

VESIHALLITUKSEN MONISTESARJA

1980: 34

Matti Ettala, Helsingin vesipiiri

Riitta Lähde, Enso-Gutzeit Oy

ENSO-BIOX -MENETELMÄN SOVELTUVUUS
KAATOPAIKAN VALUMA- JA SUOTOVESIEN
KÄSITTELYYN

ESITUTKIMUS

~~AA~~
~~VESIHALLI~~
~~TUKSEN~~

V E S I H A L L I T U K S E N M O N I S T E S A R J A

1980: 34

Matti Ettala, Helsingin vesipiiri

Riitta Lähde, Enso-Gutzeit Oy

ENSO-BIOX -MENETELMÄN SOVELTUVUUS
KAATOPAIKAN VALUMA- JA SUOTOVESIEN
KÄSITTELYYN

ESITUTKIMUS

Helsingin vesipiirin vesitoimisto

Helsinki 1980

Tekijät ovat vastuussa julkaisun sisäl-
löstä eikä siihen voida vedota vesihalli-
tuksen virallisena kannanottona.

S I S Ä L L Y S

Sivu

1.	JOHDANTO	1
1.1.	Tutkimuksen tausta	1
1.2.	Tutkimuksen tavoite	2
1.3.	Tutkimuksen rajaus	2
1.4.	Tutkimuksen sisältö	3
2.	TUTKIMUSKOHDDE	3
3.	TUTKIMUKSEN JÄRJESTELY	3
4.	TUTKIMUSTULOKSET	4
4.1.	Suotimen toiminta tasaisella kuormituksella	4
4.2.	Kuormituskatkon vaikutus suotimen toimintaan	4
4.3.	Ilmastuskatkon vaikutus suotimen toimintaan	5
5.	JOHTOPÄÄTÖKSET	5
6.	EHDOTUS JATKOTUTKIMUKSEKSI	7
6.1.	ENSO-BIOX -menetelmän soveltuvuus kaatopaikan valuma- ja suotovesien käsittelyyn	7
6.1.1.	Tutkimuksen tavoite	7
6.1.2.	Tutkimuksen suoritustapa ja -aika	7
6.2.	Esitutkimus ENSO-BIOX -menetelmän soveltuvuudesta asumajätevesien käsittelyyn	8
7.	YHTEENVETO	9

LIITTEET

1. JOHDANTO

1.1. Tutkimuksen tausta

1.4.1979 voimaan tullut asetus vesien suojelua koskevista ennakkotoimenpiteistä annetun asetuksen (282/62) 3 §:n muuttamisesta teki uudet ja eräin edellytyksin myös vanhat kaatopaikat ennakkoilmoitusvelvollisiksi. Vesilain säännökset - mm. VL 1:19, 1:22 - koskevat tietysti kaikkia kaatopaikkoja. Viime vuosina vesiviranomaisten suorittamassa seurannassa kaatopaikkojen hoito ja vesijärjestelyt on todettu usein puutteellisiksi.

Kaatopaikoilta tulevien valuma- ja suotovesien laatu ja määrä vaihtelee merkittävästi mm. ojituserjestelyistä, jätteen laadusta, kaatopaikan hoidosta ja ajankohdasta riippuen. Yleensä vesissä on erittäin runsaasti bakteereja, orgaanista ainesta, rautaa ja miltei kokonaan ammoniummuodossa olevaa typpeä. Vesi on usein myös hapetonta. Kaatopaikoilta vedet purkautuvat yleensä pieniin ojiin, joissa niiden haitalliset vaikutukset korostuvat.

Ammoniumtypen haitallisuus vesistössä perustuu sen aiheuttamaan hapenkulutukseen, myrkyllisyyteen kaloille ja muillekin vesieliöille sekä sen esiintymisen aiheuttamiin riskeihin ja lisäkustannuksiin talousveden hankinnassa. Uusimmissa vesioikeuden päätöksissä eräiltä jokivesistöihin purkavilta asumajätevedenpuhdistamoilta on edellytetty hyvän ammoniumpoistotehon saavuttamista.

Kaatopaikan valuma- ja suotovesiä on yritetty käsitellä asumajätevesille tavanomaisilla käsittelymenetelmillä sekä biologisesti että kemiallisesti. Tutkimustulokset ovat olleet kuitenkin verrattain heikot. Vesien johtaminen kunnalliseen viemäriverkkoon ja käsittely asumajätevesien kanssa ei ole aina mahdollista eikä tarkoituksenmukaistakaan. Vesien käsittelyn edellytyksenä on yleensä niiden tasaus. Vesien purkautumisen estäminen kokonaan kaatopaikalta varastoimalla ne ja sadettamalla kaatopaikka-alueelle on harvoin mahdollista.

Enso-Biox-menetelmää on käytetty toistaiseksi teollisuuden pahanhajuisten jätevesien käsittelyyn. Menetelmä on poistanut myös orgaanista ainesta tehokkaasti ja kesällä 1980 on tehty pilot plant-kokeita meijerijätevesillä.

1.2. Tutkimuksen tavoitteet

Tämän esitutkimuksen tavoitteena on selvittää alustavasti ENSO-BIOX -menetelmän soveltuvuutta kaatopaikan valuma- ja suotovesien käsittelyyn. Lopullinen tavoite on kehittää toimintavarma, vähän hoitoa vaativa, tehokas ja edullinen menetelmä kaatopaikkojen vesiensuojeluongelmien ratkaisemiseksi.

Lisäksi tämän esitutkimuksen tavoitteena on ammoniumtyppipitoisia kaatopaikkavesiä käsittelemällä saada lisätietoa mahdollisuuksista soveltaa ENSO-BIOX -menetelmää asumajätevesien käsittelyyn.

1.3. Tutkimuksen rajaus

Tutkimus on suoritettu 29.5.-25.9.1980, eikä talviolosuhteiden vaikutusta puhdistustulokseen siten ole selvitetty.

Suotimen kuormitus on pyritty pitämään alkusyöttöä lukuunottamatta vakaana eikä suotimen mitoitusta ole pyritty selvittämään. Käsitellyn veden kierrätystä takaisin suotimelle ei ole tässä tutkimuksessa kokeiltu, ei myöskään sen selkeytystä. Kaatopaikoilla mahdollisten toimintakatkojen tai häiriötilanteiden vaikutuksista puhdistustulokseen on selvitetty vain noin neljän viikon pituisen kuormituskatkon ja viikon pituisen ilmastuskatkon vaikutuksia.

Laboratorion asettamien rajoitusten vuoksi kokonaisfosforin ja -typen poistuma on selvitetty vain kerran. Suotimelle sijoitetun ja läpitulleen veden happipitoisuutta ja bakteerimääriä ei myöskään mitattu.

Tutkimuksessa on pitäydytty ENSO-BIOX -menetelmän toimivuuden tarkastelussa. Menetelmää ei ole pyritty vertailemaan vaihtoehtoihin järjestelmiin.

1.4. Tutkimuksen sisältö

Tutkimuksessa on lyhyesti esitetty tutkimuskohteina olevien kaatopaikkojen valuma- ja suotovesien johtamis- ja ojitusjärjestelyt sekä veden laatuhavainnot. Lisäksi on esitetty tutkimuksen järjestely laitteistoinen.

Kohdassa 4 on esitetty ENSO-BIOX -menetelmällä saavutetut tulokset tasaisella kuormituksella sekä kuormitus- ja ilmastuskatkon vaikutus puhdistustulokseen. Tutkimuksesta tehdyt johtopäätökset ovat antaneet aiheen kohdassa 6 esitettyyn ehdotukseen jatko-tutkimukseksi.

2. TUTKIMUSKOHDE

Tutkimusta käynnistettäessä kohteeksi valittiin Helsingin kaupungin Vuosaaren kaatopaikka, koska sieltä oli vettä saatavilla myös kuivana kesäkautena. Vedenlaatutiedot ovat liitteenä 1. Veden laatu on kaatopaikkavedeksi tavanomaista. Kohteen edustavuutta heikentää keväällä 1980 alkaneet ympärysojan ruoppaus- ja täyttötyöt.

Koska Vuosaaren kaatopaikan tulevasta käytöstä ja ojitusjärjestelyistä ei ollut täsmällistä tietoa, tutkimuksessa käytettävä vesi otettiin elokuusta 1980 alkaen Espoon kaupungin Mankkaan kaatopaikalta. Kaatopaikan valuma- ja suotovedet kerätään keväällä 1980 valmistuneeseen tasausaltaaseen, joten liitteenä 2 olevat vedenlaatutiedot vv. 1972-79 eivät aivan vastaa nykyistä tilannetta.

3. TUTKIMUKSEN JÄRJESTELY

Vesinäytteet otettiin 125 l muovitynnyreihin ja lähetettiin Enso-Gutzeit Osakeyhtiön Tutkimuslaitokselle Imatralla laboratorio-kokeita varten. Koesuotimen tilavuus oli 25 l. Vesi pumpattiin tynnyreistä suotimen yläpintaan, ja ilma puhallettiin suotimeen alhaalta. Suotimeen menevien letkujen pienen halkaisijan vuoksi näytevesi siivilöitiin ennen suotimeen pumppaamista. Näytteet otettiin suotimeen menevästä ja suotimen läpitululleesta vedestä.

4. TUTKIMUSTULOKSET

4.1. Suotimen toiminta tasaisella kuormituksella

Suotimen kuormitus 29.5.-18.7. vaihteli 13,2-28,8 l/d ja ilmastus oli 240 l/d.

Sähkönjohtokyky aleni suotimessa keskimäärin 14 %. Läpitulleen veden pH oli hieman syötetyn veden pH:ta korkeampi (7,9 -> 8,2).

KMnO₄-kulutuksessa ei suotimessa tapahtunut merkittävää muutosta. Sen sijaan BHK₇-reduktio oli keskimäärin 40 % vaihteluvälin ollessa -20% - 80%. Väri-arvo aleni suotimessa keskimäärin 30%.

Kokeen alussa 29.5.-4.6. läpitulleen veden kiintoainepitoisuus oli korkeampi kuin syötetyssä vedessä (-66%). Vielä toisenkin erän aikana 6.6.-18.6. kiintoainereduktio oli vähäinen (11%). 27.6.-18.7. kiintoainereduktio oli 55%, joskin syötetyn veden kiintoainepitoisuus oli tuolloin aiempaa korkeampi.

Kaatopaikkavesissä haitallisuutensa vuoksi oleellisimpien rauta- ja ammoniumpitoisuuksien vähenemä on ollut suotimessa poikkeuksetta erittäin hyvä. Rautareduktio oli keskimäärin 95 % ja ammoniumreduktio 97 %.

Yhden analyysin perusteella fosforireduktioksi saatiin 58 % ja kokonaistyyppireduksioksi 36 %.

Taulukko saavutetuista tuloksista on liitteenä 3.

4.2. Kuormituskatkon vaikutus suotimen toimintaan

Suotimen kuormituksessa oli katko 18.7.-1.9. Ilmastus sen sijaan oli koko ajan käynnissä.

Kuormituksen alettua uudelleen 1.9.1980 suotimessa 2.9.-19.9. sähkönjohtokyky aleni 12 % ja pH nousi 7.6 -> 8.1, eikä kuormituskatolla voitu todeta olevan näihin vaikutusta.

KMnO_4 -reduktio oli kuormituksen alettua uudelleen aiempaa heikempi, mutta viikon kuluttua tilanne parani. BHK_7 :n osalta kuormituskatkolla ei havaittu olevan merkitystä, vaan reduktio oli keskimäärin 59 %. Lisäksi on huomattava kohtaan 4.1 verrattuna BHK_7 -reduktion tasaisuus 37-75 %.

Kiintoainepitoisuus oli kuormituksen alettua uudelleen läpitullessa vedessä noin kaksinkertainen syötetyn veden kiintoainepitoisuuteen verrattuna. Kahdessa päivässä tilanne kuitenkin tasaantui.

Raudanpoistoteho ei kuormituskatkosta juuri kärsinyt vaan keskimäärin se oli 94 %. Ammoniumreduktio oli keskimäärin 99 % ja heti kuormituksen uudelleen alettuakin 98 %.

Taulukko saavutetuista tuloksista on liitteenä 4.

4.3. Ilmastuskatkon vaikutus suotimen toimintaan

Suotimen ilmastus lopetettiin 17.9. ja aloitettiin jälleen 24.9.

Viikon ilmastuskatkolla oli selvä vaikutus sähkönjohtokykyyn, KMnO_4 -, BHK_7 -, rauta- ja ammoniumpoistoon. Kahdessa päivässä vaikutus sen sijaan oli vähäinen. Ilmastuksen alettua uudelleen suotimen toiminta palautui miltei ennalleen päivässä BHK_7 :ää lukuunottamatta.

Kiintoaineen poistumaan ilmastuskatkolla ei voitu todeta olevan huonontavaa vaikutusta. 17.9.-25.9. reduktio oli 91 %, joskin syötetyn veden kiintoainepitoisuus oli aiempaan verrattuna noin 10-kertainen.

Taulukko saavutetuista tuloksista on liitteenä 4.

5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimustuloksia käyttöön sovellettaessa on huomattava mm. tutkimuksen rajaus. Esimerkiksi tutkimuksessa käytettyjen vesien korkea lämpötila suo ammoniumpoistolle hyvät edelly-

tykset, eikä saatuja vastaava tulos alhaisemmilla lämpötiloilla ole todennäköinen.

Vesi toimitettiin kaatopaikoilta 125 l tynnyreissä, joiden kunkin tyhjeneminen kesti noin viikon. Tynnyreissä ei ollut sekoitusta. Tilanne kuvaa siten hyvin tasausallasvaihtoehtoa.

Suotimen toiminta lähti hyvin käyntiin. Kuormituksen alussa ilmenevä syötettyä runsaampi läpítuleva kiintoainemäärä aiheutuneesta suodatinaineksestä. Ongelma voitaneen poistaa veden kierrätyksellä.

Suotimen BHK₇-, rauta- ja ammoniumpoistoteho oli erittäin hyvä. Lisäksi kaatopaikoilla esimerkiksi kesäisin todennäköisellä kuormituskatkolla ei todettu olevan suurta vaikutusta puhdistustulokseen. Tämä tukee käsitystä suotimen toimivuudesta myös vaihtelevalla kuormituksella. Ilmastuskatkokokeilun mukaan puhdistustuloksen huononemisen estämiseksi on huolehdittava, ettei puhaltimen toiminnossa tapahdu kahta päivää pitempiä keskeytyksiä. Aikaisempien kokemusten mukaan ilmastuskatko ei saisi kestää yhtä päivää pidempään.

Tutkimustulosten mukaan ENSO-BIOX -menetelmä soveltuu hyvin kaatopaikan valuma- ja suotovesien käsittelyyn. Päätökset käytännön sovellutuksista edellyttävät kuitenkin jatkotutkimuksia erityisesti veden alhaisemmilla lämpötiloilla.

Tehokkaasta nitrifikaatiosta huolimatta pH oli käsitellyssä vedessä korkeampi kuin syötetyssä vedessä. Muissa nitrifikaatioon pyrkivissä käsittelymenetelmissä pH:n lasku on jopa ongelma, joten saatu tulos edellyttää lisäselvityksiä.

Kohdasta 4 ilmenee ENSO-BIOX -menetelmällä saavutetun hyvän tuloksen olosuhteissa, joissa mm. suotimelle syötetyn veden ammoniumpitoisuus on suuri ja fosfori- ja BHK₇-pitoisuus pieni. Siltä osin käsiteltyä asumajätevettä muistuttavat olosuhteet antavat aiheen kokeilla ENSO-BIOX -menetelmän soveltuvuutta myös asumajätevesien käsittelyyn.

6. EHDOTUS JATKOTUTKIMUKSEKSI

6.1. ENSO-BIOX -menetelmän soveltuvuus kaatopaikan valuma- ja suotovesien käsittelyyn

6.1.1. Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen tavoitteena on yksityiskohtaisesti selvittää ENSO-BIOX-menetelmän soveltuvuus kaatopaikan valuma- ja suotovesien käsittelyyn. Suodattimen osalta pyritään selvittämään erityisesti:

- mitoitus
- kiintoaineen aiheuttama suodattimen tukkeutuminen ja limoittuminen
- biologinen toiminta
 - bakteerimassa suodattimella
 - kuoriaineksen tilavuuden ja maatumisasteen muutos
- veden lämpötilan vaikutus puhdistustulokseen
- veden kierrätyksen vaikutus puhdistustulokseen
- toimintakatkon vaikutus puhdistustulokseen
- rakenneratkaisut
 - liittyminen tasausallasjärjestelmään
 - suodatetun veden selkeytys
- hoitotarve
- investointi- ja käyttökustannus

Lisäksi vertaillaan em. menetelmällä saatavia tuloksia, toimintavarmuutta ja kustannuksia vaihtoehtoisiin järjestelmiin.

Tutkimuksen tavoitteita voidaan tarkistaa, mikäli se katsotaan tarpeelliseksi.

6.1.2. Tutkimuksen suoritus tapa ja -aika

Pilot plant-kokeet suoritetaan Espoon kaupungin Mankkaan kaatopaikalla. Tutkimus ja pääosa siihen liittyvistä analyyseistä tehdään Helsingin vesipiirin vesitoimistossa. Luettelo

arkipäivinä kaatopaikalla ja kaksi kertaa viikossa vesitoimistossa tehtävistä määrityksistä on liitteenä 5.

Tutkimuksessa käytetään hyväksi Enso-Gutzeit Oy:ssä ENSO-BIOX-menetelmällä saatuja tuloksia ja tehdään kirjallisuustutkimusta.

Tutkimus suoritetaan 1.3.-30.8.1981 välisenä aikana. Tarvittaessa tutkimusaikaa jatketaan.

Tutkimuksen suorittaa tekn. yo. O. Valo. Työtä valvoo ja ohjaa DI J. Kreula ja maisteri L. Silakoski Enso-Gutzeit Oy:stä, DI T. Suomela vesihallituksesta ja DI M. Ettala Helsingin vesipiiristä.

6.1.3. Tutkimuksen kustannukset

Tutkimuksesta aiheutuvat kustannukset ehdotetaan jaettavaksi seuraavasti:

- Enso-Gutzeit Oy
 - palkat: 3 kk á 3 000 mk + sos.kulut
 - pilot plant-laitteisto
- Espoon kaupunki
 - pilot plant-laitteiston pohja-, sähkö- ja putkityöt sekä runko (4 kpl ø 80 cm betonirenkaita)
- Helsingin vesipiirin vesitoimisto
 - palkat: 3 kk á 3 000 mk + sos.kulut
 - toimitilat
 - analyysit 4 kpl/viikko
 - näytteenottimet

6.2. Esitutkimus ENSO-BIOX-menetelmän soveltuvuudesta asumajätevesien käsittelyyn

Esitutkimuksen tavoitteena on alustavasti selvittää ENSO-BIOX-menetelmän soveltuvuutta asumajätevesien käsittelyyn. Aluksi selvitetään kirjallisuustutkimuksiin mahdollisia soveltuvuus-

alueita. Nykyisten jätevedenpuhdistamoiden täydentämisestä nitrifioivalla suotimella tehdään erityisselvitys. Lisäksi tarkastellaan typenpoistoedellytyksiä aerobisen suotimen säättötoimenpitein tai aerobisen ja anaerobisen suotimen yhteiskäytöllä.

Kirjallisuustutkimuksen perusteella päätetään laboratorio-kokeiden käynnistämisestä.

7. YHTEENVETO

Keväällä 1980 käynnistettiin esitutkimus ENSO-BIOX-menetelmän soveltuvuudesta kaatopaikan valuma- ja suotovesien käsittelyyn. Helsingin kaupungin Vuosaaren kaatopaikan ja Espoon kaupungin Mankkaan kaatopaikan vesiä käsiteltiin laboratoriomittakaavassa ENSO-BIOX-suotimessa 29.5.-25.9.1980.

Menetelmällä saavutettiin erittäin hyvä puhdistustulos erityisesti ammoniumin (98 %), raudan (95 %) ja BHK_7 :n (47 %) osalta. Kuukauden kuormituskatkolla ei todettu olevan suurta vaikutusta puhdistustulokseen. Sensijaan viikon ilmastuskatko heikensi puhdistustehoa oleellisesti. Kahden päivän ilmastuskatkon vaikutukset olivat vähäiset.

Tutkimustulosten mukaan ENSO-BIOX-menetelmä soveltuu hyvin kaatopaikan valuma- ja suotovesien käsittelyyn, joskin päätökset käytännön sovellutuksista edellyttävät jatkotutkimuksia. Tutkimustulokset antoivat aiheen kokeilla ENSO-BIOX-menetelmän soveltuvuutta myös asumajätevesien käsittelyyn.

VUOSAAREN KAATOPAIKKA:

Purkuojan veden laatu vv. 1979-80

		1979				1980			
		Hev		Hev		Hev		Hev	
		13.11	10.12	12.3	15.4	12.5	14.5	26.5	2.6
t	°C	2,2		0,5	6,3		9,4		
O ₂	mg/l	3,3		0	0	4,6	2,4	9,2	7,4
sameus	FTU	26	27			27		20	
kiintoaine	mg/l	29	38			29		200	50
γ ₂₅	mS/m	220	540	540	262	310	410	90	370
pH		7,0	6,8	7,3	7,2	7,7	8,0	7,5	7,3
väri	Pt mg/l	320	200			400		320	
KMnO ₄ -kul.	mg/l	196	204	468	276	320	396	196	388
BHK ₇	mg O ₂ /l		21		3	17	62	6,0	32
kok.N	mg N/l	35	62	145	64	(69)	110		73
NO ₃ -N	"-	2,3	2,5			1,6		0,6	0,7
NH ₄ -N	"-	33	48	142	53	74	86	21	26
NO ₂ -N	"-	0,04	0,05			0,48		0,06	0,38
kok.P	mg/l	0,23	0,21	1,0	0,35	0,34	0,34	0,22	0,44
Cl	"-	290	1300			390		130	
Fe	"-	4,2	4,8		5,7	4,8		2,4	5,9
enterokokit	kpl/100 ml	720	180	0	22	700	540		
kolim. 35°C	"-		600						
kolim. 45°C	"-	50	500	0			2400		
Cu ²	μg/l		12						
Zn	"-		90		90				
Cd	"-		< 1		0,4				
kok.Cr	"-		11		18				
Hg	"-		< 0,1						
Pb	"-				10				
feonoli	"-			77	66		7		
öljyt	mg/l			< 0,1	< 0,1		0,6		

MANKKAAN KAATOPAIKKA : purkuojan veden laatu vv. 1972-79

	1972	1973		1974		1975		27.4	1976	22.11	9.3	18.4	1977			1978				1979		
	15.9	9.5	6.8	24.4	5.8	7.5	20.8		23.8				6.6	11.7	24.8	23.1	11.4	5.6	7.8	16.10	7.5	2.7
t °C	10,7	7,8	14,9	4,1			13,2	3,6	11,6	5,2	3,2	2,8	10,5	11,5		4,2	2,8	10,2	12,8	5,2	4,0	8,5
O ₂ mg/l		0,2	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0,7	5,4	7,0	5,7	0	0	5,8	0	0	0	4,7
sameus FTU	29	20	620	43		28	900	54		150	136	31	156	330	210	175	34	330	83	290	54	270
kiintoaine mg/l					400	46	2450	150	2200			55			165	70	80	130	90	120	34	170
γ ₂₅ mS/m	58	56	290	100	220	91	277	200	390	240	230	179	160	280	300	310	210	270	200	300	205	430
pH	6,8	6,5	7,1	6,3	7,0	6,7	6,7	6,6	6,6	6,7	6,7	6,5	7,0	7,1	7,6	6,6	6,5	7,4	6,7	6,8	6,1	6,9
väri Pt mg/l	950	650		700		750	1600															
KMnO ₄ -kul. mg/l	490	230	610	250	330	190	2270	260	2520	320	305	225	250	265	290	385	188	220	205	260	230	300
BHK ₇ mgO ₂ /l		85	240	140		110	95	80	150			134			90	42	45		14	18	> 75	
kok.N mgN/l			62	18		16	78	30	100		28	20		48	50	44	25	49	25	42	(29)	72
NO ₃ -N --	0,9	0,1	1,1	0,2		0,4	7,3	0,1				0,6			0,5	0,7	0,4		0,6		0,5	
NH ₄ -N --	3,6	11	46	12	40	10	38	5,3	26	33	25	13	24	39	48	38	20	44	16		36	64
NO ₂ -N --	0,06	0,006		0,003		0,01	0,01														0,10	
kok. P mg/l	0,53	2,5	1,2	0,45	0,97	0,13	3,7	0,5	14	0,06	0,42	0,32	0,27	0,02	0,36	0,06	0,33	0,27	0,02	0,43	0,60	0,65
Cl --	107	47	320	140	370	140	310	370	510			288			480	410	330		300	380	270	
Fe --	18	18		35	130	37	1500	50														43
enterokokit kpl/100ml	5200	2930		650	550	0	2300	1060	720	20	10	1300	200	3200	20	70	490	104			165	1700
kolim. 35°C --																				2900		18900
kolim. 45°C --	3500	2550		1500	270	10	10000	3900	760	675		22000			430		445		750		870	2000
Cu µg/l	0	20		32	30	10	90	50														20
Zn --	840	860		420	900	540	14000	1600														300
Cd --					0	0	20															
Cr --				50	20	10	50															
Ni --				50	50	30	120															
Pb --							300															130
Mg mg/l				23			80															34
Ca --				100			480															
Na --	63	43		90	300	84	206	210														176
K --	35			48	130	42	120	100														88

VUOSAAREN KAATOPAIKAN VESIEN KOEAJOT ENSO-BIOX MENETELMÄLLÄ

Pvm 1980	Ilmastus l/d	Syöttö l/d	Nestesuodin		σ ms/m		pH		KMnO ₄ mg/l			BHT7 mg O ₂ /l			Kiintoaine			Fe mg/l			NH ₄ ⁺ mg/l			Väri		
			t ₁ °C	t ₂ °C	N _s	N ₁	N _s	N ₁	N _s	N ₁	Poisto %	N _s	N ₁	Poisto %	N _s	N ₁ mg	N _s	N ₁	Poisto %	N _s	N ₁	Poisto %	N _s	N ₁	N _s	N ₁
29.5.	240	13.2	21	18	101	76	7.6	7.8				16	15	6	19	11									424	213
30.5.	"	"	19	18	101	78	7.8	8.1				10	12	-	7	13					17.4	0.6	97	411	244	
2.6.	"	"	21	18	102	84	7.7	8.1				24	9	61	15	35								376	266	
3.6.	"	16.6	21	19	101	85	7.7	8.2							3	7								385	266	
4.6.	"	"	22	19	103	86	7.9	8.2	147	141	4	32	6	80	5	6								394	254	
6.6.	"	21.8	23	20	358	269	7.7	8.3	349	277	21	47	10	79	52	10	6.7	0.2	97					670	379	
10.6.	"	25.0	24	22	355	321	7.9	8.3							14	9								627	436	
11.6.	"	"	23	23	366	325	8.0	8.2				40	19	52	13	10								657	453	
13.6.	"	28.8	24	22	358	309	7.7	8.1				25	23	11	14	6	4.4	0.2	96	100	9.8	90	622	426		
17.6.	"	"	25	25	354	314	7.7	8.0	324	324	0				9	15								602	443	
18.6.	"	"	25	24	351	309	7.9	8.0	311	317	0	25	20	20	9	15				95	2.7	97	597	403		
27.6.	"	20.9	26	23	468	396	7.8	7.9	405	423	0	42	21	50	31	21	7.8	0.1	99					840	507	
30.6.	"	"	25	23	463	400	8.0	8.0	374	362	3	34	18	46	27	14	7.3	0.1	98	121	1.7	99	822	506		
1.7.	"	24.5	27	24	462	412	8.0	8.1	411	379	8				26	14								677	538	
2.7.	"	"	27	24	470	404	7.8	8.2	392	380	3	37	18	51	28	10	5.5	0.1	98					847	610	
3.7.	"	"	27	24	463	412	7.9	8.6	398	367	8				32	12								622	513	
4.7.	"	"	26	23	469	411	7.9	8.3	398	367	8				31	10	7.8	0.1	99					677	538	
8.7.	"	19.9	23	20	468	404	8.2	8.3	392	367	6	20	14	32	25	13	5.4	0.6	90					740	566	
9.7.	"	19.9	26	22	485	422	8.0	8.2	411	398	3	43	24	45	41	12	3.2	0.5	85					627	544	
10.7.	"	"	25	23	488	425	8.0	8.2	443	380	14				54	13								615	510	
11.7.	"	"	26	22	476	420	8.0	8.2	405	386	5				40	11	3.2	0.1	96					640	572	
14.7.	"	"	24	22	479	427	8.4	8.2	398	380	5				12	9	4.1	0.3	96	133	3.8	97	800	616		
15.7.	"	"	24	22	509	470	8.1	8.1	424	373	12				15	11								1088	616	
16.7.	"	"	26	22	515	464	8.2	8.2	424	392	8				15	7	5.1	0.3	94	138	1.8	99	950	616		
17.7.	"	"	26	22	504	452	8.2	8.3	458	439	4				13	7				146	1.9	99	970	613		
18.7.	"	"	26	22	506	443	8.3	8.4	430	392	9	32	11	34	28	6	5.1	0.3	95					830	786	
21.7.	"	"	24	22	515	475	8.0	8.1	430	398	8				34	7										
22.7.	"	"	25	23	513	460	8.0	8.2												142	17.1	88				

Kok.P
N_s N₁ Poisto %
0.59 0.25 58

Kok.N
N_s N₁ Poisto %
176 112 38

N_s = kuorisuotimeen tuleva vesi, N₁ = kuorisuotimesta poistuva vesi

MANKKAAN KAAKTOPAIKAN VESIEN KOEAJOT

ENSO-BIOX MENETELMÄLLÄ

1980 Pvm.	Ilmastus l/d	Syöttö l/d	Nestesuodin		ℳ mS/m		pH		KMnO ₄ mg/l			BHT mg O ₂ /l			Kiintoaine mg/l			Fe mg/l			NH ₄ ⁺ mg N/l		
			t ₁ °C	t ₂ °C	N _s	N ₁	N _s	N ₁	N _s	N ₁	Poisto %	N _s	N ₁	Poisto %	N _s	N ₁	N _s	N ₁	Poisto %	N _s	N ₁	Poisto %	
2.9.	240	4.1	14	14	470	338	7.7	8.3	459	626	0	33	18	46	15	32	3.5	0.4	89	76	1.7	98	
3.9.	"	7.9	17	14	448	374	7.8	8.4	452	465	0	46	18	61	11	17	3.5	0.3	92	80	1.0	99	
4.9.	"	11.8	20	16	452	411	7.8	8.2	446	446	0	36	16	56	13	11	3.5	0.1	97	81	0.6	99	
5.9.	"	19.2	27	21	450	419	7.8	8.2	439	446	0	51	13	75	17	14	3.5	0.1	97	84	0.7	99	
8.9.	"	24.0	27	24	447	420	8.1	8.1	446	368	18	63	21	67	10	12	2.7	0.2	93	75	0.9	99	
10.9.	240	24.0	28	24	451	403	7.9	8.3	420	388	8	27	17	37	22	6	1.7	0.1	94	84	1.0	99	
12.9.	"	"	29	24	444	399	7.9	8.4	427	407	5	44	13	70	11	10	1.8	0.1	94	82	0.7	99	
17.9.	240	16.3	24	21	400	365	7.0	8.4	306	253	17	42	17	60	164	10	2.4	0.1	96	95	0.8	99	
19.9.	0	"	24	22	404	398	7.0	7.4	309	230	26	42	18	57	158	16	2.1	0.1	95	105	31	71	
24.9.	0	10.1	15	16	390	412	7.0	7.4	285	285	0	47	52	0	158	22	3.7	2.1	44	112	77	31	
25.9.	240	10.1	19	18	390	294	7.3	7.9	285	204	28	37	35	5	142	8	12.2	0.2	98	111	24	78	

N_s = kuorisuotimeen syötetty

N₁ = kuorisuotimen läpituullut

Pilot plant-koe Enso-Biox-menetelmän soveltuvuudesta kaato-
paikan valuma- ja suotovesien käsittelyyn

Määritykset (käsittelemättömästä ja käsitellystä vedestä)

- Käyttötarkkailu arkipäivisin
 - virtaama
 - ilmamäärä
 - lämpötila suodattimessa
 - suodatusvastus suodattimessa
 - laskeuma
 - lämpötila
 - pH
 - väri
 - happi

- Laboratoriomääritykset kaksi kertaa viikossa
 - lämpötila
 - pH
 - väri
 - happi
 - kiintoaine
 - sähkönjohtavuus
 - ScanH KHT
 - BHK₇
 - kok.N
 - NO₃-N
 - NO₂-N
 - NH₄-N
 - kok.P
 - Fe
 - enterokokit
 - liuk. P tarvittaessa
 - liuk. Fe "
 - x) fenoli "
 - x) raskasmetallit "
 - happi ja CO₂ suotimen läpi tulleesta ilmastusilmasta

- x) VH:n laboratoriossa

Määritysten lisäämistä tai supistamista on syytä harkita esim. kahden kuukauden kuluttua kokeen alkamisesta.

