált, (ahol az alsó méréshatár addig nem volt megfelelő). Összefogó: HTI. A feladat eredményesen végrehajtva. Az EVM-t az EFE TT a tagországok több éves kidolgozói munkája után ún. ideiglenes munkacsoport-ülésein (IMCS) elfogadta és jóváhagyta.
- Atombomba robbanás okozta sugárzszennyezettség szilárd részecskéinek modellezése, valamint a korábbi „szovjet” módszer gyakorlati kritikája. Kidolgozó: NEVIKI. A feladat eredményesen végrehajtva. A NEVIKI módszere egy változatként bekerült az EVM-be.
- Háromoldalú nemzetközi együttműködés (csehszlovák-német-magyar) keretében a fordított ozmózist (is) alkalmazó víztisztító harcászati műszaki követelmények (HMK) az összeállítása. Összefogó: HTI. A feladat eredményesen végrehajtva, a felek jóváhagyták a közösen kidolgozott HMK-t.
- A megvalósult víztisztítóval kapcsolatban több szabadalom is kidolgozásra került, többek között a szerzők közreműködésével. (Lásd [10.]

1. Az EVK fő részeként kifejlesztett mobil víztisztító berendezés (MVT-4) rövid bemutatása

A komplett EVK-val a jelen cikkben csak annyiban foglalkozunk, hogy – a főbb részeinek felsorolása után – megadjuk a 2. ábrában és a hozzátartozó jelmagyarázatban a telepítési vázlatát. (Lásd a 2. ábrát.)

Az EVK felépítése, illetve főbb részei:

- 2 db konténer keresztartós, 5 t terepterhelhetőségű szállító jármű.
- 2 db KF-3 típusú zárt felépítmény a katonai felépítmények alapfelszerelésével (katonai szűrő-szellőző, fűtőkészülék, belső világítás, elektromos csatlakozó- és kapcsolószerkezet, akkumulátorok, akkumulátortöltő stb.).

- 1 db HAD típusú áramforrás aggregát (3 fázis, 20 kVA).
- 1 klt. víztisztító berendezés, (MVT-4) – új fejlesztés.
- 1 klt. nagy emelőmagasságú, a felszíni vizekre telepíthető úszó, búvárszivattyús vízkiemelő eszköz – új fejlesztés (az MVT-4 részeként).
- 1 db tömlőmentesítő, tisztító berendezés – új fejlesztés (az MVT-4 részeként)
- Nyomótömlő klt. a nyersvízhez.
- Fogóanyag-készlet min. 80 üzemórát elegendő, (perlit, aktív szén, ioncserélő műgyanta stb.).
- 12 db összehajtható (flexibilis), zárt víztároló (1 500 dm³/db) – új önálló fejlesztés
- 1 klt. tábori vegyi laboratórium (TVL-68).
- 1 klt. sugár-felderítő és -mérő műszer.
- 1 db klórgázpalack (külön, zárt fülkében), ADVANCE klórgáz adagolóval.
- 1 klt. előklórozó.
- 1 klt. utóklórozó.
- A személyzet egyéni vegyvédelmi felszereléseinek a helye.
- Javító eszközök és szerszámok.
- Álcahaló klt.

Az MTV-4 víztisztító főbb adatai:

- Teljesítmény: 4 m³/h (ABV szennyezés esetén is).
- Kezelőszemélyzet: telepítéskor 4-5 fő, folyamatos üzemben 2 fő.
- Telepítési idő: 45 min.
- Üzemi hőmérséklet: víz: 274- 303 K (+ 1 °C-tól + 30 °C-ig). környezet: 248-323 K (- 25 °C-tól + 50 °C-ig).
- Vezérlés: automatikus, külön kezelőpultól beállítva a részfolyamatokat.
- Tárolható tisztított víz: a felépítményen kívül 12×1,5 m³, az EVK B felépítményben: 1 m³.

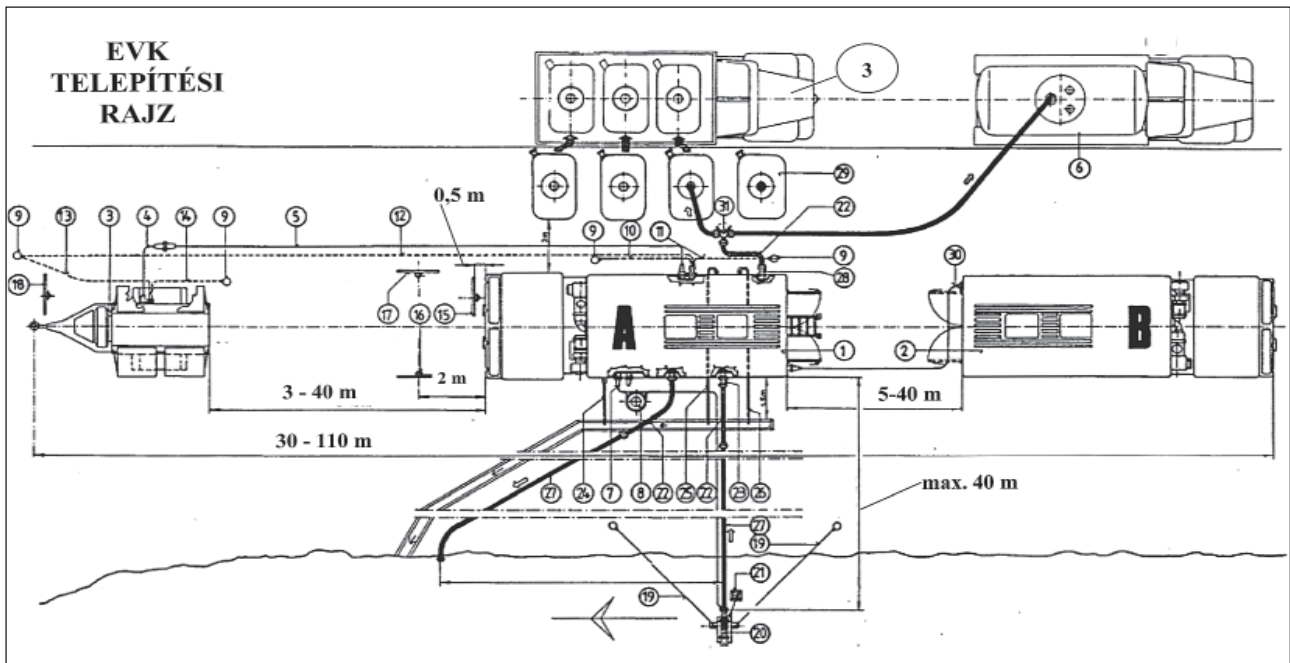
A rendszer készletezése olyan volt, hogy a víztisztító berendezés önállóan is alkalmazható legyen. Ezért többek között a víztisztítót tartalmazó felépítményt szállító jármű vontatta az áramforrás aggregátot.

Az MVT-4 által megvalósított technológia összefoglalóan – és követve az 1. ábrán bemutatott elveket – a következő volt:

- Lebegő (szilárd, mechanikai) szennyeződések eltávolítása (hidrociklon-telep alkalmazásával és ún. ráiszapoló/„bemosó”, felrétegező/ szűréssel).
- Oldott (ipari, mezőgazdasági, kommunális) szennyeződések, valamint a tömegpusztító fegyverek (ABV)

1. táblázat. A hazai katonai víztisztítási K+F feladatok megvalósításában résztvevő szervezetek 1970–1985 között

	Megnevezés	Főbb feladatok a vizsgált témát illetően	Példák a feladatokból
Irányító szervek	MNVK Anyagtervezési CsFség	Az alárendelt területek feladatainak anyagi, pénzügyi, szakmai tervezése, ellenőrzése.	Csapatpróba eredmények értékelése. HMK jóváhagyás.
	MNVK Haditechnikai CsFség		
	KGM Általános Szervezési Főosztály ¹	Az alárendelt vállalatok feladatainak tervezése, ellenőrzése.	
	Országos Vízügyi Hivatal (OVH)	Az alárendelt szervezetek feladatainak tervezése, ellenőrzése.	Vízvizsgáló laboratóriumok biztosítása a haditechnikai ellenőrző vizsgálatokhoz ²
Egyéb érintett katonai szervezetek	MN Egészségügyi Szolgálat Főnökség	Az alárendelt területek feladatainak anyagi, pénzügyi, szakmai tervezése, ellenőrzése.	Egyetértés a HMK-kal. A tisztított víz ihatóságának a meghatározása. Csapatpróba-közreműködés.
	MN Közegészség- és Járványügyi Állomás		Egyetértés a HMK-kal. Csapatpróba-tervezés. Csapatpróba eredmények értékelése. Rendszeresítés előkészítése
	MN Műszaki Főnökség		
	Polgári Védelem Országos Parancsnokság		
Szakmai összefogó és téma-felelős	HTI: – Műszaki- és hadtáp technikai osztály – Vegyivédelmi osztály – Anyagvizsgáló és kísérleti műhely	A haditechnikai K+F feladatok tervezése, a végrehajtás irányítása és szervezése. Követelményrendszerek kidolgozása témánként (HMK-k). A haditechnikai ellenőrző vizsgálatok tervezése, szervezése és végrehajtása.	Éves és több éves tervek. Haditechnikai K+F ³ szerződések. HMK-k kidolgozása. Vizsgálati tervek. Vizsgálati javaslatok a csapatpróbákhoz. Csapatpróba eredmények értékelése. Kísérleti eszközök készítése.
Kutató intézetek	Nehézvegyipari Kutató Intézet (NEVIKI)	A Haditechnikai K+F feladatok végrehajtása a komplex tématerületen. A víztisztítási résztechnológiák és anyagainak kidolgozása. Vizsgálatok, speciális analitikai mérések. Prototípusok tervezése és gyártása.	Ún. „kis-minta”, majd üzemi-minta mérések. (Hasonlósági elvek betartása!) Speciális szorbens anyagok létrehozása. A víz ABV „tisztítása”, vegyi harcanyagok analitikai mérései. A víztisztító prototípus gyártása.
	Központi Élelmiszer-Tudományi Kutatóintézet (KÉKI)	Ht. K+F feladatok végrehajtása a fordított ozmózzissal kapcsolatban.	Cellulóz-acetát sík membránok készítése és „polgári” vizsgálata. Kísérleti berendezések készítése.
	Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet (VITUKI)	Résztétel az egyes víztisztítási résztechnológiák kidolgozásában.	A víz mechanikai tisztítása. Résztétel a haditechnikai ellenőrző vizsgálatokban.
Gyártó vállalatok	Graboplast	Résztétel egyes kiegészítő eszköz fejlesztésében és gyártásában.	1500 dm ³ -es flexibilis víztartályok.
	Labor Műszeripari Művek (LMIM)	Katonai felépítmények gyártása.	Konténerszerű (KF ⁴) felépítmények gyártása.
	Nyergesújfalui Viscosa Gyár	Üreges szálak gyártása.	
	Vízgépészeti Vállalat (VÍZGÉP)	0-sorozat gyártás.	
Egyéb	OVH alárendeltségében lévő vízművek vízvizsgáló laboratóriumai	Vízvizsgáló laboratóriumok kijelölése és biztosítása: Balatonfüred, Dunaújváros, Szolnok, Szeged, Mohács, Sajóecseg és a Lázberci víztározó vízműveitől.	A nyersvíz és a tisztított víz vizsgálata a haditechnikai ellenőrző vizsgálatokon, illetve a csapatpróbán.



2. ábra. Az Ezred Vízközpont ajánlott telepítése

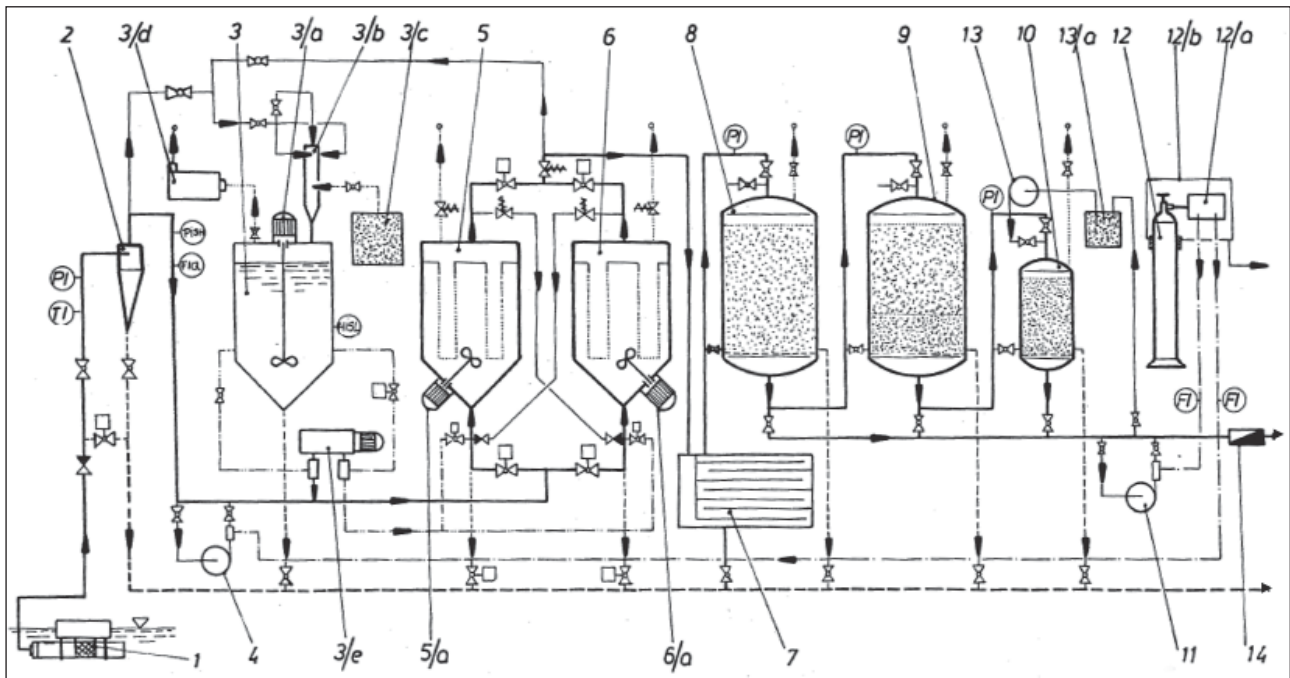
1. MVT-4 az EVK „A” járművén, ill. felépítményében; 2. EVK „B” felépítmény; 3. Áramforrás: aggregát; 4. Tápkábel csatlakozó közdarab; 5. Tápkábel; 6. Vízszállító tj. tlg. (Nem része az EVK-nak.); 7. Nyersvíz szivattyú tápkábel; 8. Kábeldob a nyersvíz szivattyúhoz; 9. Földelő nyársak; 10. Földelő vezeték „GÉPTEST”; 11. Földelő vezeték „SZIGETELT 0”; 12. Földelő vezeték „SEGÉDFÖLD”; 13. Földelő vezeték „AGGREGÁT SEGÉDFÖLD”; 14. Földelő vezeték „AGGREGÁT”; 15. Jelzőtábla „VÍZKÖZPONT”; 16. Jelzőtábla „SZENNYEZETT TÉRFÉL”; 17. Jelzőtábla „TISZTA TÉRFÉL”; 18. Jelzőtábla „ÜZEMI TERÜLET”; 19. Rögzítőkötél a vízkiemelőhöz; 20. Búvárszivattyús nyersvíz kiemelő egység; 21. Horgony; 22. Csigatömlők; 23. Visszacsapó szelep; 24. Légtelenítő vezeték 8. sz. oszlop; 25. Légtelenítő vezeték 9. sz. oszlop; 26. Légtelenítő vezeték 10. sz. oszlop; 27. Nyomótömlők; 28. Közdarab (2”- C jelű csonkkapocs); 29. 1500 dm³-es zárt víztartályok; 30. Összekötő kábel; 31. Váltócsap; 32. Zárt víztartály-szállító tj. tlg. (Nem része az EVK-nak.)

okozta szennyeződések eltávolítása (adszorpció és ioncsere segítségével).



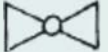


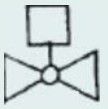






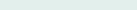





c) Biológiai anyagok eltávolítása („csírátlantás”), illetve a tisztított víz konzerválása (előkészítése szállításra) klóro-

zással (klórgáz adagolással). Intenzív előklórozás (ha szükséges) a mechanikai szűrés előtt, utóklórozás a víz kiadása előtt. Az előklórozást követő deklórozás a mechanikai tisztítás utáni aktív szén töltetű oszlopban történt.

3. ábra. Az MVT-4 folyamatábrája



2. táblázat. A 3. ábra jelmagyarázata: Az MVT-4 technológiai folyamatai

A technológiai elem		Vízáramok jele, megnevezése	Mérőműszerek jele, megnevezése	Kezelő elemek jele, megnevezése
száma	megnevezése			
1.	Búvárszivattyús, úszó vízkiemelő	 Fő tech- nológiai vízáram	 Nyomás	 Gömbcsap
2.	Hidrociklon telep			
3.	Perlit bekeverő			
3/a.	Keverő			
3/b.	Perlit nedvesítő	 Hulladék víz	 Hőmér- séklet	 Motoros gömbcsap
3/c.	Perlit tároló			
3/d.	Porszívó			
3/e.	Adagoló (perlit szuszpenzió)			
4.	Előklórozó	 Mellék vízáram	 Klór- mennyiség	 Motoros gömbcsap
5.	Mechanikai szűrő I.			
5/a.	Keverő			
6.	Mechanikai szűrő II.			
6a.	Keverő	 Perlit szusz- penzió	 Nyersvíz mennyiség, összegzés	 Mágnes szelep
7.	Csőkígyó (a klór hatásidejének a növelésére)			
8.	„A” oszlop (aktív szén)			
9.	„B” oszlop (kétféle impregnált aktív szén)			
10.	„C” oszlop (kevertágyas ioncserélő műgyanta)	 Klórgáz	 Nyersvíz nyomás	 Visszacsapó szelep
11.	Utóklórozó			
12.	Klórgáz-palack			
12/a.	Klórgáz adagoló			
12/b.	Klórgáz-vezeték	 Levegő	 Perlit szuszpen- zió szint	 Mennyiség mérő
13.	Töltet betöltő szivattyú az oszlopokhoz			
13/a.	Töltettároló az oszlopokhoz			
14.	Vízóra			

A fenti víztisztítási résztechnológiák közül, a nyersvíz szennyeződéseitől függően, választhattunk az egyes technológiai lépcsők között. Az egyes tisztítási fázisok elhagyásához megkerülő csővezetékek voltak beépítve.

A berendezésbe épített elektronika az indulás után teljesen automatikus üzemet biztosított. Folyamatosan ellenőrizhetők a fontosabb nyomásértékek, a kilépő víz mennyisége, és a klór adagolás. Az egyes részegységek szűrési segédanyagai, illetve töltetei zárt (pneumatikus és hidraulikus) segédrendszerek segítségével szállíthatók a szűrőkbe, illetve az oszlopokba, ahonnan elhasználódás után zagy formájában üríthetők le.

A víztisztítás technológiáját részleteiben a 3. ábrán és a hozzá tartozó jelmagyarázatot tartalmazó 2. táblázat segítségével tanulmányozhatjuk. (Lásd a 3. ábrát.) A KF-3 felépítménybe épített MVT-4 berendezés egy részletét pedig a 4. ábra mutatja.

4. ábra. A KF-3 katonai felépítménybe épített MVT-4 berendezés

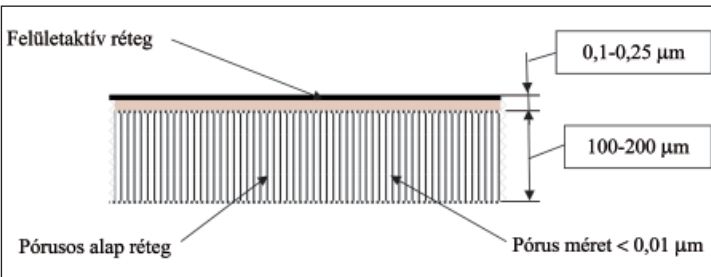


2. A FORDÍTOTT OZMÓZIS – MINT VÍZTISZTÍTÁSI RÉSZTECHNOLÓGIA – KATONAI ALKALMAZHATÓSÁGA

ALAPFOGALMAK [1.]

A FÉLIGÁTERESZTŐ HÁRTYA

A féligáteresztő hártya sematikus szerkezetét az 5. ábra mutatja be.



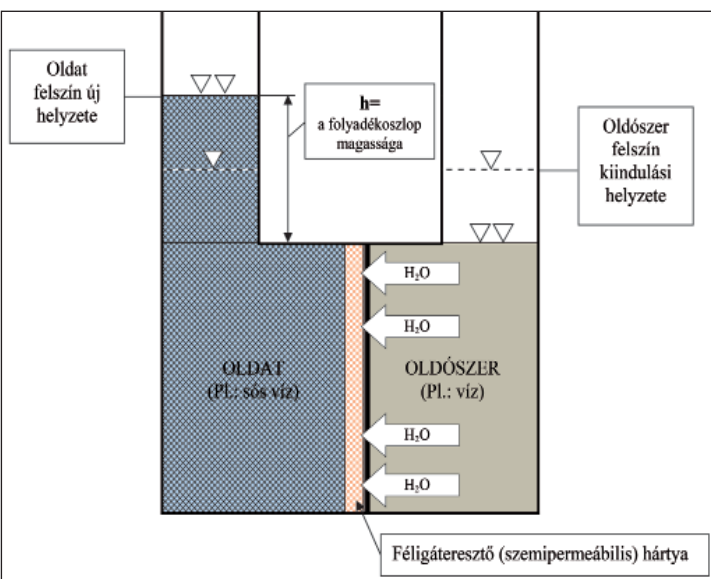
5. ábra. A féligáteresztő hártya (pl.: cellulóz-acetát, CA) vázlatos méretei (a rajz értelemszerűen nem méretarányos).

Ma már léteznek 0,0001 µm „rés”-méretűek is, mestersegesen előállítva, (és az alapanyag sem felétlenül CA).

OZMÓZIS

Ha egy oldatot és oldószert egy féligáteresztő hártya választja el egymástól, akkor az oldat húgolni igyekszik, azaz az oldószert átáramlik a féligáteresztő hártján mindaddig, amíg a fellépő nyomáskülönbség ezt lehetővé teszi. Ez az oldatra jellemző nyomáskülönbség az illető oldat ozmózisnyomása.

Az ozmózis jelenségét vázlatosan és leegyszerűsítve a 6. ábra szemlélteti.



6. ábra. Az ozmózis

A folyamat az egyensúlyi helyzet bekövetkezéséig tart. A folyamat akkor is lejártszódik, ha a féligáteresztő hártya két különböző koncentrációjú oldatot választ el egymástól. A folyamat a koncentráció kiegyenlítődéig tart.

Alapösszefüggések

π = ozmózisnyomás (egyensúlyi helyzetben = hidrosztatikai nyomás)

$$\pi = \rho gh \text{ [Pa]},$$

ahol:

ρ : az oldat sűrűsége [kg/m³],

g : a nehézségi gyorsulás [m/s²],

h : a folyadékoszlop magassága [m].

Több komponensű oldat esetén:

$$\Pi = \sum \pi_i$$

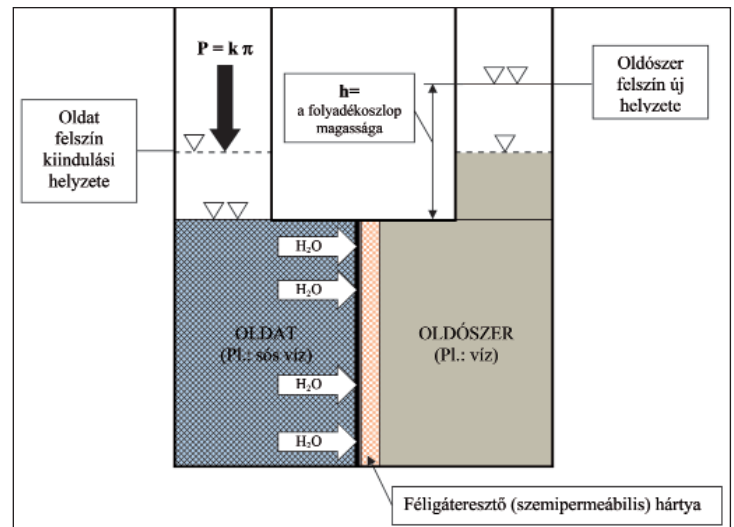
ahol:

Π : a többkomponensű oldat ozmózisnyomása [Pa],

π_i : az egyes oldatok ozmózisnyomása [Pa].

FORDÍTOTT OZMÓZIS

Az ozmózis megfordítható azaz, ha egy oldatra, amelyet az oldószertől féligáteresztő hártya választ el, az adott oldat ozmózisnyomásánál nagyobb nyomás hat, akkor az oldat töményedik, mivel belőle az oldószert átáramlik a hártján. (Vizes oldatok esetén tehát a féligáteresztő hártya fordított ozmózissal – ideális esetben – csak a tiszta vizet engedi át.) A leegyszerűsített fordított ozmózis megértéséhez lásd a 7. ábrát.



7. ábra. A fordított ozmózis

$$P = k\Pi,$$

ahol:

P = a rendszerre kifejtendő nagy nyomás [MPa], vagy [bar],

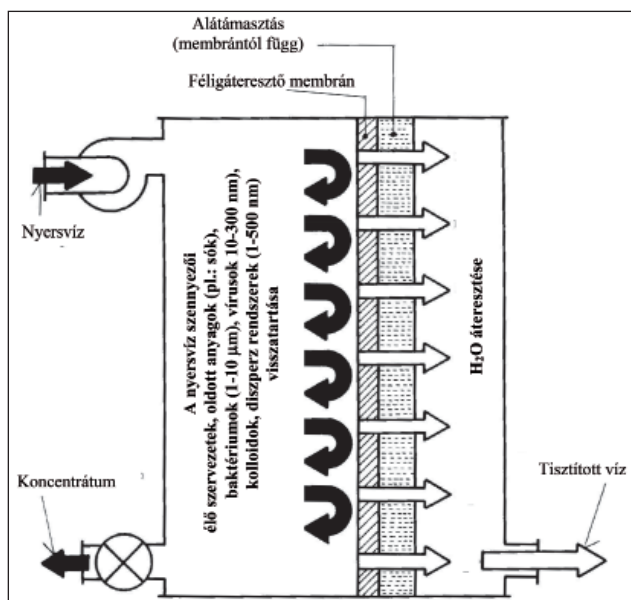
Π : a többkomponensű oldat ozmózisnyomása [Pa],

k : állandó.

A féligáteresztő hártját (továbbiakban membránt vagy üreges szálakat) tartalmazó fordított ozmózisos (a továbbiakban FO, angolul RO = Reverse osmosis) egységek az ún. modulok.

Az FO modulok a membránokat síklapok, vagy feltekert (spirál) síklapok, vagy csőkötegek, vagy üreges szálkötegek formájában tartalmazzák. Az üreges szálak előnye, hogy nincs szükség vízáteresztő tartószerkezetre, valamint, hogy egységnyi térfogatban a legnagyobb felület helyezhető el (akár 30-40 000 m²/m³).





8. ábra. Elméleti víztisztítási lehetőségek a fordított ozmózis alkalmazásával

A membránok főbb jellemzői:

- vízáteresztés,
- oldott anyag (só) áteresztés,
- visszaverődés.

Az elvi víztisztítási lehetőségeket az FO-val a 8. ábrán szemléltetjük.

A gyakorlati tisztítási lehetőségeket, és főleg a tisztított víz oldali eredményeket, az eddig vázlatosan tárgyalt alapok mellett azonban számos – itt most nem részletezett – tényező is befolyásolja, különösen a tömegpusztító fegyverek okozta szennyeződések (és ezen belül, főleg a vegyi harcanyagok) eltávolítása terén.

A milliméter alatti tartományokban (lásd 9. ábra) való elgigazodáshoz a [5.] jelű forrásanyagban található ábra egy részébe beillesztettük a 8. ábrán említett tartományokat.

(Folytatjuk)

IRODALOMJEGYZÉK

- [1.] Gerlei István: A komplex víztisztítás és a fordított ozmózis. Haditechnika. 1975. 2 sz. 41-46. oldal;
- [2.] Gerlei István, Dr. Vasvári Vilmos: A víztisztítás eszközei. Honvédelem. 1978.;

- [3.] Dr. Dobolyi Elemér – Dobos Ferencné: A fordított ozmózis elvének gyakorlati alkalmazása a vízgazdálkodásban. Hidrológiai Közöny. 1978. 3. sz. 122-130. oldal.;
- [4.] Kéziratok: Dr. Demeczky Mihály, Khell Ádámné (KÉKI), Dr. Pernyeszi József (NEVIKI), Gerlei István (HTI) Melenyecz János (HTI) korabeli kéziratai, néhány esetben szó szerint kézzel írva.;
- [5.] http://enfo.agt.bme.hu/drupal/sites/default/files/737px-Relative_scale_hu.svg_.png
- [6.] Kállai Ernő – Padányi József: Új víztisztító berendezés a Magyar Honvédségben. Haditechnika. 2005. 2 sz. 65-66. oldal.;
- [7.] Kállai Ernő: Víztisztítás a Magyar Honvédségben. http://www.sija.hu/wp-content/uploads/2012/04/kallai_erno_viztisztatas_a_magyar_honvedsegben.pdf
- [8.] http://www.gvh.hu/akadalymentes/IMPORT/import-20140110_134637/en/resolutions/resolutions_of_the_competition_council_old/4070_hu_vj-4620069.html;
- [9.] Melenyecz János: A ZVTÁ műszaki leírása, kezelési és karbantartási utasítása. (Belső kiadvány.);
- [10.] Az MVT-4 víztisztítóval összefüggő szabadalmak.
- [10.1] Eljárás radioaktív szennyezők eltávolítására alkalmas amorf cirkónium-foszfát alapú szorbens előállítására. Lajstromszám: 173 499 (1976. 04. 20.) Szabadalmas: Nehézvegyipari Kutató Intézet (Veszprém). Feltalálók: dr. Bálint Tiborné, dr. Borszéki János, Barcánfalvi Ferenc, dr. Demjén Zoltán, dr. Fóti György, Gerlei István, Juhász Zoltán, Kollár Judit, dr. Nagy Lajos György, Székely István, dr. Török Gábor;
- [10.2] Eljárás és berendezés folyadékok, előnyösen felszíni vizek örvényregenerálásos szűrésére. Lajstromszám: 180 028 (1978. 02. 17.) Szabadalmas: Nehézvegyipari Kutató Intézet (Veszprém). Feltalálók: dr. Pernyeszi József, Gerlei István, Juhász Zoltán, dr. Vasvári Vilmos;
- [10.3] Hordozható berendezés különböző szennyezettségű, főleg felszíni vizek ivóvíz nyérése céljából történő tisztítására. Lajstromszám: 188 999 (1983. 11. 10.) Szabadalmas: Nehézvegyipari Kutató Intézet (Veszprém), Vízgépészeti Vállalat (Lajosmizse). Feltalálók: Babóczy Ervin, Bagi László, dr. Maier Ferenc, dr. Pernyeszi József, dr. Vasvári Vilmos, Gerlei István, Gonda Gyula, Juhász Zoltán, Melenyecz János, Papp Mihály, Tillinger Ferenc, Vodál Árpád;
- [10.4] Eljárás aktív szén alapú, savas karakterű, oxidált szorbensek előállítására. Szabadalmas: Nehézvegyipari Kutató Intézet (Veszprém, 1982. 09. 29.) Feltalálók: dr. Pernyeszi József, dr. Maier Ferenc, Bagi László, Gerlei István, Juhász Zoltán;
- [11.] http://autofer.hu/tartalom/katonai_jarmufelvitmenyek/.

JEGYZETEK

- 1 1981-től Ipari Minisztérium, amely a Kohó és Gépipari Minisztérium, a Könnyűipari Minisztérium és a Nehézipari Minisztérium összevonásával jött létre. A hadiipari feladatokat kezdetben az Általános Szervezési Főosztály látta el, amely később az Iparszervezési Főosztály nevet kapta.
- 2 A csapatpróbákat megelőző haditechnikai ellenőrző vizsgálatok (ht. ell. vizsgálatok) a HMK teljesítményének az ellenőrzésére szolgáltak, és az eredményei alapján történt a csapatpróbára felajánlás a HTI részéről.
- 3 Ht. K+F = haditechnikai kutatás és műszaki fejlesztés.
- 4 A konténerszerű felépítmény (KF) család tagjai (KF-1, KF-2, KF-3.) váltották az egységes, zárt (EZF) felépítményeket a tárgyalt időszakban.
- 5 EFE TT = az Egyesített Fegyveres Erők Tudományos Tanácsa, többek között az EHMK-k és az EVM-ek jóváhagyója.