

## **A szennyvíztisztító berendezések környezethigiénés jelentősége és az MN műtárgyain szerzett tapasztalatok értékelése**

*A szerző tárgyalja a háztartási szennyvíz környezethigiénés jelentőségét. A tanulmány kiemelten foglalkozik a korszerű elveken alapuló teljesoxidációs biológiai tisztítórendszerek elméleti alapjaival és azokkal a gyakorlati problémákkal, amelyek az üzemelés optimális feltételeit biztosítják, illetve elmulasztásuk e rendszerek működésének élettartamát károsan befolyásolják és ezáltal környezetszennyezést, szennyvízbírság kiszabását eredményezik. E következtetések az MN-ben létesített szennyvíztisztítók építésénél és beüzemelésénél szerzett tapasztalatokon alapulnak és ezért gyakorlati jelentőségük van a tervezési, kivitelezési és karbantartási munkák tekintetében. A tanulmányban közöltek lehetővé teszik, hogy a műtárgyak egészségügyi felügyeletét a csapatorvosok kellő ismeretek birtokában lássák el.*

Az emberiség szüntelenül formálja és alakítja környezetét. A végbemenő változások az emberi igények kielégítését szolgálják, de ugyanakkor sok pozitív eredmény mellett olyan negatív hatások is együttjárnak, amelyekre hosszú ideig nem figyeltünk fel. E jelenségek gyors növekedése világszerte az élet alapelemeinek elszennyeződéséhez, az ember és környezete közötti egyensúly megbomlásához vezet. Az általuk okozott környezeti ártalmak az egész emberiséget érintik és e folyamatokat megállítani, a regenerálódást elősegíteni minden ország és kormány számára alapvető feladatot jelent. Ma már az egyik legégetőbb gondunk a megfelelő minőségű ivóvíz beszerzése és az ezzel szoros kapcsolatban levő szennyvíztisztítás. A jövőben a korszerű szennyvíztisztítás az ember igen fontos ipari tevékenysége lesz.

Magyarországon a nemzetközi rendelkezések nyomán a Kormány 1/1961 sz. vízvédelmi rendeletével, majd a vízügyről szóló 1964. évi IV. törvénnyel új szakasz kezdődött a környezetvédelem területén. Megindult a vízügyi igazgatási, műszaki, jogi, közgazdasági rendszer összehangolt kiépítése. Külön a vizek tisztaságának további védelmére jelent meg a 40/1969. (XI. 25.) MT és az 1/1969 (XI. 25.) sz. OVH rendelet a szennyvizek élővízbe bocsátásának feltételeiről, amelyet kiegészít a 2/1970. (XII. 13.) OVH rendelet a szennyvizeknek közcatornába való bevezetéséről. E rendelet tételesen felsorolja, hogy az egyes szennyező anyagok milyen koncentrációban kerülhetnek a közcatornába. A Mi-

nisztertanács 28/1978. (V. 26.) sz. rendelete „A szennyvízbírságotól való felmentésről”, lényegében 6 körzetre osztotta az országot és ezekre differenciált határérték kategóriákat állapított meg. E rendeletre épülve jelent meg a 2/1978. (V. 26.) OVH sz. rendelkezés a szennyvízbírságotól való felmentéséről. Az 1976. évi II. törvény „Az emberi környezet védelméről” lehetőséget teremt, hogy tervgazdálkodásunkban hatékony és átfogó rendelkezésekkel óvjuk, védjük környezetünket és szemléletünkben a környezeti ártalmak nagyobb fontossággal bírnak.

Az országos rendelkezésekkel párhuzamosan a MN-ben is megjelentek azok az általános és konkrét rendelkezések, amelyek megszabják a néphadsereg feladatait a környezetvédelemmel kapcsolatban.

A fenti törvények és rendeletek vannak hivatva élővizeink további szennyeződésének megakadályozására, a természetes biológiai egyensúly megtartása érdekében és ma már mindenki egyetért a szennyvíztisztítás szükségességével és ennek érdekében tett intézkedésekkel.

Az ipari és házi szennyvizet kibocsátó helyeket a Vízügyi Igazgatóságok és KÖJÁL-ok rendszeresen ellenőrzik és pénzbírságok kiszabásával ösztönzik a vállalatokat, intézményeket arra, hogy szennyvíztisztító berendezéseket létesítsenek, illetőleg a meglévőket megfelelő hatásokkal üzemeltessék.

Az MN KÖJÁL víz-szennyvízvizsgáló laboratóriuma rendszeresen ellenőrzi a csapatok egészségügyi szolgálatait által beküldött, valamint a helyszíni ellenőrzések kapcsán általunk vett és behozott szennyvízmintákat.

Az elmúlt évekhez képest bizonyos fokú javulás mutatkozik néhány új, korszerű berendezés megépítésével, amelyeknek bedolgoztatásában, a végleges kezelési utasítás elkészítésében az MN KÖJÁL szakemberei is részt vettek. Intézetünket rendszeresen felkérlik korszerű és komplett szennyvíztisztító telepek terveinek szakmai felülbírálatára, valamint tervezési stádiumban az ún. előtervek műszaki-higiénés véleményezésére. Az itt szerzett gyakorlat nagymértékben segítette további munkánkat. A technológia alapos megismerése, a helyszíni mérések kidolgozása építészeti és gépészeti ismeretek megszerzése a tervmegítélésében és az üzemeltetési hibák okainak kiderítésében nagy segítséget nyújtott. A szennyvíztisztítási technológiai folyamatok elméleti és gyakorlati ismereteinek elsajátítása csak a higiénés megítélés és az ahhoz szükséges laboratóriumi mérések mélységéig kötelező feladat Intézetünk részére. Az ennél mélyebbre történő nézés véleményünk szerint azonban ma már feltétlenül szükséges egyrészt azért, mert a hadseregben nincs kifejezetten a szennyvíz technológiával és a szennyvíztisztító működésével foglalkozó szakember, másrészt a polgári életben dolgozó és a hadsereg számára terveket készítő szakvállalat tervezőinek is hasznos információkkal szolgálhatunk a speciális laktanyai életmód miatt a szennyvíz minőségével, mennyiségének időbeni eloszlásával, a kezelés-karbantartás lehetőségével kapcsolatban. A csapatorvosok ilyen irányú képzésében is közreműködünk a részükre szükséges műszaki-higiénés ismeretek és szemlélet kialakításában.

A tanulmány célja nem a honvédorvosoknak a korszerű biológiai szennyvíztisztítás műveleteinek a műtárgy és technológiai tervezési irányelvekbe való bevonása, hanem annak bizonyítása, hogy az egyszerűnek látszó szennyvíztisztítás biokémiai folyamatának és optimalizálásának megtervezése, megépítése, üzemeltetése korántsem egyszerű feladat, különös tekintettel arra, hogy a szennyvíztisztító berendezéseket ma már előre meghatározott tisztítási hatásokra, illetve elfolyó szennyvíz minőségre kell megtervezni.

Mindenekelőtt, meg kell határozni a szennyvíztisztítás célját, amivel meg-

védjük a befogadó vízfolyásokat és állóvizeket — közvetve tehát a vizet használó embert is — a szennyvíz által okozott károsodásoktól. A tisztítás olyan mértékű legyen, hogy a maradék szennyezettség a befogadó öntisztító képességét ne károsítsa, a víz esetleges újrafelhasználását ne nehezítse meg és a befogadó ne terjesszen fertőző megbetegedéseket. Az öntisztító képesség kihasználása azt jelenti, hogy a tisztítást — részben vagy egészben — a befogadóra bízjuk. Ekkor azonban a vízfolyás — az öntisztulás távolságán belül — szennyezett, sőt esetleg fertőzött lesz. Korábbi vélemény szerint már a tisztítóberendezést elhagyó szennyvíznek sem szabad kórokozó baktériumokat tartalmaznia (1).

A tisztítatlanul, vagy nem kellő tisztítással a befogadóba vezetett szennyvíz rontja a természetes vízfolyás öntisztulását, közvetlen veszélyt jelent a fürdőzőkre, szennyezi a talajvizet, veszélyt jelent a közműves ivóvízhálózatra. A hatásos szennyvíztisztítás feladata, hogy eltávolítson fizikai, biológiai, vagy kémiai módszerekkel minden káros anyagot a kezelésre kerülő szennyvízből. Így a víz visszanyeri eredeti értékét és újra hasznosítható lesz.

#### *A laktanyai szennyvízbe jutó szennyező anyagok.*

A sajtóságos laktanyai életmódban keletkező szennyvíz összetétele vizsgálataink szerint általában higabb, mint a csatornázott településeken keletkező háztartási, vagy városi szennyvíz. Az ún. kommunális szennyvízen kívül, mindig számolni kell bizonyos mennyiségű „ipari” eredetű szennyezéssel is, főleg ásványolaj-származékok formájában. De a városi szennyvíz minőségére is erősen hat a lakosság életmódja és a településben található ipari üzemek fajtái.

A szennyvíz szennyezését a legkülönbözőbb anyagok alkotják. Felosztásuk: (2)

#### I. A szennyező anyag keletkezési helye szerint:

- a) emberiürülékből eredő szennyezés
- b) tisztálkodási szennyezés (fürdés, mosdás)
- c) ruhamosásból eredő szennyezés
- d) konyhai munkából, mosogatásból eredő szennyezés
- e) takarításból, utak tisztántartásából (locsolás) eredő szennyezés
- f) bizonyos fajta ipari szennyezés

#### II. Vízrel szembeni magatartásuk szempontjából:

- a) vízben nem oldott anyagok (makroszkópos és kolloidális)
- b) oldott anyagok

#### III. Kémiai összetételük szerint beszélhetünk:

- a) ásványi anyagokról (homok, anyag, hamu stb.)
- b) szerves anyagokról (fehérje, szénhidrát, keményítő, zsír-olaj stb.)

Az emberi ürülékkel, a bélsárral és vizelettel bevitt anyagok képezik a háztartási szennyvizek szennyezésének nagyobbik hányadát. Egy fő egy nap alatt átlagosan 1,4 l vizeletet és 154 g bélsárt ürít. (3) Mindkét ürülék igen könnyen bomló — már két órán belül — rothadásnak induló szerves vegyületeket tartalmaz. A bomlás annak a következménye, hogy az ürülék óriási mennyiségben tartalmaz baktériumokat. Egy g bélsárban 5—1600 millió coli és kb. hatszor annyi más baktérium van, melyek szintén kitűnő táptalajt találnak. Legnagyobb hányadban előforduló baktériumok a Streptococcusok, Escherichia coli, Ps. aeruginosa, Enterobacter aerogenes, Clostridiumok és egyéb anaerobok, valamint különféle fonalas és sarjadzó gombák. E baktériumok egy része nem kórokozó, de egyes fajtái újra az emberi szervezetbe jutva megbetegedéseket idézhetnek elő. Gyakorik ezenkívül az ürülékekben a fertőző mik-

robák is, (salmonellák, shigellák, leptospirák, cholera vibriók stb.) vírusok közül a hepatitis, polio, coxsackie, Echo, adeno, rheovírusok, féregpeték közül Magyarországon Ascaris, Trichuris és taeniák fordulnak elő, amelyek a fertőző betegségekben szenvedő emberektől jutnak a szennyvízbe, ott elszaporodva hosszú ideig fertőzőképesé teszik a szennyvizet. A különféle bacillusgazdákból a szennyvízbe kerülő pathogén szervezetek miatt is a szennyvíz a legfertőzőképesebb és higiénés szempontból a legveszélyesebb anyag.

A *tisztálkodási tevékenységből* származó szennyvíz szappant, kozmetikai hulladékot, nyálat, haját, szőrt, bőrhámot, port, zsiradékot tartalmaz; a mikroorganizmusok között főleg coccusokat találunk, vírusok közül pedig a légzőszervekben tenyésző adeno-, rheo vírusok lehetnek jelen. A nyál révén még tuberkulózist okozó mikrobaktériumok is előfordulhatnak.

A *ruhamosásból* eredő szennyező anyagok közül legjelentősebbek a detergensek, polifoszfátok, fehérítő és fertőtlenítőszer, olajok-zsírok. Ezek egy része az erős habképződés miatt a szennyvíz tisztítását gátolja, mert megakadályozza az oxigén bejutását a szennyvízbe, másrészt nehezen megbontható kolloidot képez és a zsírokat jól emulgeálja. Újabban már biológiailag lebontható ún. lágy detergenseket alkalmaznak a mosószerekhez. A polifoszfátok adják a mikroorganizmusok számára szükséges foszfort és biztosítják az enyhén lúgos pH-t. A fehérítő és fertőtlenítő hatás miatt mikroflorájuk szegényes, de a fehérnemű mosásából eredő belférgeket tartalmazhatnak, mert ezekre a fertőtlenítőszer hatástalanok.

A *konyhai munkából, mosogatásból* eredő szennyezések növényi, vagy állati eredetű anyagok és detergensek. Sok bennük a nyers és darabos rész, biológiailag lassan és nehezen bonthatók le. A mosogatáshoz elrendelt hypó aktív klórtartalma lekötődik és a vizelettel, konyhasóval együtt klorid-ion formájában jelentkezik a szennyvízben.

A *takarítási* és az utak tisztántartásából eredő szennyezés minőségi szempontból veszélytelen, mert csupán port, homokot, földet, kormot és ártalmatlan hulladékot tartalmaz.

Az *ipari szennyezés* az alakulat technikájától függően nagyon változatos lehet, de főleg motorolajjal, gázolajjal, benzinnel kell számolni, ami a biológiai szennyvíztisztítást már kis mennyiségben is károsan befolyásolja, ezért meg kell akadályozni, hogy a szennyvízbe jusson.

#### *Eleveniszapos szennyvíztisztítási technológia.*

A kisebb egységeknél használatos mechanikai, oldómedencés tisztítókat, csepegtetőtestes biológiai berendezéseket jelen dolgozatban nem tárgyalom. Ezek vízminősége nem elégíti ki a rendeletekben előírt határértékeket. Korszerűtlen berendezések, szakszerű kezelésük sem biztosított.

Az MN KÖJÁL által beüzemelt modern, jó határfokkal dolgozó eleveniszapos biológiai tisztító berendezésekben a tisztítási technológia határfokát alapvetően befolyásoló tényezőkkel kívánok a továbbiakban foglalkozni.

Elsősorban a teljesoxidációs eleveniszapos rendszer szokásos műtárgyai a tisztítási technológia sorrendjében:

- finom szerkezetű rács (rácsszemét gyűjtővel)
- levegőztető medence
- utóülepítő
- klórozó műtárgy
- iszapszikkasztó ágyak
- kezelő épület

Természetesen ezekhez átemelő berendezések és egyéb villamos automatikák és gépészeti egységek is tartoznak.

A biológiai szennyvíztisztító berendezésekben a szennyvízben jelenlevő oldott és kolloidális szerves anyagokat élő szervezetek segítségével alakíttatjuk át ülepitéssel már könnyen eltávolítható mikroba tömeggé, gázalmazállapotú terméké és oldott szerves vegyületekké. A tisztított szennyvízben maradó szerves anyag a teljes és eredményes biológiai tisztítás esetén csekély mennyiségű, a befogadót nem károsítja.

Az eleveniszapos eljárás aerob baktériumok irányított tevékenységén alapul. A biokémiai reakciók lejátszódásához szükséges oxigén bevitelét mesterséges levegőztető szerkezetekkel, vagy légbefúvással biztosítják. A szerves anyagok lebontása a levegőztetett folyadék fázisban — a szennyvíz és eleveniszap elegyben — játszódik le. A levegőztetett elegyből az eleveniszap pelyheket ülepitéssel eltávolítjuk, a kiüledett iszapot a friss szennyvíz beoltásának céljából a rendszer elejére visszavezetjük, (recirkulációs iszap) a vízfázist, mint tisztított szennyvizet elvezetjük. A fölősiszap, amelynek víztartalma kb. 98%, iszapszikkasztó ágyakra kerül.

Az eljárás során a különféle aerob baktériumok hármas funkciót látnak el:

1. A szennyvíz szerves anyagát ún. „bioszorpcióval” eltávolítják a vízfázisból, aminek során az a mikroorganizmusok testében tárolódik.

2. A mikroszerkezetek a bioszorbeált szerves anyagot részben eloxidálják, a nyert energia segítségével azt sejtanyagká asszimizálják.

3. A képződött sejtanyag az endogén anyagcsere során ugyancsak eloxidálódik. (4)

A biológiai folyamat végső eredménye: a bemenő szerves anyagból  $\text{CO}_2$  és  $\text{H}_2\text{O}$  lesz, a fehérje nitrogén tartalma ammónium, nitrit, nitrát ionná alakul (teljes oxidációs rendszerben nitrogén gáz távozik). A baktériumok oxigén jelenlétében égetik el a szennyvíz szerves anyagainak szén és nitrogén vegyületeit. Alapvető, hogy a szennyvízbe a baktériumok szaporodása számára optimális körülményeket biztosító elegendő mennyiségű levegőt juttassanak. (min. 2 mg/l oxigén)

A felületi levegőztető rendszerek közül hazánkban a vízszintes és függőleges tengelyű rotorok terjedtek el. A vízszintes tengelyű ún. VM rotorokat (Vízgépészeti Vállalat gyártja) eleveniszapos oxidációs árkokban, a függőleges tengelyű turbina rendszerű keverős berendezéseket (Tatabányai Szénbányák VIDUS) négyzetes alapú medencékbe tervezik. Mődunkban volt mindkét berendezés típust vizsgálni laktanyai körülmények között és az oxidációs árkos berendezést javasoljuk az alábbi indokok miatt:

1. Teljes oxidációs kis és közép (200—500  $\text{m}^3$ /nap) berendezések építhetők, így az iszap stabilizálás is megoldódik.

2. A szükséges energiateljesítmény 5—8  $\text{W}/\text{m}^3$ , a turbinás 30—50  $\text{W}/\text{m}^3$ -el szemben.

3. Építésük viszonylag olcsó, egyszerű, hatásfokuk megbízhatóan szabályozható.

4. A hidraulikai terhelés ingadozásait jól bírják, a tervezetthez képest kapacitásuk 10—15%-al növelhető.

A levegőztető berendezéseknek az oxigén bevitel mellett, az iszaptömeget is állandó lebegésében kell tartani. Ülepedő, pangó, holt terek nem képződhetnek, mert akkor anaerob rothadási folyamat indul meg.

## Szennyvízhozam mérés

Egy új szennyvíztisztító berendezés tervezésénél mindig a szennyvíz mennyiségéből és minőségéből kell kiindulni. A rendszer hidraulikai terhelésénél az átlagos és szélső vízhozamértékeket kell figyelembe venni. Erre a napi vízhozam ( $m^3/\text{nap}$ ), valamint az órás csúcsvízhozam ( $m^3/\text{óra}$ ) szolgálhat támpontul. A tervezési irányelvekben (ÉSZ—511—75) szereplő vízfelhasználás jelenleg Magyarországon  $150 \text{ l/fő} \times \text{nap}$ . Ezt nevezik lakosegyenértéknek.) Jelölése:  $le$ . Nagyobb települések vízfelhasználása, ahol az ipari vízfelhasználás nagyobb hányadot képvisel, pl. az USA-ban, ez  $570 \text{ l/fő} \times \text{nap}$  értékre tehető. Magyarországon a jövőben egy főre eső napi szennyvízkibocsátás irányértékei: (4)

1985-től  $250 \text{ l/nap}$

2000-től  $350 \text{ l/nap}$

Laktanyai elhelyezésben a szükséges minimális vízmennyiségeket (ivó, főző és használati víz) az irodalom (5) 40 l-ben jelöli meg, azonban méréseink szerint a laktanyák tényleges vízfogyasztását mérve ennek 5—6-szorosát kaptuk. A különféle technika mosására, karbantartására a nagyobb egységek vízviszaforgatásos gépkocsimosókkal rendelkeznek és a szennyvíz nem kerülhet a csatornahálózatba. Csak kis egységeknél — ahol a fürdés korlátozott — kell kisebb értékekkel számolni. Ha pontosabb adat nem áll rendelkezésünkre, a csatornába kerülő víz mennyisége a mért ivóvízfogyasztás  $75—80\%$ -a.

### A szennyvíztelep terhelhetősége

Az eleveniszapos tisztításnál az elérhető hatásfokot a biológiailag bontható szerves anyagok 5 napos lebomlása során mért oxigénigény ( $BOI_5$ ) terhelés az ún. szerves hányad és a rendszerben résztvevő eleveniszap mennyiségének aránya határozza meg. Teljes oxidációs rendszerben, ahol egyidejűleg aerob iszapstabilizáció is végbemegy, a lebontani szükséges  $BOI_5$  mennyisége és a rendszerben levő iszapkoncentráció hányadosának értéke  $0,05—0,1$  között kell, hogy legyen.

$$0,05 \cong \frac{N_b}{G_{sz}} \cong 0,1$$

$N_b = BOI_5 \text{ (kg/m}^3/\text{nap)}$

$G_{sz} = \text{iszap szárazanyag tartalma (kg/m}^3)$

ami azt jelenti, hogy az eleveniszapos rendszerben minden kg  $G_{sz}$  szárazanyagra  $50—100 \text{ g } BOI_5$  terhelés engedhető meg. Egy szennyvíztelep terhelhetőségét az adott szennyvíz  $BOI_5$ -e és a szennyvízhozam szorzata adja.

Míg a biokémiai oxigén-igény csupán a szennyvízben levő biológiailag jól bontható szerves anyagok jellemzésére alkalmas, addig a kémiai oxigén igény (KOI) a biológiailag bontható és nem bontható szerves anyagok együttes koncentrációjára jellemző. A KOI-nak, mint a szennyvíztisztítás kritériumának alkalmazása szükségessé teszi, hogy tekintetbe vegyük a szennyvízben benne maradó, biológiailag bonthatatlan hányadot is, ami a szennyvízbírság alapjául szolgál. A kémiai oxigén-igényen a szennyvízben levő, bikromáttal oxidálható összes (oldott és szuszpendált) szerves anyag mennyiségét értjük  $\text{mg/l}$  oxigén-egyenértékben kifejezve.

A szennyvíztisztítási biológiai folyamatok sok tényezőtől függnnek, talán

leginkább a biológiai lebontást végző baktériumok mennyiségétől, illetve a szaporodási folyamatok sebességétől.

### A baktérium szaporodás kinetikája (6)

Monod (7) és Herbert (8) munkássága alapján ismert, hogy egy termosztátba helyezett, oxigénnel kielégítően ellátott és kevert baktérium kultúra szaporodása, ha annak csak a széntartalmú tápanyagforrás (S) a korlátozója, a következő egyenlettel írható le:

$$v_x = \frac{dX_1}{dtX_1} = v_x^1 \frac{S}{S + K_m} \quad (a)$$

ahol  $v_x$  az  $X_1$  koncentrációjú baktériumtömeg (szerves eleven iszap) fajlagos szaporodási sebessége. Az egyenletben két konstans szerepel:  $v_x^1$ , amely a  $v$  max. értéke (korlátlan tápanyagbőségénél), majd  $K_m$ , amely a  $v_x^1$  félértékéhez tartozó tápanyagkoncentráció. Az (a) hiperbola egyenlet, melyet kis tápanyagkoncentrációnál ( $S \ll K_m$ ) érintőjével helyettesíthetünk. Utóbbi egyenlete:

$$\frac{dX_1}{dtX_1} = \frac{v_x^1}{K_m} \int = K' S, \text{ illetve} \quad (b)$$

$$\frac{dX_1}{dt} k' SX_1, \text{ ahol} \quad (c)$$

$k'$  = konstans (a  $v$  és  $K_m$  konstansok hányadosa)

A szaporodás mellett a baktériumok állandóan folytatnak ellentett értelmű ún. endogén anyagcserét, vagyis saját sejtanyagaikat égetik, oxidálják, amelynek egyenlete így írható:

$$-\frac{dX_1}{dtX_1} = k_e = \text{endogén lebomlási konstans} \quad (d)$$

A nettó szaporodási sebesség  $v_{xn}$ , tehát:

$$v_{xn} = v_x - k_e \quad (e)$$

A baktériumok anyagcsere tevékenysége az előzőekkel párhuzamosan zajló folyamattal, az oxigénfogyasztással (respiráció) lesz teljes. Az S töménységű szerves anyag (1-y) hányada energiatermelő oxidációhoz szükséges és a  $Kk_e X^1$  sejtanyag lebontás is oxigénfelhasználást igényel. Végeredményben tehát a kiegészítő egyenletet így írhatjuk fel:

$$k_r = \frac{dO_2}{dtX_1} = k_r^s v_s + k_e^r, \text{ ahol} \quad (f)$$

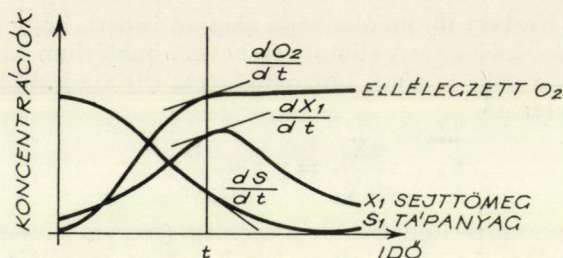
$k_r$  = fajlagos légzési sebesség

$v_s$  = tápanyaglebontás reakciósebessége (g/gxnap)

$k_e^r = zk_e$   $z = 1,4$  g oxigén 1 g szerves anyag elégetésére. A  $k^s$ , valamint  $k_e^r$  az (1-Y), illetve  $k_e$  konstansok „oxigén egyenértéke”, azaz közelítőleg 1,4-el szorzott értéke. Az (f) egyenlet  $X_1$ -el megszorozva a respiráció egyenlete:

$$r = \frac{dO_2}{dt} = k^s \frac{dS}{dt} + k_e^r X_1 \quad (g)$$

Összefoglalva tehát, az egyenletrendszerek teljes egészében leírják a tápanyag-lebontásból származó baktériumszaporodás időbeli változását. A differenciálegyenletrendszer megoldásával nyerjük az alábbi görbéket:



1. sz. ábra Szakaszos táplálású eleveniszapos rendszer baktérium szaporodásának időbeli változása

Az eleveniszap azonban nem homogén baktériumkultúra, hanem adott üzemi körülmények (hőmérséklet, pH,  $O_2$  koncentráció, tápanyagösszetétel stb.) között kialakult különféle baktériumfajok dinamikus együttélése. A megfelelő hatásfokú tisztítási folyamatokhoz azonban hozzátartozik, hogy az üzem folyamatos szervesanyag terhelése ( $BOI_5$ ) kisebb ingadozásoktól eltekintve időben állandó legyen.

Folyamatos üzennél a  $q$  vízhozammal érkező  $S_0$  tápanyagkoncentráció a  $V$  térfogatú reakciótérben  $v_s$   $X_1$  sebességgel  $S_e$  kilépő koncentrációra csökken, miközben az  $X_1$   $v_{xn}$   $X_1$  sebességgel  $X_1 + X_2$  koncentrációra szaporodik. Ez az ún. fölös iszap, amit a rendszerből el kell távolítani. Az  $X_2$  a gyakorlatban két részből tevődik össze:  $X_2'$  az elfolyó vízzel távozó lebegőanyag koncentráció, amelyhez  $q$  elfolyó vízhozam, az  $X_2$  a fölösiszapként kivett anyag koncentrációja, amelyhez a  $q_i$  fölösiszap hozam tartozik. A fenti összefüggéseket az alábbi egyenlet írja le:

$$X_2 = \frac{q_{el} X_2' + q_i X_2''}{q_{el} + q_i} \text{ ahol, } q_{el} + q_i = q \quad (h)$$

A rendszer elején  $R$   $q$  vízhozammal recirkuláltatott ún. visszatérő iszap töménysége:  $X_3$ . A különböző iszapkoncentrációra a következő egyenlőtlenség jellemző:

$$X_3 > X_1 \geq X_2$$

A víznek és iszapnak a reakciótérbeni tartózkodására felírhatjuk:

$$\frac{V X_1}{q X_2} = B t = I_k = \frac{1}{v_x - k_e}, \text{ ahol } B = \frac{X_1}{X_2} \quad (i)$$

$B t = I_k = \text{iszapkor}$ , mely a fajlagos iszapszaporulati sebesség reciprokával egyenlő és az iszap tartózkodási ideje a rendszerben. Ennek elég nagyának kell lennie ahhoz, hogy a nagyobb generációs időt igénylő baktériumok ne „mósódjanak” ki a rendszerből.



## Nitrifikáció az eleveniszapos eljárásnál.

A szennyvíz aerob tisztítása során a szervesanyag biológiai oxidációjának egyik terméke az ammónia. Koncentrációja átlagos házi szennyvizekben 20—30 mg/l. Az ammónia a nitrifikáló baktériumok elsőrendű tápanyaga és oxigénfelhasználás mellett nitriten keresztül nitráttá oxidálják az ammóniát. A nitrifikálók képesek színbioziszban élni a szaprofita baktériumokkal, de hátrányban vannak velük szemben, mert jóval hosszabb a generációs idejük. Csak akkor szaporodnak el, ha az ammónia tápanyag mellett elegendő tartózkodási idő (iszap-kor 5—7 nap és 4 óránál nagyobb levegőztetési idő) áll rendelkezésre, másrészt megfelelő oxigénkoncentráció (1 mg/l) is biztosított a rendszerben. (9) A heterotróf organizmusok a nitrátnak nitrogénné és oxigénné történő *denitrifikációja* révén vízben oldott oxigén forrás lehet, ami elsősorban az utóülepítőben fordul elő. (10) A nitrát kibocsátás a foszforral együtt a befogadóban azért is káros, mert mintegy trágyázza a befogadót és így annak eutrofizációját okozza. Természetesen az ammónia nitrifikáció ugyan ide vezet, azzal a kedvezőtlenebb körülménnyel, hogy a nitrifikációhoz szükséges oxigén az eutrof vizek amúgyis kritikus oldott oxigénszintjéből biztosítható (11)

A nitrifikációs oxigénfogyasztást *Wuhrmann* szerint a következő képletből számíthatjuk:

$$OF'' = 3,4 T_h (SA_o - SA_e), \text{ ahol} \quad (j)$$

OF'' = nitrifikációs oxigénfogyasztás

SA<sub>o</sub> = a szennyvíz

SA<sub>e</sub> = tisztított víz ammónia koncentrációja

*Barnard* és *Eckenfelder* szerint: (12)

$$OF'' = 4,5 T_h (SAN_o - (SAN_e))$$

SAN<sub>o</sub> = a szennyvíz

SAN<sub>e</sub> = a tisztított víz ammónia koncentrációjának nitrogén hányada. A (k) egyenlet kb. 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-al magasabb eredményt ad. *Benedek* és *Németh* VITUKI-ban végzett nitrifikációs oxigénigény mérései a számított oxigénigénynél 50—60<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-al nagyobb értékeket is eredményeztek. (13)

### Oxigénfogyasztás és oxigénbevitel

A biológiai szennyvíztisztítás oxigénfogyasztását a széntartalmú tápanyag oxidációjára (OF'') és a nitrifikációra elfogyasztott oxigén összege adja kg/m<sup>3</sup> x nap dimenzióban. Az oxigénbevitel OC<sub>h</sub> (kg/m<sup>3</sup> x nap) számítása:

$$OC_n = \frac{1}{\alpha} \frac{c_s}{c_s - c_x} OF \quad (l)$$

= oxigénbeviteli tényező

c<sub>s</sub> = oldott oxigén telítettségi szint

c<sub>x</sub> = oldott oxigén üzemi szint

Az oxigénbevitel számítása a fajlagos energiabevitel (watt/m<sup>3</sup>) miatt lényegesen kihat a szennyvíztisztítás költségigényére.

## Tartózkodási idő

A biokémiai reakciók irányított végbemenetelének egyik fontos paramétere az idő. A tervező számára alapvető kérdés, mennyi ideig tartózkodják a szennyvíz a levegőztető medencében. Az érkező víz összetétele, szervesanyag tartalma laboratóriumban meghatározható. Az elérni kívánt hatásfokot, az elfolyó víz KOI-ját, BOI-ját, hatósági előírás szabja meg. A reakciónak csak az időbeni lezajlása, reakciósebessége a probléma.

$$v_s = \frac{(S_o - S_e)q}{VX_1} \quad (m)$$

$v_s$  = a tápanyaglebontás reakciósebessége

$S_o$  = nyers szennyvíz  $BOI_5$  mg/l-ben

$S_e$  = tisztított szennyvíz  $BOI_5$  mg/l-ben

$X_1$  = eleveniszap szervesanyag tartalma

$V$  = medencetérfogat

$q$  = vízhozam

A  $V/q$  behelyettesítésével

$$t = \frac{S_o - S_e}{X_1 v_s} \text{ nap-ban} \quad (n)$$

kapjuk meg a tartózkodási időt.

A városi szennyvíz átlagos minőségi jellemzőit a választott tisztítási rendszer függvényében, a tápanyaglebontást ( $v_s$ ) és más fontosabb tervezési paramétereket az alábbi 1. sz. és 2. sz. táblázatban találhatjuk.

1. táblázat. Városi szennyvíz átlagos minőségi jellemzői (6)

Jellemzők	Alsó és felső határérték a vizsgált szennyvízben	Középérték a szennyvíz-technológiai számítások alapja
KOI eredeti mg/l	300—600	450
$BOI_5$ eredeti mg/l	150—300	225
KOI ülepített mg/l	200—350	275
$BOI_5$ ülepített mg/l	100—200	150
Imhoff ml/l (60')	2,5—5,0	3,75
Összes lebegőanyag mg/l	150—600	275
Lebegő szerves anyag	100—400	250
Összes oldott anyag mg/l	600—1200	900
Oldott szerves anyag mg/l	250—600	425
Oldott ásványi anyag mg/l	200—600	400
Összes P mg/l	10—20	15
Ammónia N mg/l	25—35	30
pH	6,9—7,8	7,2

2. sz. táblázat. Fontosabb tervezési paraméterek a háztartási szennyvizek eleveniszapos tisztításához. (6)

Tervezési paraméterek	Teljes oxidációs rendszer	Teljes biológiai tisztításhoz javasolt optimumok
Eleveniszap koncentráció (szerves hálad) $X_1$ (g/l)	2—5	1,0—2,5
Reakciósebesség (tápanyaglebontási) $r$ (g/lg $\times$ nap)	0,05—0,15	0,3—0,5
Tartózkodási idő $t$ (nap)	1—3	0,2—0,4
Iszapkor, $I_k$ (nap)	20—100	4—5
Oxigénbeviteli sebesség $OC_n$ (g/l $\times$ nap)	0,20—0,70	1,7—1,9
Fajlagos energiaigény ( $W/m^3$ )	5—17,5	42,5—47,5
Iszapindex, $M_i$ (ml/g)	100—200	80—150
Utóülepítési idő (óra)	5—8	3,5—4,0
Recirkuláció arány (R)	1,0—3,0	0,5—1,2

#### Utóülepítő és iszaprecirkuláció.

Az eleveniszapos rendszerben a levegőztető és utóülepítő fizikai, kémiai és biológiai szempontból szerves egységet alkot. (6) Az utóülepítőnek kettős funkciója van. Egyrészt szét kell választania az oxidációs medencéből származó iszap-vizes fázist, másrészt a leülepedő iszapnak jó hatásfokú sűrítést kell biztosítani. Az eleveniszap három koncentrációs értékkel jellemezhető.  $X_1$  a levegőztető medencebeli elegykoncentráció,  $X_2$  az utóülepítőből elúszó iszap,  $X_3$  a recirkuláltatott iszap, amely az utóülepítő sűrítőjéből kerül ki. Az iszap biológiai és fizikai állapotát a mikroszkópos vizsgálat mellett leghatásosabban a Mohlmann-féle iszapindex ( $M_i$ ) jelzi:

$$M_i = \frac{V_{30}}{X} \text{ (ml/g), ahol} \quad (6)$$

$V_{30}$  = a 30 perces iszaptérfogat 1000 ml-es menzurában mérve

$X$  = a lebegőanyag száraz súlya

A megfelelően ülepedő iszapnál ez az érték 100 alatt van. Az iszap-pehely kialakulására elsősorban fizikai-kémiai tényezők hatnak (áramlási sebesség, tartózkodási idő, hőmérséklet, vízmélység, lebegőanyag terhelés, ásványi anyagok stb.) másodsorban olyan biológiai egyedek elszaporodása, amelyek nehezen ülepíthetők (fonalas baktériumok és gombák). Az üzemelés során — egy hidraulikailag jól tervezett és megépített rendszernél — úgy szabályozzák a recirkulációt, fölösiszap elvételt, hogy az elfolyó víz minél kevesebb lebegő anyagot vigyen magával, illetőleg minél hatásosabb legyen az ülepítés. Az OVHMI 196—73 irányelvek szerint az utóülepítőben legalább 3 órai tartózkodást kell biztosítani csúcsidőben is a szennyvíznek.

### Recirkulációs arány.

A recirkuláltatott iszap mennyiségével szabályozzuk a levegőztető térben levő iszap mennyiségét. Nagyságát a próbaüzemi mérések határozzák meg, számítására az alábbi képlet szolgál:

$$R = \frac{X_1}{X_3 = X_1}, \text{ ahol} \quad (P)$$

$$X_3 = \frac{1200}{M_i} \cdot a \text{ recirkuláltatott iszap szerves hányada (kg/m}^3\text{)} \quad (r)$$

szerveshányad = 0,66 kg/m<sub>3</sub>

X<sub>3</sub> = a recirkuláltatott iszap mennyisége

### Fertőtlenítés.

A házi szennyvíz általában tartalmaz kórokozó csírákat (baktériumokat, vírusokat, gombákat), bélférgeket stb. A tisztítás során ezek egy része elpusztul, jelentős részük az iszapba kerül, de a kimenő tisztított szennyvíz is tartalmazhat kórokozókat. Fertőző betegségek tömeges előfordulásakor a fertőtlenítés továbbterjedésének megakadályozására a szennyvizet feltétlenül fertőtleníteni kell. Erre a területileg illetékes közegészségügyi szervek adnak utasítást. Járványmentes időben is szükséges a szennyvíz fertőtlenítése ott, ahol a tisztított szennyvíz, vagy a szennyvízzel terhelt befogadó az öntisztulás távolságán belül üdülőkörzetet lát el, vízkivétel történik ivóvíznek, vagy ipari célokra. Karsztos geológiai adottságú területen is kötelező a tisztított szennyvíz fertőtlenítése.

A fertőtlenítés célja a szennyvízben levő kórokozók elpusztítása. A gyakorlatban leginkább a klórozás terjedt el, mint a viszonylag olcsó és hatásos fertőtlenítés. Kis berendezésekben általában nátriumhipoklórítal, nagyobb telepeken klórgázzal fertőtlenítenek. A berendezést úgy kell méretezni, hogy a műtárgyban való tartózkodás ideje elégséges legyen a kórokozó csírák elpusztításához. Imhoff szerint általában 2 mg/l szabad aktív klórtartalom kell a házi szennyvíz fertőtlenítéséhez legalább 15 perces behatási idővel. A távozó fertőtlenített víznek még legalább 0,5 mg/l aktív klórtartalommal kell rendelkeznie.

A fertőtlenítő műtárgyat megkerülő vezetékkel is el kell látni. Ha nincs fertőtlenítés, nem szükséges a műtárgyon keresztülvezetni a szennyvizet, mert lebegőanyag tartalma kiüledik és rontja az eltávozott víz minőségét.

### Iszapszikkasztó ágyak.

Az utóülepítő eljárol elvezetett fölősiszap, ami a recirkuláción felül termelődik, az iszapágyakra kerül. Az iszap teljes oxidációs rendszereknél 97—99<sup>0</sup>/<sub>0</sub> víztartalommal rendelkezik. Az iszap vízleadó képessége általában szoros összefüggésben van a szervesanyag tartalommal. A szerves kolloidok hidrátburokként kötik a vizet. (14) A kolloid, pehely szerkezetű iszap csak nagyon nehezen adja le a víztartalmát. Anaerob rothasztással ez a hidrátburok megsérül és jobb vízleadású iszapot kapunk, amelynek bakteriológiai adottságai is kedvezőbbek. Az anaerob úton rothasztott iszap fertőzőtsége nagyságrendileg kisebb.

A kiszáradt iszap, amely mintegy 35—45<sup>0</sup>/<sub>0</sub> szerves anyagot tartalmaz, mezőgazdaságilag hasznosítható, azonban fertőzőttnek tekintendő és nyersen, közvetlen emberi fogyasztásra kerülő növényeknél (saláta, retek, eper stb.) trágyázásra felhasználni tilos!

#### Hatásfok számítás.

Egy biológiai szennyvíztisztító berendezés hatásfokát három alapvető laboratóriumi vizsgálati adattal jellemezhetjük:

1. A kémiai oxigénigény ( $KOI_k$ ) csökkenésével
2. A biokémiai oxigénigény ( $BOI_5$ ) csökkenésével
3. Bakteriológiailag az összes csíraszám és coli szám csökkenésével.

Mindhárom hatásfok számítását a próbauzemi mérések befejezését jelentő 24 órás, óránként vett minták feldolgozásából nyert átlagokból képezzük.

$$\text{Hatásfok} = \frac{A - B}{A} \cdot 100$$

A = nyers szennyvíz szennyezettsége

B = tisztított szennyvíz szennyezettsége.

Az általunk vizsgált 5 berendezés  $KOI_k$  és  $BOI_5$  hatásfoka 85<sup>0</sup>/<sub>0</sub> körül volt, bakteriológiai hatásfoka 90<sup>0</sup>/<sub>0</sub> fölötti tisztítási értékeket mutatott. A berendezések alkalmasak voltak az érkező házi, fekáliás jellegű szennyvíz feldolgozására. A kibocsáttot szennyvíz értékei a rendeletekben foglaltaknak megfelelnek, a befogadó vízfolyásokat és a környezetet nem szennyezik.

#### Laboratóriumi vizsgálati módszerek.

A fizikai, kémiai vizsgálatokat az MSZ—260 előírásai, a KGST „Vizvizsgálati módszerek” ajánlásai és a 3/1974. (V. É. 2.) OVH irányelvei alapján végeztük. A bakteriológiai vizsgálatok az MSZ—260 előírásai szerint történtek. A mintákat hűtve szállítottuk és 24 órán belül elvégeztük a vizsgálatokat.

Az egyszerű érzékszervi vizsgálaton (szín, szag, zavarosság, habzóképeség, üledék makroszkópos vizsgálata) kívül a következő fizikai és kémiai alkotórészek meghatározását végeztük el:

Átlátszóság mm-ben  
Lebegőanyag Imhoff szerint ml/l  
Száranyag tartalom g/l  
pH  
Rothadóképeség (Spitta-Weldert)  
Szulfid (kvalitatív)  
Kémiai oxigénigény  $KOI_{n,s}$  (permangát-savas) mg/l  
Kémiai oxigénhiány  $KOI_k$  (bikromátos mg/l)  
Biokémiai oxigénigény  $BOI_5$  mg/l  
Ammónia, nitrit, nitrát, klorid mg/l  
Oldott oxigén mg/l  
Foszfát, olaj-zsír, ANA-detergens mg/l

A bakteriológiai vizsgálatoknál meghatároztuk a 20 °C-on és 37 °C-on tenyésztő összes csíraszámot, kóliszámot és clostridium számot. A szennyvíz-fertőtlenítés hatásfokának ellenőrzésére szabadklórtartalom, ill. klórmegkötőképesség vizsgálatokat végeztünk. A kémiai vizsgálatok zömét a 24 órás mintavételezés során a helyszínen végeztük, vagy tartósítva szállítottuk a mintákat a laboratóriumba.

Az eleveniszapos üzemvitelhez hozzátartoznak a helyszínen naponta elvégzendő alábbi laboratóriumi vizsgálatok is:

Rothadóképeségi próba (Spitta—Weldert)  
Oldott oxigén kimutatása (kvalitatív)  
Ülepedő lebegőanyag (Imhoff kehelyben) be- és kiömlő szennyvízből  
Iszap üleptetés (levegőztetett és recirkulációs iszappból)  
Iszap aktivitás (TTC) eleveniszappból

A vizsgálatok eredményeinek függvényében, a kezelési utasításban megadottak szerint szabályozzák a tisztító telep működését. A laboratóriumi eredményeket, a gépek üzemeltetési adatait naponta munkafüzetben kell rögzíteni.

Az előzőekben megbeszélte elméleti alapok, számítások, az optimális viszonyokat tételezik fel úgy a tervezés, mint a kivitelezés és üzemeltetés körülményeiben. Ezzel szemben többéves tapasztalataink azt bizonyítják, hogy csak néhány, a szennyvíztechnológiában is járatos tervező és kivitelező szakvállalat képes olyan tervek és kivitelezés elkészítésére, amely az üzemeltetőnek problémamentes és hosszú időre (20—50 év) jó hatásfokkal üzemelő berendezést tud biztosítani.

Az előzőekből ismert, hogy alapvetően a szennyvízhozam és a szennyvíz szennyezettsége határozza meg egy berendezés alkalmazhatóságát. A tervezőnek a jelenlegi állapoton kívül tekintettel kell lenni a távlati terhelés adataira, ami a hadsereg viszonylatában nem egy könnyen meghatározható tényező. Az alulterhelt, vagy a túlterhelt berendezés — bizonyos határok között — egyaránt alkalmatlan a megfelelő határfok biztosítására. A fentiekben kívül nagyon lényeges a szennyvíztelep kezelőinek kérdése. Az OVH előírja, hogy szennyvíztelep vezető, csak ilyen irányú képesítést kapott, vizsgázott szakember lehet. Ezek a berendezések folyamatos üzeműek, bonyolult gépi és villamos berendezések és nagy értéket képviselnek. Kezelésük szakértelmet kíván és balesetveszélyesek is. Az itt dolgozókat el kell látni a szükséges és előírt védőfelszerelésekkel, egészségileg alkalmasaknak kell lenni, az előírtak szerint Ty-Te védőoltásban kell őket részesíteni.

A hadseregben a szennyvíztisztító telepek kezelői kérdése nem kellően megoldott. Csak az OVH által szervezett szakmunkásképzés keretein belül kiképzett szennyvíztelep vezetők alkalmazása teremtené megnyugtató helyzetet.

A szennyvíztisztító telep üzemzavara, a műtárgyak tisztítása, vagy egyéb ok miatt a telepet megkerülő vezetékkel kell ellátni. A szennyvíztisztítási technológia kiiktatása esetén a megkerülő vezetéknek a klórozó műtárgyon kell keresztülmennie és a nyers szennyvíz csak klórozás után engedhető a befogadóba. Az egyes műtárgyak leüríthetőségéről, ill. megkerülő vezetékkel történő ellátásáról is gondoskodni kell. Ennek hiánya a gyakorlatban sajnos csak a műszaki átadás, vagy próbaüzemelés közben szokott kiderülni. A telepen állandó, 3 műszakos üzem van, így az ottani munkavégzést és tartózkodást figyelembevéve a vonatkozó rendelkezések megfelelő szociális és az üzemben tartáshoz szükséges helyiségeket kell megtervezni és megépíteni. A kezelőépületben a következő helyiségeket kell kialakítani a min. 250—500 m<sup>3</sup>/nap kapacitású telepeknél:

- iroda (diszpécser tábla)
- laboratórium
- WC kézmosóval
- fürdő (hideg-melegvízes zuhanyzóval)

- öltöző (fehér-fekete öltözőszekrényekkel)
- raktár szerszámoknak
- fertőtlenítőszer tároló

A telepen az egyes műtárgyakat betonúttal körüljárhatóvá kell tenni, hogy a karbantartási, javítási munkálatoknál szippantós gépkocsival megközelíthetők legyenek és a munkavédelmi utasításoknak megfeleljenek. A szennyvíztelep szabad területeit füvesíteni kell. A műtárgyakat lakóépülettől legalább 300 méterre, konyhától 500 méterre szabad telepíteni.

Az MN KÖJÁL-ba behozott kiviteli terveket a fenti irányelveknek megfelelően véleményezzük, mert az ismeretek birtokában nemcsak a közegészségügy vonatkozásaira, hanem a technológiai hibákra, hiányosságokra is reflektálunk. A műszaki átadás-átvétel alkalmával a legfontosabb higiénés követelményeket és üzemelést gátló okok megszüntetését pótlólag is megköveteljük.

A Csapat Hadtáp Szabályzatban IV. rész 79. pontban (15) leírtak szerint a szennyvízkezelő berendezés és elvezető hálózat üzemeltetése az elhelyezési szolgálat feladata. Az egészségügyi szolgálat felügyeletet gyakorol és rendszeres ellenőrzésekkel biztosítja ezen berendezések folyamatos és kellő hatásfokú működését.

## I R O D A L O M

1. *Knaak, I.*: Hygienische Untersuchungen an Oxidationsgräben und Oxydationsteichen. Wasserhygiene, Sonderheft der Wiss. Ztschr. der Martin-Luter Univ. Halle-Wittenberg; (1965) 88.
2. *Husmann W.*: Szennyvíztisztítás. Műszaki Könyvkiadó Bp. 1973.
3. Szennyvízkezelés. Kézirat. Bp. 1973. Magyar Hidrológiai Társaság Oktatási Bizottsága által rendezett továbbképző tanfolyam jegyzete.
4. Biológiai szennyvíztisztító rendszerek Bp. 1973. VIZDOK.
5. *Fodor F., Vedres I.*: Közegészségtan és járványtan alapjai. Bp. Med. 1972. 653.
6. *Benedek, P.*: Hidrológiai Közlöny. 1971. 51. 3. 106. és 4. 156.
7. *Monod, I.*: The growth of bacterial cultures. Ann. Rev. Mikrobiol. 371. 1949.
8. *Herbert, D.*: A theoretical analysis of continous culture systems. Soc. Chem. Ind. Monograph. 12. 1961.
9. *Downing, A. L. és mtsai.*: Nitrification in the aktivated sludge process. Jour. Proc. Inst. Sev. Purif. 2. 1964.
10. *Wuhramnn, K.*: Nitrogen removal in sevage treatment processes. Verh. Int. Ver. Limnol. 15. 1964.
11. *Felföldi, L.*: Felszíni vizeink eutrofizálódásáról. Vízügyi Közlemények. 3. sz. 1969.
12. *Barnard, I. C. és Eckenfelder, W. W.*: Treatment cost relationships for organic industrial wastes. S Int. Conf. IAWPR, San Francisco 1970.
13. *Benedek, P., Németh, Á.*: A szennyvíziszap kezelése magyarországi viszonyok között. VITUKI Tanulmányok és Kut. eredm. 22. sz. 1968.
14. *Csanády, M.*: Szennyvíziszap anaerob lebontásának vizsgálata. Egészségtudomány. 11, 378. 1967.
15. Csapat Hadtáp Szabályzat IV. rész. 1977.

## ЗНАЧЕНИЕ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНОЙ ВОДЫ С ТОЧКИ ЗРЕАИЯ ГИГИЕНЫ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ И ОЦЕНКА ОПЫТА ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ ВНА

Автором рассмотрена проблема домашней сточной воды с точки зрения гигиены внешней среды. Подробно изложены теоретические основы современной биологической очистки воды и практические аспекты, обеспечивающие оптимальные условия эксплуатации, отсутствие которых отрицательно влияет на срок работы очистительных сооружений или приводит к наложению штрафа из-за загрязнения среды. Сделанные выводы основываются на опыте работы созданных в ВНА очистителей, следовательно, они имеют практическое значение с точки зрения работ по конструкции, осуществлению и ремонту таких сооружений. Изложенные данные позволяют войсковым врачам осуществлять санитарный надзор инженерных сооружений со знанием дела.

*Antal Langer Apoth.-Obstl.:*

## DIE UMWELTSHYGIENISCHE BEDEUTUNG DER KLÄRANLAGEN UND DIE AUSWERTUNG DER ERFAHRUNGEN AN OBJEKTEN DER UNGARISCHEN VOLKSARMEE

Es wird die umweltshygienische Bedeutung der Haushaltsabwässer behandelt. Die Studie beschäftigt sich besonders mit den theoretischen Grundlagen der biologischen Klärsysteme, die auf den modernen Prinzipien der vollen Oxydation beruhen, und den praktischen Problemen, die die optimalen Bedingungen den Inbetriebhaltens sichern, bzw. deren Unterlassung die Lebensdauer der Funktion dieser Systeme schädlich beeinflusst und dadurch Umweltschmutzung, Verhängung von Abwässerstrafen nach sich zieht. Die Schlussfolgerungen beruhen auf den Erfahrungen beim Bau und bei Inbetriebnahme der Kläranlagen der Ungarischen Volksarmee und sind deshalb von praktischer Bedeutung in Hinsicht auf die Planungs-, Ausführungs- und Instandhaltungsarbeiten. Die Studie ermöglicht es, dass die Truppenärzte die sanitäre Überwachung der Objekte in Besitz der notwendigen Kenntnisse versehen können.