

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUKSEN MONISTESARJA

Nro 82

IHMISEN TOIMINNAN VAIKUTUS POHJAVETEEN

IV TURKISTARHAT

Esko Mälkki

Mirjami Hedlund

Leena Korhonen

Pertti Martikainen

Jorma Mäkelä

V E S I - J A Y M P Ä R I S T Ö H A L L I T U K S E N
M O N I S T E S A R J A

Nro 82

IHMISEN TOIMINNAN VAIKUTUS POHJAVETEEN

IV TURKISTARHAT

Esko Mälkki
Mirjami Hedlund
Leena Korhonen
Pertti Martikainen
Jorma Mäkelä

Vesi- ja ympäristöhallitus
Helsinki 1988

Tekijät ovat vastuussa julkaisun sisällöstä eikä siihen voida vedota vesi- ja ympäristöhallituksen virallisena kannanottona.

Julkaisua saa vesi- ja ympäristöhallituksen teknisestä tutkimustoimistosta.

ISBN 951-47-0297-2
ISSN 0783-3288

Painopaikka: Vesi- ja ympäristöhallituksen monistamo,
Helsinki 1988

TIIVISTELMÄ

Mälkki, E., Hedlund, M., Korhonen, L., Martikainen, P. & Mäkelä, J. 1988. Ihmisen toiminnan vaikutus pohjaveteen. IV Turkistarhat. 78 s. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja 82. Helsinki. ISBN 951-47-0297-2, ISSN 0783-3288.

Vesihallinnossa aloitettiin vuonna 1983 tutkimus, jonka tavoitteena oli selvittää erilaisten ihmistoimintojen vaikutusta pohjaveteen. Yhtenä tutkimuskohteena olivat hiekka- ja sora muodostumilla sijaitsevat turkistarha-alueet (4 kpl), joiden pohjavesistä tehtiin fysikaalis-kemiallisia ja mikrobiologisia analyysejä likaantumista kuvaavien indikaattorien selvittämiseksi. Saatuja tuloksia tarkastellaan kirjallisuuden ja vertailuaineiston avulla. Tutkimustuloksia voidaan käyttää hyväksi turkistarhojen valvonnassa ja uusia alueita perustettaessa. Tutkimuksen päärahoittaja on ollut Maj ja Tor Nesslingin Säätiö.

Asiasanat: turkistarhat, pohjaveden fysikaalis-kemialliset ja mikrobiologiset määritykset, harjumuodostumat, Suomi.

ABSTRACT

Mälkki, E., Hedlund, M., Korhonen, L., Martikainen, P. & Mäkelä, J. 1988. The influence of human activity on groundwater. IV Fur Farms (text in Finnish with English and Swedish summary. 78 p. National Board of Waters and Environment. Mimeograph 82. Helsinki. ISBN 951-47-0297-2, ISSN 0783-3288.

In the National Board of Waters and Environment was started a research project in 1983 to investigate the influence of different human activity on groundwater. A part of the project covered areas of fur farms (4 pc) situated in eskerformations. Physical, chemical and microbiological analyses were made to explain indicators describing contamination of groundwater. The results of this study one can use in observation and control of fur farms and in founding new fur farms.

Keywords: fur farm, physical-chemical-microbiological analyses, groundwater, eskerformation, Finland.

ESIPUHE

Pohjaveteen kohdistuvat uhkatekijät

Pohjaveden koostumus määräytyy osin maanpinnalla esiintyvistä/tapahtuvista ilmiöistä. Jo luonnonolosuhteiden vaikutuksesta pohjaveteen suotautuu yhdisteitä, esimerkiksi klorideja, nitraatteja ja sulfaatteja, joita tietyissä konsentraatioissa myös pidetään pohjaveden likaantumisen indikaattoreina. Ihmisen toiminta aiheuttaa oman, luonnonolosuhteista poikkeavan kuormituksensa, joka voi tapahtua ilmakehän kautta tai suoraan maanpinnalla. Molempien osalta vaikutus pohjaveteen syntyy pääsääntöisesti maahan suotautuvien sadevesien välityksellä.

Kaikki kuormittavat tekijät eivät välttämättä muodosta uhkaa pohjaveden laadulle. Pohjaveden yläpuolella olevat maakerrokset pidättävät osan epäpuhtauksia tai muuttavat niitä haitattomampaan muotoon. Itse pohjavesivyöhykkeessä sama prosessi jatkuu. Sikäli kun kyse ei ole poikkeavan suuresta kuormituksesta tai suorastaan myrkyllisistä aineista, jotka pieninäkin pitoisuuksina olisivat terveydelle vaarallisia, luonnon puhdistusmekanismi pystyy tiettyyn rajaan saakka eliminoimaan haittavaikutuksia. Ei kuitenkaan tunneta, missä tämä raja kussakin tapauksessa on.

Jättäen ilmakehän kautta tulevan kuormituksen tarkastelun ulkopuolelle voidaan todeta, että ainakin lievästi pohjaveden laatua muuttavia toimintoja tapahtuu maassamme sadoissa tuhansissa erillisissä pohjavesialtaissa; lähinnä maa- ja metsätalouden vaikutuksesta. Tämän lisäksi esiintyy paikallista pistemäistä kuormitusta, jonka vaikutus pohjaveden laatuun on selviä haittoja aiheuttavaa.

Suuri osa muutoksista kohdistuu pohjaveteen, jonka hyödyntämistä ei voida ajatella. Osa muutoksista sitävastoin aiheuttaa vakavaa haittaa hyödyntämiskelpoisille pohjavesivaroille eri tyyppisissä geologisissa muodostumissa.

Kun kaikkea pohjavettä ei voida hyödyntää ja suojella, on ihmisen toiminnan vaikutusta tähän elementtiin tarkasteltava ennenkaikkea hyödyntämiskelpoisten pohjavesivarojen osalta. Tällöin ensisijaiseksi kohderyhmäksi muodostuvat harjujen tai vastaavien hiekkamuodostumien pohjavedet. Muilta osin ei ole erikseen nimettävissä geologisia muodostumaryhmiä vaan näistä riippumatta suojelu on kohdistettava kaikkiin sellaisiin, lähinnä pistemäisiin kohteisiin, joissa ihmisen elinympäristön puhtaus on turvattava puhtaan veden saamiseksi.

Pyrkimys voimakkaasti pohjavettä kuormittavien päästöjen vähentämiseen kaikkialla on luonnollisesti tärkeää.

Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksen kohteena ovat yhtäältä olleet hiekka-soramaa-alueilla (sisältävät vettäjohtavia muodostumia eli akvifereja) sijaitsevat voimakkaasti likaavat tai sellaisiksi arvioidut seuraavat ryhmät: kaatopaikat, turkistarhat, puunkyllästämöt, hautausmaat ja taimitarhat. Toisaalta tarkastellaan asutuksen ja maanviljelyksen aiheuttamaa hajakuormitusta kaivovesiin geologisista olosuhteista riippumatta. Tavoitteena on ollut luoda taustatietoa näiden varsin vähän tunnetuista likaantumisilmiöistä.

Tutkimuksen suorittaminen

Tutkimussuunnitelma laadittiin vuonna 1982. Varsinainen tutkimus on suoritettu vuosina 1983 - 1987. Sen esityönä suoritettiin merkittävimpien likaavien kohteiden luettelointi ns. tärkeillä pohjavesialueilla vuonna 1983 (Loikkanen, 1984). Tämän jälkeen tutkimusta jatkettiin em. kohderyhmittäin vuosina 1984 - 87. Jokaisesta em. kohderyhmästä laaditaan erillinen tutkimusraportti seuraavasti:

Ihmisen toiminnan vaikutus pohjaveteen:

- I Kaatopaikat
- II Taimitarhat
- III Hautausmaat
- IV Turkistarhat
- V Puunkyllästämöt
- VI Hajakuormituksen aiheuttama kaivovesien likaantuminen

Käsillä olevaan, turkistarhojen vaikutusta koskevaan selvitykseen ovat osallistuneet vesi- ja ympäristöhallitus, Kuopion vesi- ja ympäristöpiiri, Kuopion yliopiston työ- ja teollisuushygienian laitos, Kansanterveyslaitoksen ympäristöhygienian ja toksikologian osasto sekä Valtion eläinlääketieteen laitos, joiden laboratoriot ovat antaneet merkittävän työpanoksen.

Työn päärahoittaja on ollut Maj ja Tor Nesslingin Säätiö. Sen palkkaamina tutkijoina työhön ovat osallistuneet FK Kirsi Sihvonen ja LuK Riitta Häkkinen Kuopion yliopistolla.

Kenttätöistä on vastannut rkm. Jorma Eronen, Kuopion vesi- ja ympäristöpiiri. FK Tuulikki Suokko, vesi- ja ympäristöhallitus sekä toimistoapulainen Ulla Toiviainen, Kuopion vesi- ja ympäristöpiiri, ovat suorittaneet aineiston käsittelytehtäviä.

Samalla kun kiitän työn eri osapuolia, kohdistan erityiset kiitokset Maj ja Tor Nesslingin Säätiölle tutkimuksen saamasta merkittävästä taloudellisesta tuesta.

Kuopiossa 15.4.1988

Esko Mälkki

S I S Ä L L Y S

sivu

ESIPUHE

1	JOHDANTO	11
2	TURKISTARHOJEN AINEKUORMITUS	12
	2.1 Yleistä	12
	2.2 Turkiseläinten ominaiskuormitus	12
	2.3 Turkiseläinten ominaiskuormituksen asukasvastineluvut	13
	2.4 Turkiseläinten kokonaiskuormitus	13
3	MAAPERÄÄN KOHDISTUVA KUORMITUS	14
4	POHJAVEDEN LIKAANTUMINEN	15
	4.1 Yleistä	15
	4.2 Aikaisempia tutkimuksia	16
5	TURKISTARHOJEN AINEKUORMITUKSEN VÄHENTÄMINEN	18
6	TUTKIMUKSEN TAVOITE JA TOTEUTUS	19
7	TUTKIMUSALUEET JA NIILTÄ SAADUT HAVAINNOT	20
	7.1 Kaustinen, Tanhuanpää ja ympäristö Hydrogeologiset olosuhteet Kuormitus Vesinäytteiden tutkimustulokset	20
	7.2 Juuka, Turkis-Sampo Hydrogeologiset olosuhteet Kuormitus Vesinäytteiden tutkimustulokset	29
	7.3 Halsua, Kangasaho Hydrogeologiset olosuhteet Kuormitus Vesinäytteiden tutkimustulokset	31
	7.4 Veteli, Pitkäkangas Hydrogeologiset olosuhteet Kuormitus Vesinäytteiden tutkimustulokset	33
8	MIKROBIOLOGISET ERITYISSELVITYKSET	35
	8.1 Menetelmät	35
	8.2 Tulokset ja tulosten tarkastelu	36
	8.2.1 Bakteerien esiintyminen Kaustis- ten, Vetelin ja Juuan tarhoissa	36
	8.2.2 Virukset	40

	sivu	
9	VERTAILUALUE: MUSTION MINKIN TURKISTARHA	40
	9.1 Yleistä	40
	9.2 Hydrogeologiset olosuhteet	40
	9.3 Kuormitus	42
	9.4 Vesinäytteiden tutkimustulokset	42
10	TUTKIMUSTULOSTEN TARKASTELUA	43
	10.1 Pohjaveden likaantumisen indikaattorit	43
	10.1.1 Fysikaalis-kemialliset parametrit	43
	10.1.2 Mikrobit	46
	10.2 Likaavien aineiden määrään ja kulkeut-	
	miseen vaikuttavia tekijöitä	47
	10.3 Arvio kaukokulkeutumisesta	47
11	PÄÄTELMIÄ, SUOSITUKSIA	48
	11.1 Tarhojen sijoitus	48
	11.2 Pohjaveden tarkkailu	48
	11.3 Jatkotutkimustarpeet	49
	YHTEENVETO	51
	SAMMANDRAG	52
	SUMMARY	53
	KIRJALLISUUTTA	55
	LIITTEET	
	1. Analyysimenetelmät	
	2. Vesinäytteiden tutkimustulokset, Kaustinen I	
	3. -"- -"- , Kaustinen II	
	4. -"- -"- , Juuka	
	5. -"- -"- , Halsua	
	6. -"- -"- , Veteli	
	7. -"- -"- , Mustio	
	8. Havaintokaivojen ja putkien korkeudet	
	9. Virustutkimukset	

JOHDANTO

Turkistarhaus on viimeisten 10 - 15 vuoden aikana kehittynyt Suomessa merkittäväksi vientielinkeinoksi. Maamme onkin tällä hetkellä tärkeimpiä tarhaturkisten viejämaita. Turkistarhojen määrä kasvoi jatkuvasti aina vuoteen 1984 saakka, jolloin tarhoja oli jo noin 6 300. Vientivaikeuksien vuoksi tarhojen lukumäärä kääntyi tämän jälkeen laskuun. Vuoden 1987 lopulla tarhoja oli noin 5 400 (tieto: Suomen Turkiseläinten Kasvattajain Liitto). Tosin turkiseläinten määrä ei ole tästä huolimatta juurikaan vähentynyt.

Turkistarhat ovat keskittyneet pääasiassa Pohjanmaalle. Lähes puolet tarhoista sijaitsee kapealla rannikkokaistaleella Vaasan ja Kokkolan välisellä alueella. Vaasan läänissä tarhoista on noin 80 %. Tarhaustoiminta on viime vuosina levinnyt myös muualle Suomeen.

Nopeasti laajentuneesta tarhaustoiminnasta on eräänä seurauksena ollut vesiensuojelullisten ongelmien lisääntyminen. Turkistarhoilla voi olla useita tuhansia, jopa kymmeniätuhansia eläimiä, joiden ulosteiden kokonaismäärä voi kohota satoihin tonneihin vuodessa. Suuri osa ulosteista saattaa huuhtoutua sade- ja sulavesien mukana ojien kautta pintavesiin tai imeytyä maaperän läpi pohjavesiin. Varsinkin suuret tarhat voivat muodostaa melkoisen vaaran pinta- ja pohjavesille. Laaja-alaisia pohjaveden pilaantumistapauksia on sattunut ainakin Karjaalla, Kaustisilla ja Kokkolassa.

Tarhojen ainekuormituksen suuruudesta ja sen vaikutuksista pinta- ja pohjavesiin ei tutkimuksen puutteen vuoksi ole ollut kovinkaan tarkkoja tietoja käytettävissä. Toistaiseksi aihetta on Suomessa laajemmin käsitellyt vain Helin (1982). Hän on diplomityössään tutkinut tarhojen vesistöjä kuormittavien aineiden määrää, kuormitukseen vaikuttavia tekijöitä sekä kuivatusvesien laatua ja ainemääriä. Tutkimuksen kohteeksi Helin otti myös tarhojen vaikutukset pohjaveteen. Pintavesivaikutuksia Helin tutki yhdeksällä tarha-alueella ja pohjavesivaikutuksia neljällä tarhalla Pohjanmaalla. Helsingin vesi- ja ympäristöpiiri ja Suunnittelukeskus (1986) ovat selvittelleet Karjaalla sijaitsevan tarhan vaikutuksia pohjaveteen. Huntus ja Niemelä (1986) ovat tutkineet Kannuksen tarhan vesistökuormitusta. Tutkimus painottui tarhan ravinnehuuhtoumiin. Mäkelä (1986) on selvittänyt Kinnulassa sijaitsevan turkistarhan pohjavesivaikutuksia. Lisäksi on yksittäishavaintoja turkistarhojen vaikutuksista pinta- ja pohjavesiin. Rehun valmistuksesta aiheutuvaa kuormitusta on Saarinen (1975) käsitellyt diplomityössään. Kokkolan vesi- ja ympäristöpiiri (1988) on tarkemmin selvittänyt Kaustisten Tanhuanpään alueen ja ympäristön pohjaveden muutoksia, erityisesti nitraattipitoisuuksia.

2 TURKISTARHOJEN AINEKUORMITUS

2.1 YLEISTÄ

Turkistarhojen aiheuttama kuormitus on hajakuormitusta, jonka kuormituslähteet koostuvat pääasiassa eläinten ulosteista ja jossain määrin myös kuivikkeista ja maahan varisesta rehusta. Muutamilla suurilla tarhoilla on omat rehukeittiöt, joissa tapahtuvasta rehunvalmistuksesta voi myös aiheutua kuormitusta (Saarinen 1975). Yleensä rehun valmistus kuitenkin tapahtuu erillisissä rehusekoittamoissa.

2.2 TURKISELÄINTEN OMINAISKUORMITUS

Turkiseläinten ulosteissaan erittämistä ravinnemääristä ei ole kirjallisuudessa luotettavia tietoja. Minkin lannan ja virtsan koostumuksesta on Tanskassa tehty joitakin tutkimuksia (mm. Kjellerup & Lindhard 1974, Nielsen 1975; sit. Helin 1982). Minkin lanta ja virtsa sisältävät Nielsenin (1975) mukaan taulukossa 1 esitetyt ravinnemäärät. Mainittakoon, että suomalainen ja tanskalainen rehu ovat koostumukseltaan samanlaisia (Helin 1982:31).

Taulukko 1. Minkin lannan ja virtsan kasviravinnesisältö (Nielsen 1975, sit. Helin 1982:31).

	Lanta ilman virtsa (33 % kuiva-ainetta) g/t	Lannan kuiva-aine g/t	Virtsa g/t
Typpi (N)	14 200	43 000	28 400
Fosfori (P)	12 000	36 000	200
Kalium (K)	2 600	7 800	-
Magnesium (Mg)	1 160	3 480	104
Kalsium (Ca)	22 000	66 000	20
Mangaani (Mn)	87	260	-
Kupari (Cu)	23 100	70 300	-
Boori (B)	100	300	-

Minkin lannan ravinnepitoisuus on seitsenkertainen lehmän, nelinkertainen sian ja kaksinkertainen kanan vastaaviin pitoisuuksiin verrattuna (Kjellerup & Lindhard 1974). On kuitenkin huomattava, että kyseessä on arvio lannan ravinnesisällöstä eikä suinkaan turkiseläinten aiheuttamasta suoranaisesta kuormituksesta vesiin. Suurin osa (96 %) minkin rehun kuiva-aineesta poistuu lannan ja virtsan mukana. Ulosteen fosforimäärien sisältyminen pääasiassa lantaan on vesiensuojelun kannalta edullista.

Ketun rehun kiintoaineesta 92 % erittyy virtsaan ja lantaan. Koska luotettavia tutkimustuloksia ei ole ollut saatavilla, on Helin arvioinut ketun ulosteen olevan koostumukseltaan samanlaista kuin minkillä. Tosin ketulla erittyy ulosteena tuotettua nahkaa kohti 1,8 kertainen määrä rehun kiintoainetta tuotettuun minkinnahkaan verrattuna (Helin 1982:34).

Supilla rehunkulutus on hieman suurempi kuin ketulla ja sen nahkaa kohti laskettu ominaiskuormitus on noin viidenneksen suurempi kuin ketulla. Hillerillä rehunkulutus ja ominaiskuormitus ovat hieman pienempiä kuin minkillä (Helin 1982:35). Supien ja hillereiden kokonaistuotantomäärät ovat kuitenkin vain murto-osa minkkien ja kettujen tuotantomäärästä, eikä niillä ole juurikaan merkitystä ainekuormituksen kannalta kuin korkeintaan paikallisesti.

2.3 TURKISELÄINTEN OMINAISKUORMITUKSEN ASUKASVASTINELUVUT

Turkiseläinten kuormituksen vesille aiheuttaman vaaran suuruutta voidaan vertailla ns. asukasvastineluvulla (AVL). Asukasvastineluku saadaan vertaamalla kuormituksen ravinnepitoisuutta ja tämän aiheuttamaa biologista hapenkulutusta (BHK₇) yhden ihmisen puhdistamattoman jäteveden vastaaviin arvoihin. Taulukossa 2 esitetyistä turkiseläinten vuoden keskimääräisistä asukasvastineluvuista voidaan arvioida, että tuotettua 6,3 minkinnahkaa tai 3,7 ketunnahkaa kohden kertyy sama fosforimäärä kuin keskimäärin yhden ihmisen vuoden jätevesimäärästä. Koko vuoden keskimääräinen asukasvastineluku ei kuitenkaan kerro koko totuutta asiasta, sillä tarhaustoiminnan aiheuttama ominaiskuormitus ajoittuu pääasiassa vuoden toiselle puoliskolle (kesä-marraskuu) (Helin 1982).

Taulukko 2. Eri turkiseläinten tuotettua nahkaa kohti lasketut vuoden keskimääräiset asukasvastineluvut (Helin 1982:37).

	typpi (N)	fosfori(P)
minkki	0,20	0,16
kettu	0,34	0,27
supi	0,40	0,32
hilleri	0,17	0,14

2.4 TURKISELÄINTEN KOKONAISKUORMITUS

Vuonna 1979 maamme turkistarhoilla ulosteet sisälsivät yhteensä noin 1 000 tonnia fosforia ja 5 000 tonnia typpeä (taulukko 3). Turkiseläinten potentiaalinen asukasvastineluku typen ja fosforin suhteen oli noin miljoona asukasta.

Taulukko 3. Turkiseläinten ulosteiden sisältämät fosfori- ja typpimäärät vuonna 1979 (Helin 1982:40).

eläin	nahkamäärä		ravinnemäärät t/a	
	kpl		P	N
minkki	3 600 000		619,2	3 178,8
kettu	1 250 000		376,3	1 873,8
supi	20 000		7,1	35,4
hilleri	25 000		3,8	18,8
Yhteensä	4 895 000		1 006,4	5 106,8

Turkiseläinten osuus kotieläinten aiheuttamasta potentiaalisesta kuormituksesta oli varsinkin Vaasan läänissä suhteellisen suuri. Sen osuus kokonaiskuormituksesta oli noin viidesosa, mutta se oli kuitenkin huomattavasti pienempi kuin nautaeläinten osuus (taulukko 4). Todettakoon kuitenkin, että esim. 100 sian sikala vastaa fosforituotannoltaan keskikokoista turkistarhaa, jossa tuotetaan 2 100 minkinnahkaa tai 1 200 ketunnahkaa (Helin 1982).

Taulukko 4. Eri kotieläinten osuus karjatalouden aiheuttamasta potentiaalisesta kuormituksesta (Helin 1982:41).

	Koko maa (1000 kpl)			Vaasan lääni (1000 kpl)		
	lukumäärä	AVL	%	lukumäärä	AVL	%
nautaeläimet	1 650,3	8 416,5	58,9	316,6	1 614,7	45,1
hevokset	21,7	180,1	1,3	3,5	99,1	0,8
lampaat	66,6	33,3	0,2	13,5	6,8	0,2
siat	1 340,6	4 424,0	31,0	331,4	1 093,2	30,5
siipikarja	6 376,2	318,8	2,2	1 231,7	61,6	1,7
turkiseläimet	4 895,0	919,2	6,4	4 200,0	775,0	21,7
Yhteensä	14 300,4	14 291,9	100,0	6 096,7	3 580,9	100,0

3

MAAPERÄÄN KOHDISTUVA KUORMITUS

Maaperään kohdistuvan kuormituksen määrään vaikuttavat lähinnä kuormituslähteen suuruus (eläinmäärät ja -lajit, tarhan hoito mm. lannan poistotiheys ja kuivikkeiden käyttö), valunnan suuruus ja tarha-alueen maalaji. Lisäksi tarha-alueiden peruskuivatuksella, viettosuhteilla ja varjotalojen rakenteilla on vaikutusta kuormitukseen.

Turkistarhojen maaperään kohdistuvasta kuormituksesta saadaan verrattain hyvä kuva tarkastelemalla tarha-alueiden kuivatusvesien ainepitoisuuksia. Kuivatusojiin joutuneiden jätevesien fosfori- ja typpipitoisuudet olivat Helinin (1982) tutkimilla tarhoilla erittäin suuria. Keskimääräinen fosforipitoisuus (25mg/l) oli 2 - 3 kertainen, ja typpipitoisuus (230 mg/l) 5 - 7 kertainen verrattuna puhdistamattoman viemäröidyn jäteveden vastaaviin pitoisuuksiin. Typpiyhdisteet olivat pääasiassa (90 - 100 %) ammoniumioni-muodossa (NH_4) ja fosforiyhdisteet (80 - 90 %) fosfaattimuodossa (PO_4) (Helin 1982:86). Pohjanmaan keskimääräisiin hajakuormituspitoisuuksiin verrattuna tarhojen jätevesien ravinnepitoisuudet olivat fosforin osalta noin 300-kertaiset ja typen osalta 200-kertaiset (vrt. Särkkä 1971, Kaijalainen 1972). Kuivatusojista saatujen pitoisuuksien hajonta oli kuitenkin suuri. Huntuksen ja Niemelän (1986) tutkimalla Kannuksen koetarhalla ravinnepitoisuudet olivat kuivatusvesissä 1-2 kertaa pienempiä kuin Helinin tutkimilla tarhoilla.

Eri maalajialueilla sijaitsevien tarhojen kuivatusvesien ravinnepitoisuudet poikkesivat Helinin tutkimuksessa toisistaan melkoisesti. Suurimmat typpipitoisuudet (50 % keskimääräistä suuremmat) olivat hyvin vettä läpäisevien sora maiden kuivatusvesissä. Suurimmat fosforipitoisuudet (+65 %) olivat puolestaan multamailla sijaitsevien tarhojen jätevesissä. Helinin mukaan harjualueilla sijaitsevista tarhoista saattaa maahan imeytyä hehtaarilta jopa 2 000-4 000 kg tyyppiä vuodessa.

Helinin tutkimuskohteiden kuivatusvesien keskimääräiset orgaanisen aineen pitoisuudet olivat puhdistamattomaan yhdyskuntien jäteveteen verrattuna biologisen hapenkulutuksen (BHK_7) osalta noin puolet (44 mgO_2 /l) ja kemiallisen hapenkulutuksen (KHT) osalta noin kaksinkertaiset (200 mgO_2 /l). Orgaanisen aineen keskimääräisiin hajakuormitusarvoihin verrattuna tarhojen kuivatusvesien pitoisuudet olivat vastaavasti noin 10- ja 20-kertaiset (vrt. Kauppi 1975). Suurimmat KHT-pitoisuudet olivat multamaiden kuivatusvesissä (+40 %). Sen sijaan hienojakoisilla hiekkamailla pitoisuudet olivat vain kolmasosa keskimääräisestä. Biologisen hapenkulutuksen arvoissa oli selvä tulva-ajan (huh-tikuu) huippu.

4 POHJAVEDEN LIKAANTUMINEN

4.1 YLEISTÄ

Vain osa tarha-alueilla maaperään joutuvista jätteineistä pääsee pohjaveteen asti. Tähän vaikuttavat maaperän erilaiset puhdistusmekanismit. Pohjavedenpinnan yläpuolella olevan maakerroksen puhdistuskyky riippuu lähinnä maalajista, maakerroksen paksuudesta sekä lika-aineiden määrästä ja laadusta. Voimakkain puhdistuminen tapahtuu aivan maanpinnassa olevassa humuskerroksessa pieneliöstön ansiosta

sekä mekaanisen suodattumisen vaikutuksesta. Syvemmillä varsinainen puhdistuminen tapahtuu sekä fysikaalis-kemiallisten ilmiöiden että mikrobitoiminnan vaikutuksesta.

Puhdistuminen on tehokkainta hienorakeisissa maalajeissa. Kuitenkin maaperä, jonka puhdistuskyky on kerran ylitetty, ei ole ainoastaan tehoton suodatin, vaan se saattaa jopa huonontaa läpi virtaavan veden laatua. Pohjavedenpinnan alapuolella veden kyllästävässä maassa puhdistuminen voi olla huomattavasti hitaampaa ja vähäisempää kuin pohjavedenpinnan yläpuolella. Syynä tähän ovat lähinnä hapen vähyys ja alhainen lämpötila.

4.2 AIKAISEMPIA TUTKIMUKSIA

Helin (1982) tutki tarhojen vaikutuksia pohjaveteen neljällä keskikokoisella tarhalla Pohjanmaalla. Tarhoista kolme sijaitsee hyvin vettä läpäisevällä hiekkamaalla ja yksi heikosti vettä läpäisevällä silttimaalla. Yksi tarhoista sijaitsee Kaustisen kunnan pohjavedenottamon kaukosuojavyöhykkeen rajalla 600 metrin päässä ottamosta. Pohjavedenpinta on tarha-alueilla keskimäärin 2 - 3 metrin syvyydellä maanpinnasta. Tarhat on rakennettu useita vuosia ennen tutkimusta.

Helinin havaintojen mukaan pohjavesi oli hiekkamaalle rakennetuilla tarhoilla koko tutkimusjakson (yksi vuosi) täysin pilaantuneessa tilassa. Typpiyhdisteiden pitoisuudet olivat erittäin suuria (NH_4 ja NO_3 200 - 300 mg/l, NO_2 10 - 20 mg/l). Orgaanisen aineen määrä oli myös suuri (KHT 100 - 200 mg O_2 /l). Lisäksi pohjavedessä tavattiin suolistoeräisiä bakteereita (102 kpl enterokokkeja/100 ml). Myös silttimaalla sijaitsevan tarhan lähistöllä (30 - 70m) pohjavesi oli täysin pilaantunutta (NH_4 240 - 13 mg/l, NO_3 84 - 18 mg/l, NO_2 1,3 - 0,1 mg/l).

Helinin tutkimuksen mukaan pohjavesi oli typpiyhdisteiden pilaamaa vielä satojen metrien päässä tarha-alueilta. Esimerkiksi erään tarhan jätevesien vaikutuksesta pohjaveden NH_4 -pitoisuus oli 290 metrin päässä tarhalta 10 mg/l ja NO_3 -pitoisuus 120 mg/l. Vielä 440 metrin päässäkin NH_4 -pitoisuus oli 2,1 mg/l.

Typpiyhdisteiden määrät vaihtelivat vuodenajan mukaan. Pienimmillään pitoisuudet olivat talvella, jolloin jäässä oleva maaperä esti likaavien aineiden imeytymisen maaperään. Tällöin myös tarhojen ominaiskuormitus oli pienimmillään. Keväällä roudan sulamisen jälkeen vettä likaavien aineiden pitoisuudet olivat suurimmillaan. Syynä oli Helinin mukaan se, että ulosteet sekoittuivat tehokkaasti imeytyviin sulavesiin. Syksyllä pitoisuudet olivat lähes samaa suuruusluokkaa kuin keväällä.

Helinin (1982:123) mukaan maaperän typpiyhdisteitä pidättävä vaikutus on suhteellisen huono. Esimerkiksi ammoniumtyypen pitoisuus pohjavedessä oli tarha-alueilla likimäärin yhtä suuri kuin maanpinnassa valuvassa vedessä (suojamaakerroksen paksuus 2 - 3 metriä). Helinin mukaan maaperä kyllästyy tarha-alueilla helposti typpiyhdisteistä, eikä pohjaveden likaantumisaste varsinkaan vanhoilla tarha-alueilla juurikaan riipu pohjavettä peittävän maakerroksen paksuudesta.

Helinin arvion mukaan keskikokoisen turkistarhan vaikutus ulottuu hyvin vettä johtavalla hiekkamaalla 500 metrin ja huonosti vettä johtavalla silttimaalla ilmeisesti 150 metrin päähän pohjaveden virtaussuunnassa. Suurten tarhojen kohdalla etäisyydet ovat ilmeisesti ainakin 1,5-kertaisia. Etäisyydenkasvaessa tapahtuvaan jätevesivaikutusten väheneemiseen Helin esitti syyksi likaantuneen veden laimenemisen ja pohjaveden puhdistumisen virtausmatkan aikana. Helinin mukaan turkistarhojen likaavista aineista ammoniumtyppi häviää pohjavedestä maaperässä tapahtuvan puhdistumisen johdosta viimeisenä. Helinin mukaan toukokuun NH_4 -pitoisuuksien perusteella voidaan arvioida, kuinka kauaksi vedenottamoista voidaan turkistarhat haitatta perustaa.

Helsingin vesi- ja ympäristöpiiri ja Suunnittelukeskus Oy (1986) ovat selvittelleet Karjaan kaupungin ja Lohjan kunnan rajalla sijaitsevan keskikokoisen tarhan pohjavesivaikutuksia. Jo ilmeisesti 1930-luvulla perustettu tarha on rakennettu hyvin vettä läpäisevälle harjualueelle (I Salpausselkä). Tarhan lounaispuolella noin kahden kilometrin päässä sijaitsee pohjavedenottamo, tarhan koillispuolelle noin kilometrin päähän on suunnitteilla pohjavedenottamo. Pohjavesi on tarha-alueella noin 10 metrin syvyydellä maanpinnasta. Tarha sijaitsee pohjavedenjakajalla, pohjavesi virtaa tarhalta kahteen pääsuuntaan. Tarhaa on hoidettu verraten huonosti, esim. lantavarasto on ollut paljaalla maapohjalla.

Suunnittelukeskus Oy totesi raportissaan tarhan jossain määrin heikentäneen lähiympäristön pohjaveden laatua (kohonneet typpiyhdistepitoisuudet NO_3 17,8 mg/l, NO_2 0,33 mg/l; korkeat fosforimäärät 0,038 mg/l). Näytepisteiden ainepitoisuuksia saattoi raportin mukaan kuitenkin alentaa putkien huuhtelu vesijohtovedellä.

Helsingin vesi- ja ympäristöpiirin ottamien näytteiden mukaan tarhalla ja sen lähistöllä (50 - 70 m) pohjavesi oli selvästi pilaantunut tarhan jätevesien vaikutuksesta (NO_3 62 - 199 mg/l, NH_4 0,05 - 1,1 mg/l, NO_2 0,02 - 0,79 mg/l). Vielä 350 - 500 metrin etäisyydelläkin (mm. lähde) tarhan vaikutukset olivat erittäin selviä (NO_3 128 - 306 mg/l). Jätevedet nostivat ilmeisesti myös pohjaveden johtokykyä, kloridi-, sulfaatti- ja fosfaattipitoisuuksia sekä alkali-teettia ja kokonaiskovuutta. pH oli likaantuneella alueella korkeahko (6,8 - 8,4).

Bakteriologinen saastuminen ei tullut ainakaan selvästi näkyviin. Permanganaattiluku jäi verrattain alhaiseksi, vaikka se yleisesti olikin pohjaveden normaaliarvoja suurempi.

Mäkelän (1986) tutkimasta keskikokoisesta tarhasta osa sijaitsee vettä läpäisevällä harjualueella. Pohjavedenpinta on tarha-alueella 5 - 8 metrin syvyydellä maanpinnasta. Pohjavesi virtaa tarha-alueelta 600 metrin päässä olevan pohjavedenottamon suuntaan. Tarha oli tutkimushetkeen mennessä ollut alueella runsaat kolme vuotta. Tutkimuksessa ei pohjaveden laadussa todettu edes lieviä jätevesivaikutuksia. Tosin lähin pohjavesinäyte saatiin pohjaveden syvyyden ja maaperän laadun vuoksi vasta 250 metrin päästä tarhalta. Pohjaveden puhtaana säilymisen syyksi esitettiin lähinnä tarhan nuorta ikää ja pohjavettä suojaavaa paksuhkoa maakerrosta, joka oli lisäksi pintaosissaan hienojakoista (silttiä). Myös suhteellisen pieni kuormitus (eläinmäärä) vaikutti ilmeisesti pohjaveden puhtaana säilymiseen.

Kokkolan vesi- ja ympäristöpiirin Kaustisen alueen tutkimuksessa (1987 - 88) havaittiin niinkin korkea ammoniummäärä kuin 138 mg/l tarha-alueen läheisyydessä olevalla havaintopaikalla. Nitraattimäärä ko. pisteessä oli 471 mg/l. Typpiyhdisteiden pitoisuudet ovat kohonneet, vanhasta tarhaustoiminnasta huolimatta, merkittävästi vasta viime vuosina kaukovaikutusalueilla (>0,5 km), mikä osoittaa vaikutusilmiöt hitaiksi mutta vääjäämättömiksi kyseisen kaltaisissa harjuolosuhteissa (vrt. kohta 7).

5

TURKISTARHOJEN AINEKUORMITUKSEN VÄHENTÄMINEN

Turkistarhauksen vesiensuojeluongelmiin on viime vuosina kiinnitetty entistä enemmän huomiota. Vesihallitus antoi vuonna 1979 vesipiireille valvontaohjeen, jossa käsitellään turkistarhojen vesiensuojelunäkökohtia (Vesihallitus 1979). Lääkintöhallitus antoi samana vuonna terveyslautakunnille turkistarhojen sijoittamista ja hygieenisiä järjestelyjä koskevat ohjeet (Lääkintöhallitus 1979). Vuonna 1982 vesihallitus asetti sisäisen työryhmän selvittämään turkistarhauksen vesiensuojeluongelmia (Vesihallitus 1983). Lisäksi esityksiä ja ratkaisuja tarhojen ainekuormituksen vähentämiseksi on tuotu esiin mm. erilaisten tutkimusten ja esitelmien yhteydessä (esim. Mäkelä 1981, Mäkelä & al. 1981, Helin 1982, Toivio 1982, Vesihallitus 1984, Huntus & Niemelä 1986, Kleimola 1987).

Turkistarhauksen ainekuormituksen vähentämiseksi on esitetty mm. seuraavia, osin vaihtoehtoisia toimenpiteitä:

- uusien tarhojen sijoituspaikkaan tulee kiinnittää erityistä huomiota. Tarhoja ei tule perustaa alueelle, jossa tarha voi vaarantaa käytössä olevan tai mahdollisesti käyttöön otettavan pohjaveden laatua. Tarhaa ei tule

perustaa vesistöjen tai valtaojien läheisyyteen. Tarvittaessa on tehtävä asianmukaiset selvitykset sijoituspaikan soveltuvuudesta tarhaukseen

- tarhaa ei tule perustaa tulvavaara-alueelle tai alueelle, jonka peruskuivatusta ei voida hyvin järjestää
- tarhan ulkopuolisten vesien pääsy tarha-alueelle on estettävä piiriojituksin
- tarha-alue tulee tasoittaa varjotalojen pituussuuntaan viettäväksi vesien lammikoitumisen estämiseksi
- varjotalojen katot on rakennettava riittävän pitkiksi, jottei sadevesi pääse huuhtomaan häkkien alla olevia jätteitä
- tarhan alusmaa tulee peittää puolen metrin hiekkakeroksella huuhtoutumien estämiseksi tai ainakin varjotalot on nostettava jonkin verran ympäröivää aluetta korkeammalle ja häkkien alle on rakennettava hiekkakorokkeet jätevesien imeytystä varten. Hiekkakorokkeiden päälle tulisi panna kuivikkeita (esim. turve).
- varjotalojen väleihin on rakennettava salaojat jätevesien poisjohtamiseksi
- lumi tulisi poistaa varjotalojen väleistä (ei kuitenkaan puolta metriä lähempää taloja)
- tarhan hoidossa on pyrittävä huolellisuuteen (ulosteiden poisto, runsas kuivikkeiden käyttö, häkkien alla olevan hiekan vaihto)
- tarhalle olisi rakennettava riittävän suuri, tiivispohjainen välivarasto jätteitä varten
- tarvittaessa tulisi häkkien alle rakentaa vesitiiviit alustat
- tarvittaessa tarha-alueen jätevedet tulisi käsitellä (kastelu, biologinen tai kemiallinen puhdistus)
- kaikkien tarhalla syntyvien jätteiden hyötykäyttöön tulisi pyrkiä.

6

TUTKIMUKSEN TAVOITE JA TOTEUTUS

Turkistarhojen pohjaveden likaantumisen indikaattoreina on erityisesti pidetty korkeina konsentraatioina esiintyviä typpiyhdisteitä, joiden ohella indikaatioita antavat monet muut tavanmukaisesti tutkittavat parametrit (lähinnä kemiallinen hapenkulutus ja sähkönjohtavuus). On kuitenkin selvitetty varsin vähän, mitkä kaikki laatuparametrit

pitäisi olla tarkastelun kohteena likaantumisvaikutuksia arvioitaessa.

Koska pohjavesivyöhykkeessä tapahtuvan laimenemisen vuoksi likaantumisen seurauksena kohonneet ainepitoisuudet ennenpitkää sulautuvat veden luonnolliseen laatutaustaan, on likaantumisvaikutusten tulkinnessa yritettävä löytää aineiden tai aineryhmien luonnonmukaisesta vähänkin poikkeavia tunnusmerkkejä. Tätä vaikeuttaa se, että pohjaveden laatu vaihtelee pienelläkin alueella. Lisäksi monien maaperää kuormittavien aineiden tausta-arvoja pohjavedessä tunnetaan varsin vähän. Tällaisista mainittakoon kokonaisytyppi, kokonaisfosfori ja fosfaatti, sulfaatti, maa-alkalimetallit sekä raskasmetallit. Mikrobiologisten tutkimusten määrä ja laatu on ollut niinikään varsin vähäistä.

Tutkimuksessa onkin pyritty selventämään kuvaa likaantumisen indikaattoreista sekä näistä saatuja havaintoja tulkiten selvittämään ainekulkeumia ja niitä sääteleviä tekijöitä eri maaperäolosuhteissa.

Tutkimuskohteina oli kuuden turkistarhan tai tarharyhmän alueet, joihin perustettiin jo olemassa olevien tutkimuspiisteiden lisäksi havaintopaikkoja.

Vesinäytteitä otettiin vuosina 1984 - 87. Tehtyjen fysikaalis-kemiallisten määritysten menetelmät ja suorittajat on esitetty liitteessä 1. Mikrobiologisia määrittämiä on kuvattu erikseen luvussa 8.

Alueiden sijainti ilmenee yleiskartasta, kuva 1.

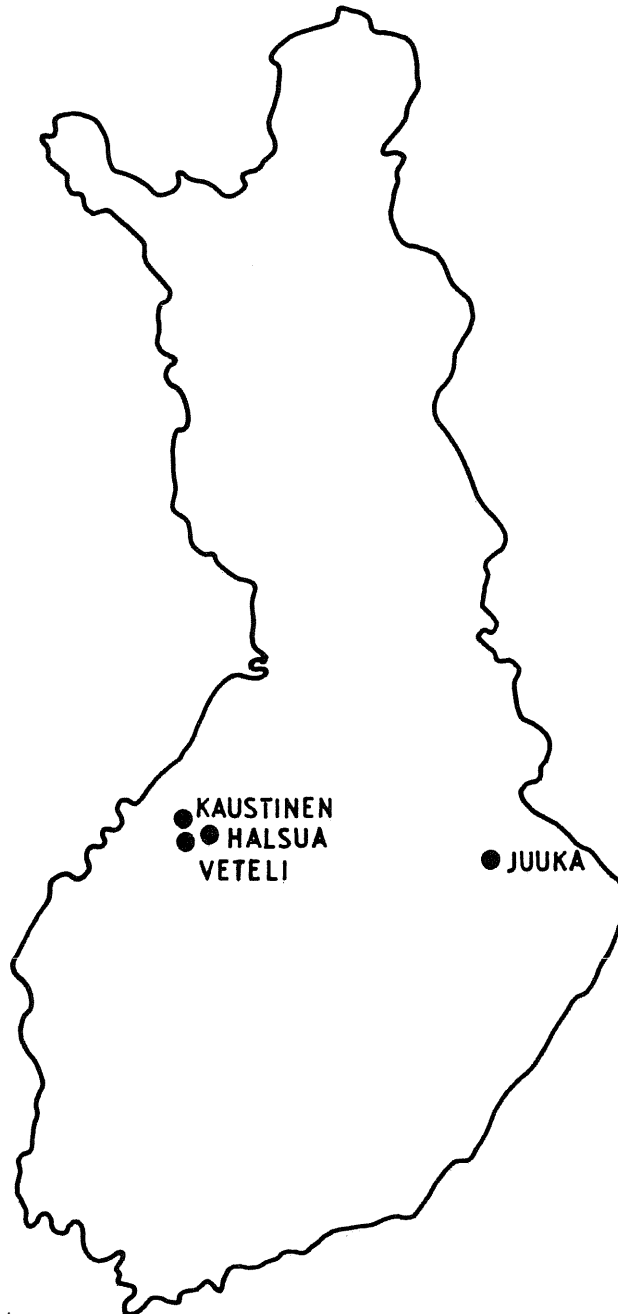
7 TUTKIMUSALUEET JA NIILTÄ SAADUT HAVAINNOT

7.1 KAUSTINEN, TANHUANPÄÄ JA YMPÄRISTÖ

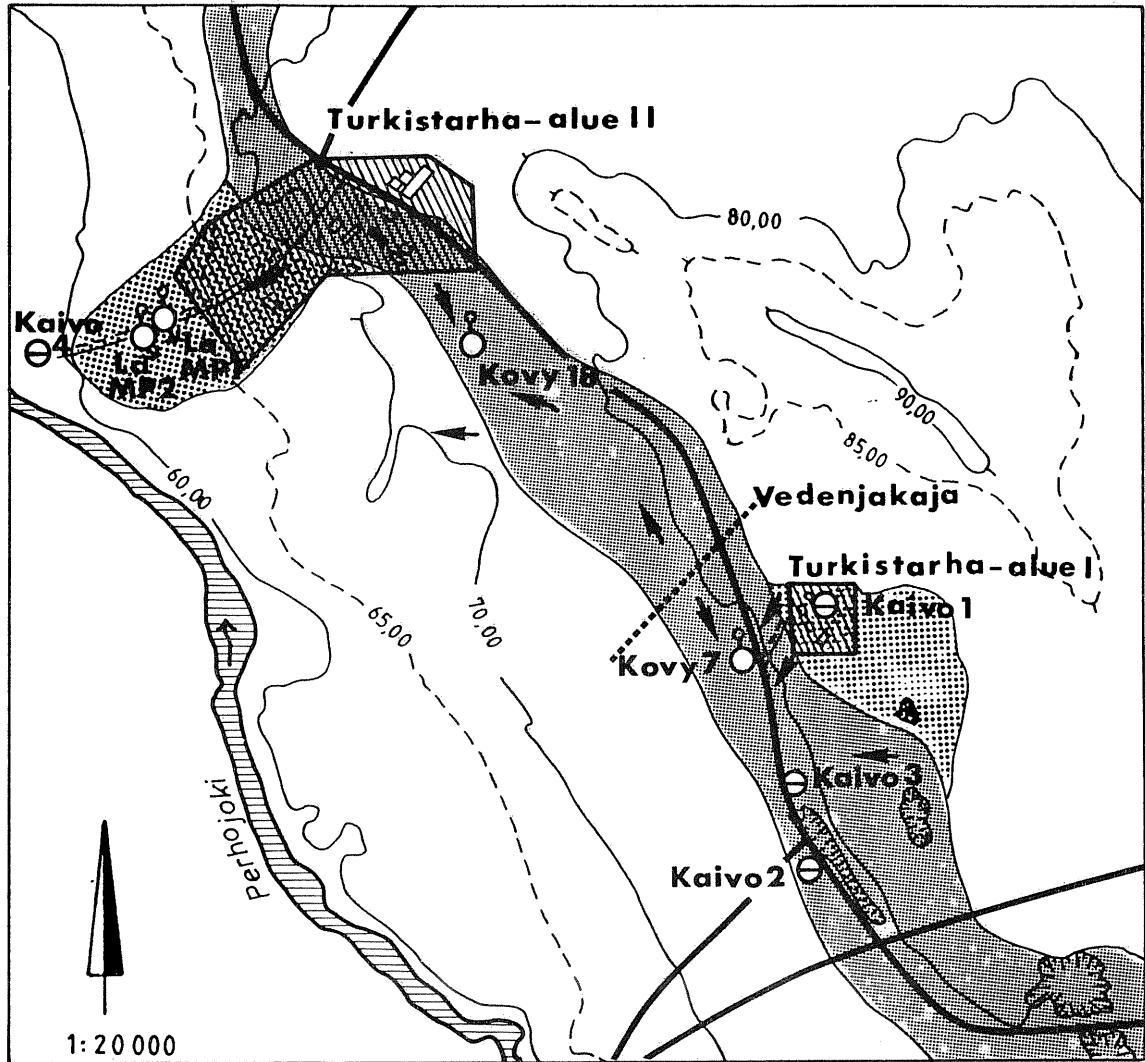
Hydrogeologiset olosuhteet








Kaustisten päätutkimusalueena on kaakko-luode-suuntainen pitkittäisharjumuodostuma (kuva 2), joka liittyy sivuhaarana Vetelistä Kokkolan suuntaan jatkuvaan suurempaan harjujaksoon, joka on pääosaltaan korkeahkolla, loivasti lounaaseen, Perhojokeakohtiviättävällä kalliomoreenialustalla. Harjun ydinalue käsittää Kokkolan vesi- ja ympäristöpiirin selvityksen (1988) mukaan suurelta osin vaikeasti läpäistäviä kivisiä kerrostumia. Koko vyöhykkeessä esiintyy kuitenkin vettä hyvin tai tyydyttävästi johtavia sora- hiekkakerrostumia.

Yli 10 metrin kerrospaksuuksista on vain harvoja havaintoja. Harjuytimen ulkopuolella on ohuita, osin huonosti lajittuneiden hiekka-sorakerrosten muodostamia leventymiä. Osittain harjuydintä reunustavat soistuneet hietamoreeni-pohjaiset kerrostumat.



Kuva 1. Tutkimusalueiden sijainti.



-  **Harjualueen keskeinen osa**
-  **Hiekkapohjaisia lievealueita**
-  **Kovy 7 Havaintoputki**
-  **Lä Havaintoputki, lähde**
-  **Kaivo**
-  **Vedenjakaja**
-  **Pohjaveden virtaussuunta**

Kuva 2. Kaustisen turkistarha-alueet ja havaintopisteet.

Pohjaveden virtauskuva on olosuhteista johtuen vaihteleva. Vedenjakajan alueella pohjavesi virtaa harjuytimessä aluksi 300 - 400 m matkalla ohuena kerroksena kaakkoon kohti Tanhuanpään vedenottamon yhtenäisempää, n. 1 km pituista pohjavesiallasta, jonka maaperän vedenjohtavuus on hydraulisten gradienttiarvojen (1 - 2 o/oo) perusteella hyvä. Edellä mainitun raportin mukaan harjuydin kerää vettä myös ympäristön maakerroksista.

Vedenjakajan luoteispuolella virtausta tapahtuu paikallisesti harjuytimen suunnassa, lähellä jakajaa kohti luodetta; n. 1 km päässä olevan turkistarhan tienoolla todennäköisesti pitkin ydintä myös kaakkoon sekä lounaaseen pitkin hiekkamaaperän laajentumaa. Täällä olevan sorakuopan pohjalla (MP 1, MP 2 alue) vesi tulee näkyviin kahdessa kohdassa, eri tasoilla ja eri vanoina virraten. Turkistarhan ja vedenjakajan välinen harjunosa purkauttaa vettä Iivanannevan kautta osittain suoraan kohti jokilaaksoa.

Tanhuanpään edellä mainittua pohjavesiallasta lukuunottamatta maaperän vedenjohtavuutta ei voida tarkemmin arvioida, koska hydraulisesti yhtenäisistä vastaavista altaista ei ole havaintoja.

Kuormitus

Turkistarha-alue I

Alueella on ollut tarhausta yli 20 vuotta. 1400 siitosminkin ohella on 300 siitoskettua. Lisäksi alueella on tuotettu minkinnahkoja, vuoden 1981 tietojen mukaan n. 4 000 kpl. Tarha-alueen laajuus on 2 - 3 ha, jolta vedet ilmeisesti lähes kokonaisuudessaan valuvat harjun ydinosaan. Etäisyys maanpinnalta pohjavedenpintaan on suurimmillaankin vain muutaman metrin luokkaa.

Turkistarha-alue II

Alueella on suoritettu tarhausta yli 20 vuotta useissa eri tarhoissa. Tarha-alueiden "tehollinen" laajuus on jo yli 10 ha. Eläinmääristä ei ole tarkkaa tietoa. Lisäksi alueella on toiminnassa rehusekoittamoja. Tarha-alue on viime vuosina laajentunut kohti lounasta. Pohjaveden syvyysuhteet ovat edelläolevan kaltaiset.

Em. alueilla kuormitusta voidaan arvioida vain summittain pinta-alojen perusteella (vrt. kohta 3), koska maaperään joutuneista jätteistä on mahdotonta saada tarkempaa tietoa.

Vesinäytteiden tutkimustulokset

Fysikaalis-kemialliset määritykset (tavanmukaiset) Turkistarha-alue I

Määrityksiä on suoritettu kolmesta kohteesta: kaivo 1 on turkistarhan omalla alueella, kaivo 3 (Omaneula) on tarha-alueesta n. 400 m etelään sekä Kaustisten vedenottamon kaivosta 2 (edellisestä n. 200 m etelään). Tulokset on esitetty liitteessä 2.

Pohjaveden likaantumista kuvaavat indikaatiot ovat löydettävissä jo aikaisempien tutkimusten nojalla selvimpinä kaivos-
sa 1, josta etelään siirryttäessä vaikutuksen pitäisi asteittain pienentyä.

Kaivon 1 veden muuttunutta laatua osoittavat yksiselitteisesti

- korkea sähkönjohtavuus	(72 - 102 mS/m)
- " kemiallinen hapenkulutus	(3 - 8 mgO ₂ /l)
- " ammoniumpitoisuus	(11,3 - 59,8 mg/l)
- " nitriitti"	(0,03 - 0,34 ")
- " nitraatti "	(64,9 - 239,2 ")
- " kokonaistyyppi"	(66,0 - 96,0 ")
- " kloridi "	(22,0 - 40,3 ")
- " sulfaatti "	(81,5 - 153 ")
- " hiilidioksidi"	(67,3 - 150 ")
- " kalsium "	(36,1 - 69,3 ")

Aikaisemmissa tutkimuksissa koskien kaatopaikkoja (Mälkki ym. 1987) sekä hautausmaita (Mälkki ym. 1988) oletetaan orgaanisen aineen kuormituksen heijastuneen myös matalina pH-arvoina, kuten tässä havaintopisteessä on laita (pH 4,4 - 6,1). Samoja päätelmiä voidaan tehdä vapaan hiilidioksidin suhteen; edelleen mainittu kuormitus näyttää vaikuttavan myös veden asiditeettiin (1,0 - 2,8 mmol/l) luonnollisten tausta-arvojen ollessa kuitenkin huonosti tunnettuja. Suuri orgaaninen kuormitus aiheuttaa pelkistävät olosuhteet, mikä johtaa mangaanin liukenemiseen (vaihtelu 0,7 - 1,8 mg/l).

Luonnollisen pohjaveden laatutaustasta saa suuntaa antavaa tietoa taulukosta 5 (Vaasan lääni). Tämän mukaan esim. Ca-pitoisuuden keskiarvo on 7,9, magnesiumin 4,1, nitraatin <1,0, kloridin 10 sekä sulfaatin 10,4 mg/l.

Kaivossa 3 havaitaan

- matala pH	(4,6 - 5,6)
- korkeahko sähkönjohtavuus	(22,9 - 25,5 mS/m)
- korkea ammoniumpitoisuus	(0,40 - 1,81 mg/l)
- " nitraatti"	(18 - 79,2 mg/l)
- " kokonaistyyppipitoisuus	(16 - 36 mg/l)
- korkeahko hiilidioksidi"	(30,3 - 57,3 mg/l)
- " kalsium "	(14,0 - 22,0 mg/l)

Taulukko 5

POHJAVEDEN FYSIKAALIS-KEMIAALLISTEN MÄÄRITYSTEN MINIMI-, MEDIAANI- JA MAKSIMIARVOT LÄÄNEITTÄIN
(633 POHJAVESIESIINTYMÄÄ, JOIDEN ANTOISUUS ON VÄHINTÄÄN 10 m³/vrk, Natukka 1962)

Määrittys	Uudenmaan lääniHämeen lääni			Turun ja Porin Kymen lääni			Mikkelin lääni Pohjois-Karjalan lääni											
	min	med	max	min	med	max	min	med	max									
Väri mg Pt/l	0	5,5	200	0	<5	380	<5	13	300	0	<5	40	<5	8	60	<5	5	450
pH-luku	5,7	6,5	7,9	4,9	6,5	7,8	5,7	6,95	8,8	5,4	6,45	7,5	5,4	6,25	7,4	5,4	6,15	6,7
Alkaliniteetti ml 0,1-n HCl/l	2,0	7	51,1	1,0	7	31	1,8	14	106	1,0	4,2	39	1,0	3,9	32	0	4,8	10
Sähköjohtokyky (18°C) 10 ⁻⁶ .Ohm ⁻¹ .cm ⁻¹	33	146	478	27	128	397	35	222	903	29	99	484	27	86	495	26	93	213
Kaliumpermanganaatin kulutus KMnO ₄ mg/l	2,0	5,0	55	3,0	5,3	53,7	2,0	8,2	79	1,0	4,7	58	3,0	6,2	32	3,0	7,3	45
Rautaa Fe mg/l	0	0,47	140	0	0,18	31,5	0	0,93	14,5	0	0,09	52	0	0,70	15	0	1,0	33
Mangaania Mn mg/l	0	<0,05	2,2	0	0	0,9	0	0,11	2,1	0	0	0,6	0	0,05	0,5	0	0,06	1,8
Kalsiumia Ca mg/l	0,4	15	52,8	2,1	13	35,7	2,1	19	77,1	2,9	10	55	2,9	9,5	89,2	2,0	9	36
Magnesiumia Mg mg/l	0,4	5,4	24,7	0,8	4,6	32,4	0,9	10	40,3	0,9	2,9	18	0,9	2,7	14	0,6	3,3	13
Ammoniumia NH ₄ mg/l	0	0	26	0	0	0,7	0	0,14	2,5	0	0	0,4	0	0,06	0,4	0	<0,01	1,8
Nitriittiä NO ₂ mg/l	0	0	1,6	0	0	0,08	0	0	0,4	0	0	0,06	0	0	0,03	0	0	0,04
Nitraattia NO ₃ mg/l	0	1,3	94	0	1,5	52	0	1,0	81	0	3,6	150	0	1,0	63	0	1,1	28
Kloridia Cl mg/l	3,0	13	79	2,8	10	224	1,0	20	209,8	3,5	10	54	3,0	7,7	94	2,5	7,3	34
Sulfaattia SO ₄ mg/l	0	15,6	105	0	12,7	126	0	15	80	0	6,0	40	0	6,0	117	0	10,5	144
Bikarbonaattia HCO ₃ mg/l	12	45	314	12	45	189	12	85	647	3	28	238	12	26	195	0	28	79
Vapaa hiilidioksidi CO ₂ mg/l	2,0	25	101,5	2,2	21	97	0	23	114	2,0	20	106,5	4	23	99	4	23	118
Silikaatteja SiO ₂ mg/l	6	16	38	6	17	38	3	16	43	6	13	31	2,2	14	30	6	17	32
Fluoridia F mg/l	0	0,1	2,7	0	0,09	0,6	0	0,15	1,8	0	0,9	2,2	0	0	0,3	0	0	0,3
Haihdutusjäähnnös mg/l	24	125	365	38	129	435	38	195	856	34	100	500	30	75	350	36	125	670
Hekutusjäähnnös mg/l	10	78	356	10	76	362	12	137	744	14	60	240	14	56	300	24	87	610
Kokonaiskovuus mg/l	0,6	3,3	14	0,5	2,9	11,4	0,5	5,1	19,0	0,6	2,2	10	0,6	1,7	14	0,5	2,2	7,3
Lämpötila °C	4,0	5,4	9,0	3,0	5,3	11	4,0	5,5	8,0	4,0	5,4	7,5	4,0	6,1	9,0	4,5	5,1	9,5

Taulukko 5

POHJAVEDEN FYSIKAALIS-KEMIAALLISTEN MÄÄRITYSTEN MINIMI-, MEDIAANI- JA MAKSIMIARVOT LÄÄNEITTÄIN
(633 POHJAVESIESIINTYMÄÄ, JOIDEN ANTOISUUS ON VÄHINTÄÄN 10 m³/vrk, Natukka 1962)

Määrittäminen	Kuopion lääni		Keski-Suomen lääni		Vaasan lääni		Oulun lääni		Lapin lääni		Koko Suomi							
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max						
Väri mg Pt/l	0	7	300	0	<5	130	0	23	550	<5	300	0	550					
pH-luku	5,7	6,4	6,9	5,3	6,25	7,1	3,4	6,25	7,1	4,5	6,45	7,9	5,3	6,45	7,8	3,4	6,45	8,8
Alkaliniteetti ml 0,1-n HCl/l	2,0	6	18	1,0	3,3	10	0	5,2	67	0	5,5	51	0,8	6	67	0	6	106
Sähköjohtokyky (18°C) 10 ⁻⁶ .Ohm ⁻¹ .cm ⁻¹	32	78	398	27	66	239	23	125	998	16	97	830	18	100	629	16	121	998
Kaliumpermanganaatin kulutus KMnO ₄ mg/l	2,0	8,8	28	1,0	5,6	32	2,0	12,5	79	2,0	10,0	54	1,0	7,0	75	1,0	6,4	79
Rautaa Fe mg/l	0	1,0	20	0	0,08	8,0	0	2,6	38	0	1,3	36	0	0,16	57	0	0,4	140
Mangaania Mn mg/l	0	<0,05	1,1	0	0	0,2	0	0,09	1,5	0	0,09	1,6	0	0	1,1	0	<0,05	2,2
Kalsiumia Ca mg/l	2,5	7,5	25	1,8	5,5	27,1	1,4	7,9	45,7	1,4	6,8	109	1,4	11	57	0,4	11	109
Magnesiumia Mg mg/l	0,4	3,4	10	0,3	2,7	6	0,4	4,1	24,2	0,4	3,3	22,6	0,4	3,1	30,8	0,3	4,2	40,3
Ammoniumia NH ₄ mg/l	0	<0,01	0,7	0	0	0,7	0	0,1	7,5	0	0,04	3,0	0	0	4,0	0	0	7,5
Nitriittiä NO ₂ mg/l	0	0	0,28	0	0	0,13	0	0	0,8	0	0	0,06	0	0	0,4	0	0	1,6
Nitraattia NO ₃ mg/l	<0,1	1,9	35	0	2,1	40	0	<1,0	43	0	<1,0	12	0	<1,0	77	0	1,3	150
Kloridia Cl mg/l	1,0	6,0	103	2,0	6,5	34	2,0	10	185	1,0	7	183	1,5	4,2	68	1,0	9,7	224
Sulfaattia SO ₄ mg/l	0	8,0	33	0	2,7	21	0	10,4	141	0	6,3	80	0	3,3	79	0	9,2	144
Bikarbonaattia HCO ₃ mg/l	12	40	120	6	<20	61	0	36	408	0	33	311	6	33	408	0	37	647
Vapaata hiilidioksidia CO ₂ mg/l	3,3	23	91,5	5	22	47	5	42	125	2	28	132	4	19	111	0	23	132
Silikaatteja SiO ₂ mg/l	7	14	43	2,0	13	35	3	19	47	6	13	42	4	12	23	2	15	47
Fluoridia F mg/l	0	0	0,5	0	0	0,4	0	0,09	2,0	0	0,05	1,4	0	0,07	0,4	0	0,09	2,7
Haihdutusjäännös mg/l	30	90	240	16	70	970	34	119	756	16	95	2010	28	94	402	16	117	2010
Hehkutusjäännös mg/l	14	62	130	12	39	950	17	73	532	10	50	910	16	50	247	10	73	950
Kokonaiskovuus °dH	0,6	1,7	6	0,3	1,5	4,9	0,3	2,4	13,4	0,3	1,9	18,2	0,3	2,5	15,1	0,3	2,6	19,0
Lämpötila °C	4,0	4,6	7,0	4,0	5,2	7,5	3,0	5,2	8,0	3,5	5,0	6,5	2,0	4,4	11	2,0	5,3	11

Vedenottamon kaivossa 2 vaikutuksia ilmeisesti osoittavat, myös edellisiä havaintoja tulkinnessa hyväksikäyttäen:

- sähkönjohtavuus (14,2 - 18,7 mS/m)
- nitraatti (2,4 - 43,0 mg/l)
- kokonaistyyppi (4,6 - 10 ")
- sulfaatti (12,1 - 17,0 ")
- hiilidioksidi (27,3 - 49,4 ")
- kalsium ? (9,6 - 12,0 ")

Turkistarha-alue II

Veden laadun määrittämisä on suoritettu kolmesta pisteestä. Tarhan lounaispuolella sorakuopassa olevista "lähteistä" otettiin vesinäytteitä työn alkuvaiheessa. V. 1986 näiden tienoalle asennettiin muovihavaintoputket MP 1 ja MP 2, joista näytteet sittemmin otettiin.

Pisteestä 1 kuopan pohjalle purkautuva ja jälleen hiekka-soramaaperään imeytyvä vesi on analyysitulosten mukaan kirkasta. Vesivuo lammikko-osineen on kuitenkin vahvasti rehevöitynyt ja kaatopaikoilla nähtävien lammikkojen kaltaisen.

Pohjaveden likaantumista osoittavat varmuudella tai ainakin suurella todennäköisyydellä seuraavat arvot (liite 3)

- korkea sähkönjohtavuus (36,7 - 45,9 mS/m)
- korkeaahko asiditeetti (1,53 - 2,14 mmol/l)
- " kemiallinen hapenkulutus (2,7 - 3,6 mg/l)
- korkea ammoniumpitoisuus (6,2 - 18,2 ")
- " nitriitti " (0,05 - 0,12 ")
- " nitraatti " (52,8 - 107,8 ")
- " kokonaistyyppi" (15,0 - 25,0 ")
- korkeaahko kloridi " (23,7 - 31,4 ")
- " sulfaatti " (40,6 - 51 ")
- hiilidioksidi ? " (25,6 - 30,1 ")

Myös magnesiumin määrä lienee luonnonmukaista korkeampi (vrt. piste 2); samoin mangaaninmuodostus on näille olosuhteille tyypillinen seuraus. Vesi on lähes hapetonta.

Pisteen 2 vesi, joka avolammikoissakin on kirkasta, on peräisin joltain muulta kuin edellisen havaintopaikan muodostumisalueelta, vaikka pisteiden välinen etäisyys on vain n. 10 m. Sen vedessä (mahdollisesti orsivesiesiintymä) havaitaan tavanmukaista korkeampina pitoisuuksina ainoastaan sulfaattia (16,8 - 19,4 mg/l). Vesi on happirikasta. Putkien näytevedessä laatu on suunnilleen edellistä vastaava.

Noin 300 metrin päässä olevassa kaivossa 4 ei ole selviä likaantuneen veden tunnusmerkkejä.

Raskasmetallit (tarha-alueet I - II)

Raskasmetallianalyysien tulokset on esitetty taulukossa 6. Suurimmat havaitut pitoisuudet

- arseeni	(kaivo 1)	0,008	mg/l
- kadmium	(" ")	0,008	"
- kromi	(" 2)	0,015	"
- kupari	(" 3)	0,01	"
- lyijy	(lähde-MP 1)	0,006	"
- sinkki	(kaivo 1)	1,4	"

Koska useat maksimiarvot esiintyvät kaivossa 1 (erityisesti Zn) lienee tarhalla lievää vaikutusta raskasmetallimäärien lisääntymiseen.

Taulukko 6. Raskasmetallimääritykset Kaustisten turkistarha-alueilta I - II.

Kohde	As	Cd	Cr	Cu	Pb	Zn	CN
K 1, turkistarha	0,0078	0,0082	0,0012	0,00286	0,005	1,4	-
K 3, Omaneula	0,0013	0,00033	0	0,01	0,001	0,2	-
K 2, vedenottamo	0,0008	0,0002	0,0153	0	0,003	0,2	-
Lähde-Mp 1	0,0033	0,0006	0,0002	0,002	0,006	0,1	-
Lähde-MP 2	0,0015	0,0002	0,0002	0	0	0,2	-

7.2 JUUKA, TURKIS-SAMPO

Hydrogeologiset olosuhteet

Tutkimusalue (kuva 3) kuuluu osana Joensuusta alkavaan laajaan reunamuodostumarjujaksoon, joka Juuan eteläpuolella on kapehko ja katkonainen. Juuan alueella harjuytimen päälle on muodostunut laaja-alaisia hienohiekkavaltaisia kenttiä, jollaista tutkittavan tarha-alueen maapohja edustaa. Kerrospaksuutta ja -koostumusta ei ole lähemmin tutkittu.

Pohjavedenpinta on tarha-alueella arviolta n. 10 m syvyydessä. Vesi purkautuu tarha-alueen länsireunalla olevaan Juuan jokeen. Tarhan reunalla on lähde, jota käytetään vedenottoon, ja jonka veden laatua tämän tutkimuksen yhteydessä seurattiin. Sen vesi on varmuudella peräisin tarha-alueella muodostuneesta pohjavedestä ja näytteenottopaikka on erittäin edustava.

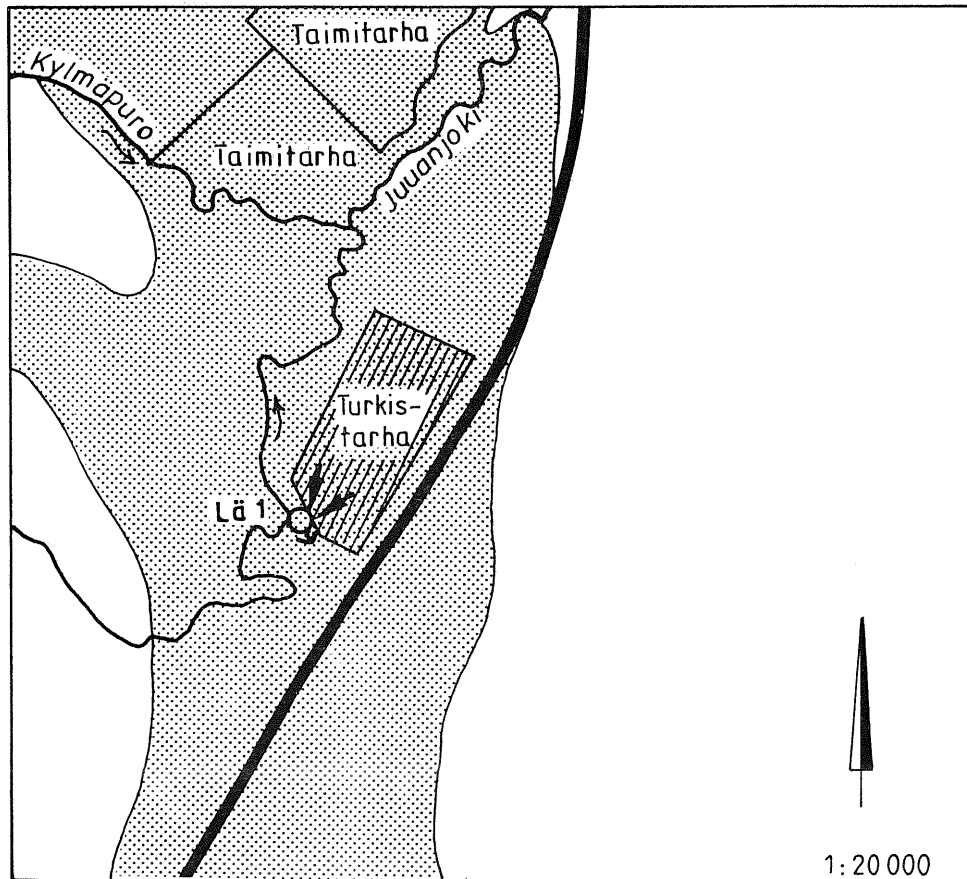
Kuormitus

Tarhalla, jonka laajuus lähteen valuma-alueellakin on noin 5 - 10 ha, on n. 3 000 siitoskettua ja n. 4 000 siitosminkkiä. Tarhalla on koneellinen lannanpoisto (2-3 kertaa vuodessa). Lähteen lähialueella on rehusekoittamo. Eläinraatojen hautaamisesta ei ole tietoja.

Vesinäytteiden tutkimustulokset

Pohjaveden fysikaalis-kemiallisten määritysten tulokset vuosilta 1984 - 87 on esitetty liitteessä 4. Niiden mukaan vedessä ei ole selvästi havaittavia likaantumisen merkkejä. Vesi on happirikasta, vähän elektrolyyttejä sisältävää ja vain lievästi hapanta. Kokonaisorgaanisen hiilen määrä vaihteli kolmessa näytteessä 1,7 - 3,5 mg/l välillä.

Itse lähteestä kuitenkin havaitaan, että se on normaalista poikkeavalla tavalla rehevöitynyt. Tämä viittaa siihen, että "näkymättömän" pienet typpi- ja fosforiyhdisteiden määrät sekä mahdolliset orgaaniset yhdisteet ovat aiheuttaneet veden lievää likaantumista.



Kuva 3. Juuan turkistarha-alue ja näytepiste.
Merkkien selitykset kuvassa 2.

7.3 HALSUA, KANGASAHO (LIEDES)

Hydrogeologiset olosuhteet

Tutkimusalue (kuva 4), on matala ja tasoittunut kangas, joka kuuluu osana Kivijärveltä alkavaan ja edelleen Lohtajalle jatkuvaan katkonaiseen harjujaksoon. Sen olosuhteet ovat paljolti Vetelin alueen kaltaiset. Alustavissa kairauksissa muodostuman länsipuoli, jossa tarha-alue sijaitsee, osoittautui varsin hienorakeiseksi.

Tutkimuspisteissä 1 ja 2, joihin näytteenottoa varten asennettiin teräspuutket, pohjavedenpinta oli 2 - 5 metrin etäisyydellä maanpinnasta, pintojen korkeuseron ollessa kuitenkin vain n. 0,7 m. Tämä viittaa harjuytimen varsin hyvään vedenjohtavuuteen. Putkien havaintosyvyydellä (ks. liite 5) vedenjohtavuus oli kuitenkin heikohko, ja siten näytteenottopisteiden edustavuus ei ole kovin hyvä. Pohjavedenvirtaussuunta on luoteesta kaakkoon purkautumisen tapahtuessa harjun poikki kulkevaan Liedesojaan.

Kuormitus

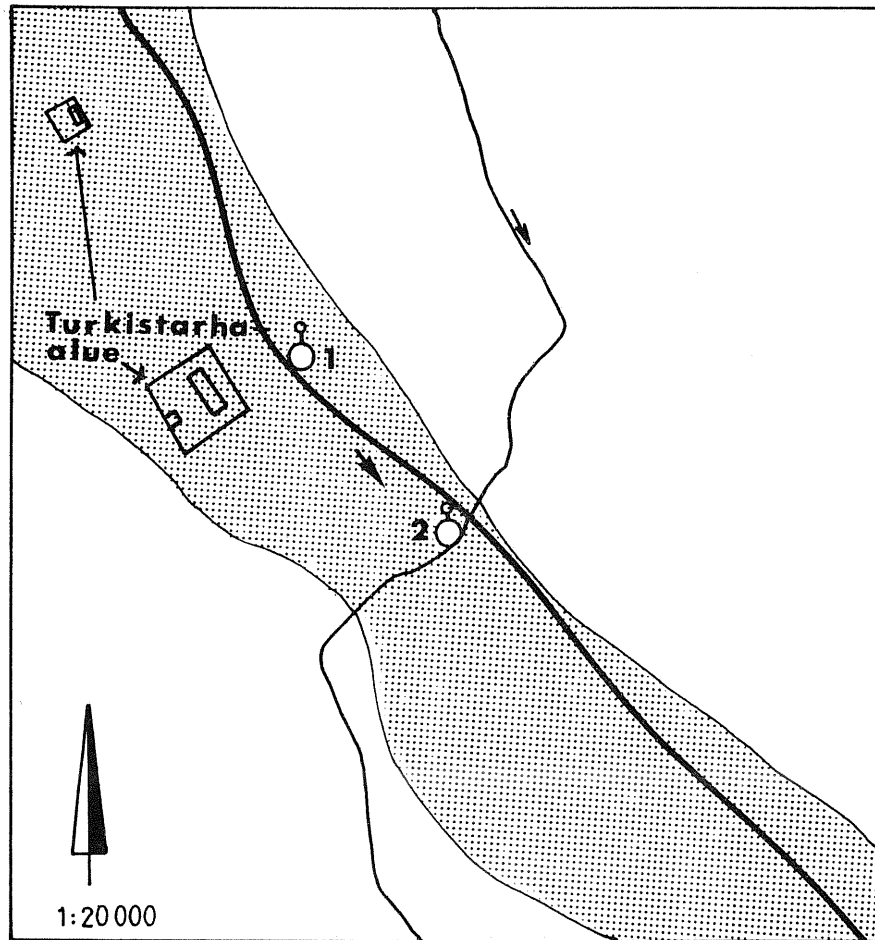
Tarhaustoimintaa on harjoitettu vasta noin 5 vuotta. Tarhalla on noin 2 200 siitoskettua ja noin 2 000 siitosminkkiä.

Vesinäytteiden tutkimustulokset**Fysikaalis-kemialliset määritykset**

Tutkimusten, joita suoritettiin ainoastaan v. 1985, tulokset on esitetty liitteessä 5, raskasmetallien osalta taulukossa 7. Näytteiden perusteella ei likaantumisen merkkejä ole havaittavissa. Näytteenottopisteiden heikohkon edustavuuden vuoksi saadut tulokset eivät kuvanne pohjaveden likaantumistilannetta ja niitä voidaan lähinnä käyttää alueen vedenlaadun tausta-arvoina.

Taulukko 7. Raskasmetallipitoisuudet (mg/l) Vetelin ja Halsuan havaintopaikoilla 30.7.1985.

Veteli							
As	Cd	Cr	Cu	Pb	Zn	CN	
P 1	0	0,0001		0,0005	0	0	0,1 -
P 2	0,003	0		0,0021	0	0	0,1 -
P 3	0,007	0,0012		0	0,002	0	0,1 -
Halsua							
P 1	0,0013	0		0	0	0	0 -
P 2	0,007	0,0001		0	0	0,002	0 -



Kuva 4. Halsuan turkistarha-alue ja näytepisteet.
Merkkien selitykset kuvassa 2.

7.4 VETELI, PITKÄKANGAS

Hydrogeologiset olosuhteet

Luode-kaakkosuuntaiseen harjujaksoon osana kuuluva Pitkäkangas (kuva 5) on tutkimusalueen kohdalla tasoittunut matalaksi kentäksi. Se sisältää karkearakeisia ydinosa, joiden laajuudesta ei kuitenkaan saatu alustavissa kairauksissa varmoja havaintoja. Tutkimuspisteen 1 kohdalla, johon aluksi asennettiin teräsputki, sittemmin siitä 5 metrin päähän muoviputki, maaperän vedenjohtavuus on hyvä. Muissa valituissa havaintopisteissä (2 ja 3) maaperän vedenantoisuus on jo heikompi (ks. liite 6). Niissä on halkaisijaltaan 50 mm:n teräsputket (korkeustiedot liite 8).

Pohjavesi on kumpareisia kohtia lukuunottamatta 2,5 - 5 metrin etäisyydellä maanpinnasta. Sen päävirtaussuunta on luoteesta kaakkoon purkautuen Pitkäkankaanojaan. Pohjavedenpinta on kaikissa havaintopisteissä (vaihdellen) lähes samalla tasolla mikä yhtäältä viittaa syvempien maakerrosten melko hyvään vedenjohtavuuteen; toisaalta siihen, että vesi purkautuu Pitkäkankaanojaan jonkin verran pisteen 3 lounaispuolella. Harjun varastovesimäärä on vähintään ko. muodostumien keskivertoa (≥ 10 m vesikerros) edustava.

Kuormitus

Alueella on ollut pienimuotoista tarhaustoimintaa jo yli 20 vuotta. Laajempaa toimintaa on ollut n. 10 vuotta. Saadun tiedon mukaan alueella on n. 3 000 siitoskettua ja n. 2 000 siitosminkkiä; osa tarha-alueesta on kuitenkin havaintopaikkojen vaikutusalueen ulkopuolella.

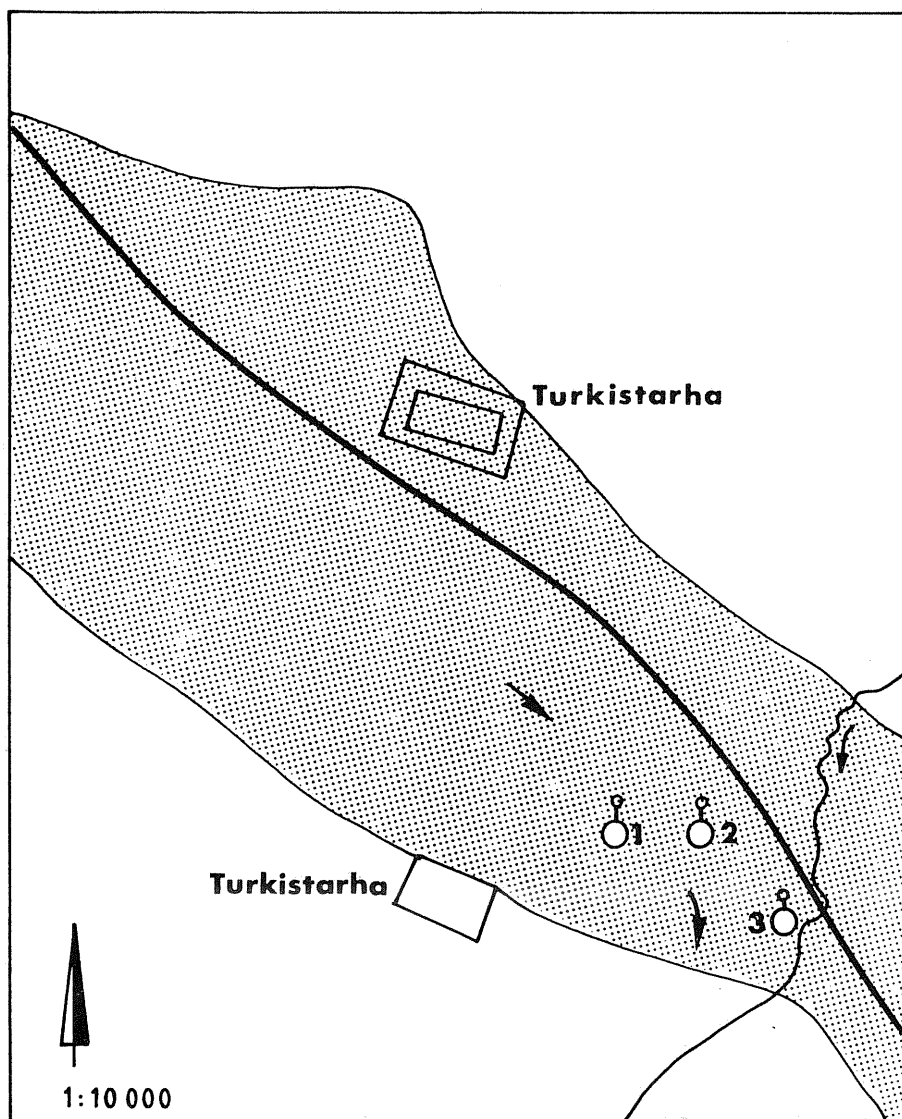
Vesinäytteiden tutkimustuloksetFysikaalis-kemialliset määritykset, raskasmetallit

Määritysten tulokset on esitetty liitteenä 6, raskasmetallien osalta taulukossa 7.

V. 1985 pisteestä 1 (teräsputki) otetuissa näytteissä arvioidaan tarhauksen vaikutuksen heijastuvan lähinnä nitraatti-, kokonaistyyppi-, hiilidioksidi- ja kalsiummäärissä. Samoja saattavat ilmentää myös pH-, kloridi- ja sähkönjohtavuusarvot edellisiin tukeutuen.

Myöhemmin lähelle asennetussa muoviputkessa ainoastaan hiilidioksidi-arvot lähenevät suuruusluokkana edellistä; samoin kokonaistyyppien määrä osoittaa ilmeistä poikkeavuutta luonnolliseen pohjaveteen nähden.

Osaselitys eroihin voi olla se, että teräsputken antoisuus on ollut suurempi ja sen näyteveden keräyskohta joka tapauksessa toinen kun siitä n. 5 m päässä sijaitsevan muoviputken.



Kuva 5. Vetelin turkistarha-alue ja näytepisteet.
Merkkien selitykset kuvassa 2.

Sääsuhteet ja näytteenotton ajankohtien erilaisuus aiheuttavat luonnollisesti ainakin vähäistä poikkeamaa. Tämä tulee ilmeisen selvästi esiin pisteen 2 näytteiden tuloksissa, joissa on löydettävissä vähäisiä likaantumisen tunnusmerkkejä (kemiallinen hapenkulutus?, kokonaistyyppi, kokonaisfosfori sekä sulfaatti); kuitenkin eri näytekerroilla arvot ovat erilaiset.

"Ihmisen toiminnan vaikutus pohjaveteen" hautausmaita koskevassa osassa (Mälkki ym. 1988) on todettu fosforia esiintyvän erityisesti vesinäytteissä, joissa on mukana hienoa maa-ainesta. Pisteen 2 näytteiden kokonaisfosforipitoisuudet ovatkin suhteessa samat kuin näytevesien kiintoainespitoisuudet eri ajankohtina.

Pisteessä 3 ei todettu likaantumisen merkkejä. Näytevesien koostumusta voidaan pitää alueen pohjaveden laadun summitaisena tausta-arvona.

Raskasmetalleista (taulukko 7) havaittiin vain merkkejä, jotka kuvannevat luonnollisia tausta-arvoja.

Kuormitus pohjaveteen on peräisin todennäköisimmin pohjoisemman tarhan alueelta. Kulkeutumismatka on tällöin n. 0,5 km.

8 MIKROBIOLOGISET ERITYISSELVITYKSET

8.1 MENETELMÄT

Kokonaisbakteerimääritykset, samoin kuin indikaattoribakteerien primaariviljelyt, tehtiin vesi- ja ympäristöpiirin laboratoriossa. Salmonellat ja yersiniat määritettiin Valtion eläinlääketieteellisen laitoksen Kuopion aluelaboratoriossa. Kamylobakteeriselvitykset teki Kansanterveyslaitoksen ympäristöhygienian ja toksikologian osasto (Kuopio), missä myös tehtiin indikaattoribakteerien varmistuskokeet. Parvovirusten määritykset teki Valtion eläinlääketieteellinen laitos (Helsinki).

Kokonaisbakteerit määritettiin köyhällä R₂A alustalla (BBL:n resepti) käyttäen 10 °C kasvatuslämpötilaa ja 7 vrk inkubointia.

Indikaattoribakteerit määritettiin standardin mukaisesti (SFS 4088, SFS 3014). Fekaaliset koliformit testattiin API 20 E testiliuskoilla ja fekaaliset streptokokit standardin mukaisilla katalaasi- ja sappi-eskuliinitesteillä (SFS 3014).

Termofiilisten kamylobakteerien määrittäminen tehtiin 1 litran vesinäytteistä membraanisuodatus-rikastusmenetelmällä. Salmonellojen esiintymisen selvittämiseksi tutkittiin myös 1 litran näytteet. Yersiniat määritettiin 0,9 l näytteistä. Suodatuksen jälkeen membraanikalvot bakteereineen pistettiin kunkin bakteerin vaatimaan rikastusliemeen (Oosteromin liemi; seleeniliemi; PSB-kylmäinkubointi- ja MRB-rikastusliemi) ja viljeltiin edelleen kyseisen bakteerin vaatimalle elatusalustalle (CCDA-agar; Önözin agar ja BRV-agar; CIN-agar).

Yersinioiden tutkimiseen sovellettiin Pohjoismaisen elintarvikkeiden metodiikkakomitean menetelmää vuodelta 1987 (No 117). Yersiniat viljeltiin yhteensä kolme kertaa: 1) Veden bakteerimäärästä riippuen suodatettiin myös 100 tai 10 ml. Kalvot viljeltiin suoraan CIN-agarilla. 2) PSB-liemestä CIN-agarille kolmen viikon kuluttua suodatukselta. 3) PCB-liemestä MRB-liemen kautta CIN-agarille kolmen viikon kuluttua suodatukselta.

Kamylobakteerit suodatettiin membraaneille, ja membraanit rikastettiin Oosteromin liemessä 1 - 2 vrk 42 °C:ssä mikroaerofiilisessa atmosfäärissä. Rikastuksen jälkeen tehtiin viljely CCDA-agarille ja kasvatettiin 1 - 2 vrk 42 °C:ssa.

8.2 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

8.2.1 Bakteerien esiintyminen Kaustisten, Vetelin ja Juuan tarhoissa

Heterotrofiset bakteerit

Suurimmat heterotrofisten bakteerien määrät tavattiin syksyllä 1987 Kaustisten näytteissä (alue I/kaivo 1 ja alue II/putki MP 1, taulukko 8). Heterotrofisien bakteerien ja veden fysikaalis-kemiallisten ominaisuuksien väliset korrelaatiot on esitetty taulukossa 9. Vahvimmin bakteerimäärät korreloivat asiditeetin ja hiilidioksidin kanssa. Nämä korrelaatiot olivat positiivisia (joskaan ei tilastollisesti merkitseviä). Nämä kolme korrelaatiota kuvaavat samaa asiaa. Kemiallisia parametrejä käsiteltäessä katsottiin, että orgaaninen kuormitus heijastuu pohjaveden matalana pH-arvona ja kohonneena hiilidioksidin määränä. Heterotrofisien bakteerien suhteellisen suuri määrä happamissa kohteissa tukee käsitystä näiden orgaanisesta kuormituksesta. Kemiallinen hapenkulutus ei korreloinut bakteerien määriin - mahdollisesti liukoinen orgaaninen hiili olisi liittynyt selvemmin bakteerien määriin.

Ravinteiden, kuten ammoniumin, nitraatin, kokonaistypen ja sulfaatin pitoisuudet, samoin kuin kloridi ja sähkönjohtavuus korreloivat positiivisesti bakteerimääriin, mikä viittaa huuhtoutumiseen. Pohjaveden lämpötilan ja bakteerimäärien välillä ei ollut riippuvuutta.

Taulukko 8. Heterotrofisten bakteerien (kok.bakt.), fekaalisten streptokokkien, fekaalisten koliformien, salmonellan, kampylobakteerin ja yersinian esiintyminen 5 turkistarhan pohjavedessä^a.

Tarha ^b	Kok.bak. (cfu/ml)	Fekaaliset streptokokit (kpl/100 ml)	Fekaaliset koliformit (kpl/100ml)	Salmo- nella (+/-)	Kampylo- bakteeri (+/-)	Yer- sinia (+/-)
KI-O	667	0	0	-	-	-
KI-1	12636	0	0	-	-	-
KII-MP1	18000	0	1	-	-	d
V	45	0	0	-	-	+ ^e
J	ND ^c	0	0	-	-	+ ^e

^a Määritetty näytteistä, jotka otettu 14.-17.9.1987

^b Lyhenteet:

KI-O = Kaustinen, Omaneula
 KI-1 = Kaustinen, turkistarha-alue I, kaivo 1
 KII-MP1 = Kaustinen, turkistarha-alue II, putki MP 1
 V = Veteli, Pitkäkangas
 J = Juuka, Turkis-Sampo

^c Ei määritetty

^d *Yersinia intermedia*, *Y. kristensenii*, *Y. sp.* (ei humaanipatogeenisia serotyyppejä =:3, 0:5,27, 0:8, 0:9)

^e *Y. intermedia*

Taulukko 9. Heterotrofisten bakteerien pesäkeluvun (Log kokonaisbakteerit/ml) ja pohjaveden fysikaalisten sekä kemiallisten ominaisuuksien väliset korrelaatiokertoimet.

Muuttuja	Korrelaatiokerroin	P
T (°C)	0,7530	0,2470
pH	- 0,8294	0,1706
O ₂ (mg/l)	0,3022	0,6978
K ^a (mg/l)	0,7037	0,2963
Sä ^b (mS/m)	0,8485	0,1515
As ^c (mmol/l)	0,9574	0,0426
COD (mg/l)	- 0,1097	0,8903
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,7105	0,2895
NO ₃ ⁻ (mg/l)	0,6871	0,3129
NO ₂ (mg/l)	- 0,3845	0,6155
N _{tot} (mg/l)	0,7482	0,2518
P _{tot} (mg/l)	0,5736	0,4264
Cl ⁻ (mg/l)	0,9407	0,0593
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	0,8141	0,1859
CO ₂ ^d (mg/l)	0,9735	0,0265
Mn (mg/l)	- 0,7717	0,2283

^a Kiintoaines

^b Sähkönjohtavuus

^c Asiditeetti

^d Vapaa hiilihappo

Jotta bakteerimääriä voisi hyödyntää paremmin pilaantumisen ilmentäjänä, olisi pohjana oltava nykyistä perusteellisempi tieto pohjavesien luonnollisesta bakteeristosta ja bakteerien määritysmenetelmistä.

Indikaattoribakteerit

Fekaalisten koliformien määrät olivat alhaiset (ainoastaan yhdessä tarhassa 1 kpl/100 ml). Fekaalisia streptokokkeja ei löydetty yhdestäkään syksyn 1987 näytteestä. Hiekkamailla sijaitsevien turkistarhojen pohjavedestä on aiemmin osoitettu fekaalisia streptokokkeja (Helin 1982). Toisaalta vaikka tarhan maaperä on hyvinkin vettä läpäisevä, ei selvää bakteriologista saastumista ole havaittu, vaikka vesi on kemiallisten ominaisuuksien perusteella pilaantunut (Helsingin vesi- ja ympäristöpiiri ja Suunnittelukeskus Oy 1986).

Patogeenit

Indikaattoribakteeritulosten perusteella tutkittujen pohjavesien suolistosaastutus oli vähäinen. Tätä taustaa vasten on ymmärrettävää, että salmonelloja ja kampylobakteereita ei löydetty, Sen sijaan yersinioita tavattiin kolmessa kohteessa (taulukko 10). Havainto, että yersiniaa tavataan vaikka fekaalisia koliformeja ei esiinny on yhteneväinen aikaisempien tulosten kanssa (Langeland 1983). Eristetyt kannat voidaan lukea ns. ympäristöyersiinioihin. Ne ovat ihmiselle harvoin patogeenisiä ja niitä esiintyy luonnossa ilman kotieläinten ulostesaastutusta. Yersinia enterocolitican kaltaisia bakteereita on todettu luonnonvaraisilla eläimillä mm. jyrsijöillä, päästäisillä (Kapperud 1977) ja linnuilla (Kapperud and Rosef 1987).

Pohjavedet, joista yersiniat eristettiin, olivat fysikaalis-kemiallisten ominaisuuksiensa perusteella vähemmän pilaantuneita kuin vedet, joista yersinioita ei tavattu (taulukko 10). Yersinioita sisältävien vesien pH ja happipitoisuus oli korkea, ja niiden kemiallinen hapenkulutus ja kokonaistypen pitoisuus olivat alhaisemmat kuin yersinia-negatiivisten kohteiden. Ravinteiden määrissä oli yleisesti nähtävissä sama suunta, vaikkakaan ei tilastollisesti niin merkitsevä, kuin kokonaistypessä. Havainnot puoltavat käsitystä, että eristetyt yersiniat ovat pohjaveden normaali-bakteeristoa, eivätkä olisi siis lannasta huuhtoutuneita. Toisaalta kohteissa, joissa yersinioita esiintyi, oli harjoitettu pitkään kettutarhausta. Tiedetään, että suomalaisissa tarhatuissa supeissa voi esiintyä runsaasti Yersinia intermediaa ja Yersinia kristenseniitä (M. Hedlund, julkaisemattomat tulokset). On luultavaa, että myös tarhatut ketut ovat yersinioiden kantajia. Norjassa on punaketuissa tavattu yersiniaa (Kapperud 1977) ja USA:ssa sekä punaketut että harmaaketut ovat olleet yersinioiden kantajia (Shayegani et al. 1986). Yersinioita sisältävien pohjavesien lämpötila oli alhaisempi kuin vesien, joissa

ei yersiniaa esiintynyt (taulukko 10). Yersinia voi lisääntyä lähes 0 °C:ssa, joten matalassa lämpötilassa yersinia selviytyy ehkä paremmin kuin heterotrofiset mikrobit keskimäärin. Vahvasti pilaantuneissa ja korkeamman lämpötilan omaavissa vesissä yersinia saattaa hävitä kilpailussa muille mikrobeille. Ei siis varmasti voida väittää, että turkiseläimillä ei olisi osuutta tehtyihin yersinialöydöksiin. Yersinian ekologia pohjavesissä on tuntematon, mikä osaltaan vaikeuttaa tulosten tulkintaa. Menossa olevat tutkimukset antanevat lisätietoa pohjavesien yersinioiden esiintymiseen vaikuttavista tekijöistä. Nyt käsitelty aineisto on liian suppea varmojen päätelmien tekoon.

Taulukko 10. Pohjaveden fysikaalis-kemialliset ominaisuudet ja yersinian esiintyminen (-/+) taulukon 8 esittämissä tarhoissa^a.

Muuttuja	Yersinia		F-arvon merkittävyys	
	-	+	-/+	aika/fys. - kem.mut.
T (°C)	7,2 (0,6) ^b	5,5 (0,4)	0,0517	0,8532
pH	4,8 (0,2)	5,8 (0,2)	0,0275	0,4578
O ₂ (mg/l)	1,4 (0,2)	7,2 (1,2)	0,0105	0,2781
K ^c (mg/l)	4,2 (2,0)	3,6 (2,0)	0,8579	0,1305
Sä ^d (mS/m)	51,5 (16,0)	18,1 (7,9)	0,1194	0,8244
As ^e (mmol/l)	1,2 (0,2)	0,9 (0,3)	0,6138	0,7779
COD (mg/l)	5,2 (1,5)	1,4 (0,6)	0,0266	0,3166
NH ₄ ⁺ (mg/l)	12,5 (6,5)	11,7 (10,1)	0,9610	0,5467
NO ₃ ⁻ (mg/l)	130 (53,9)	35,7 (18,5)	0,1356	0,8362
NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,04 (0,02)	0,04 (0,02)	0,9677	0,5869
N _{tot} (mg/l)	47,2 (12,6)	10,0 (5,3)	0,0325	0,7571
P _{tot} (mg/l)	0,02 (0,01)	0,04 (0,02)	0,3711	0,1895
Cl ⁻ (mg/l)	18,5 (5,6)	12,7 (5,7)	0,5751	0,7684
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	57,8 (25,4)	17,2 (9,5)	0,1822	0,8702
CO ₂ ^f (mg/l)	64,3 (7,1)	48,7 (14,2)	0,5020	0,9921
Mn (mg/l)	1,0 (0,4)	1,5 (1,1)	0,7407	0,3432

^a Yersinia määritetty 14.-17.9.87 näytteistä. Kemiallis-fysikaaliset analyysit tehty myös syksyllä 1986, ja nämä tulokset otettu analyysiin 14.-17.9.87 tulosten lisäksi.

^b S.E suluissa

^c Kiintoaines

^d Sähkönjohtavuus

^e Asiditeetti

^f Vapaa hiilihappo

8.2.2 Virukset

Valtion eläinlääketieteen laitoksessa pyrittiin eristämään näytteistä parvo-virusia, jotka ovat kotieläimillä mm. turkiseläimillä yleisiä (Kalter 1986). Kaikki vesinäytteet osoittautuivat negatiivisiksi (liite 9). Virologiset tulokset tukevat käsitystä siitä, että tutkittujen tarhojen vaikutus pohjaveden mikrobiologiseen laatuun patogeenisten mikrobien osalta ei ole suuri. Johtopäätökset tutkittujen tarhojen maiden kyvystä pidättää virusia edellyttäisi tarhattujen eläinten virologisen tilan tutkimista, mitä ei nyt tehty.

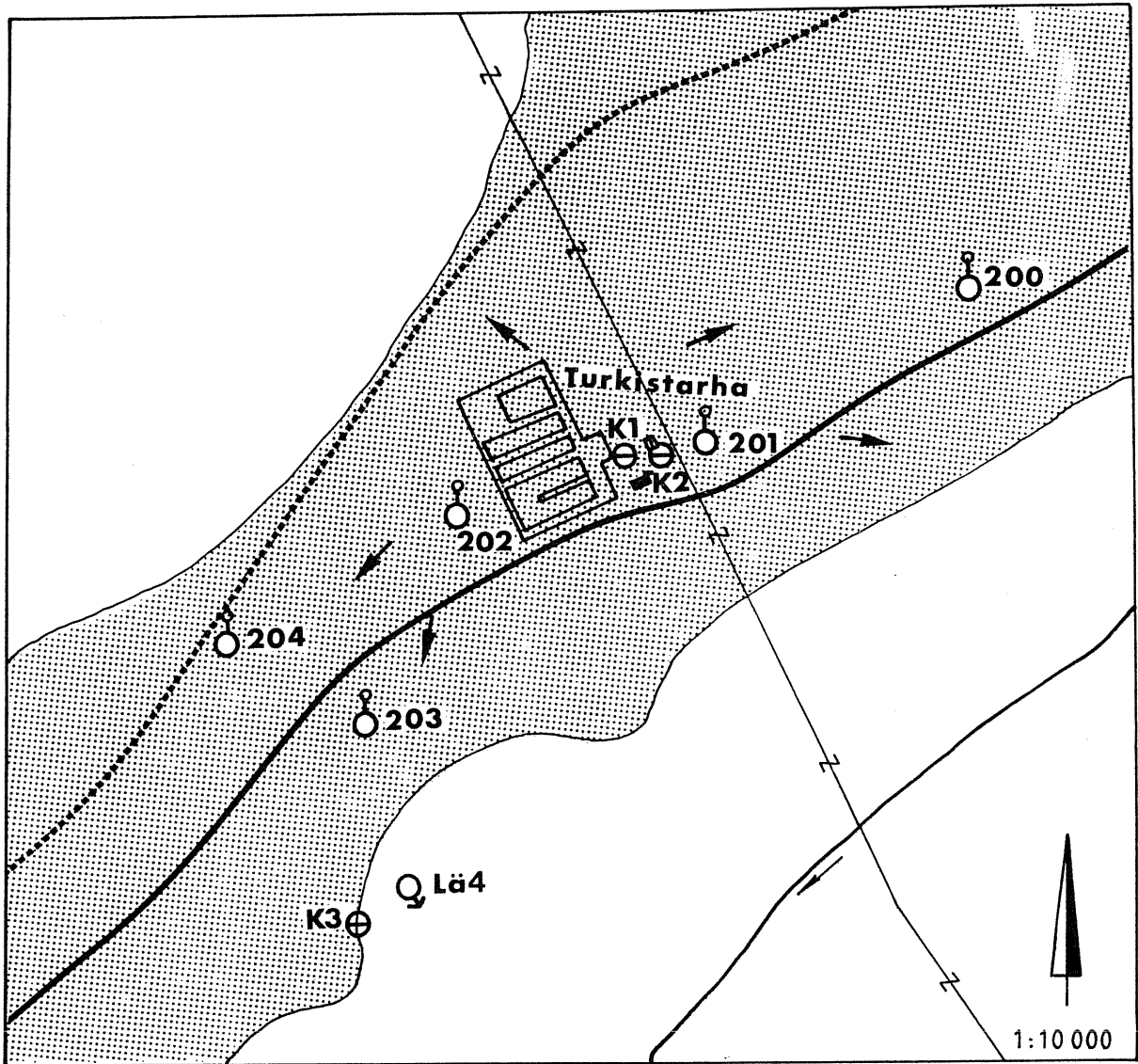
9 VERTAILUALUE: MUSTION MINKIN TURKISTARHA

9.1 YLEISTÄ

Aikaisempia tutkimuksia käsittelevässä luvussa 4.2 on esitetty tietoja vuosina 1986 - 87 havaituista pohjaveden likaantumisilmiöistä Mustion Minkin tarha-alueelta. Koska alue edustaa vanhaa, jo yli 50 vuotta toiminnassa ollutta turkistarhaa ja kysymyksessä on reunamuodostuma- (Salpaus-selkä-) olosuhteet, on eräiden havaintojen tarkempi tarkastelu ja vertailu paikallaan. Havaintoja on myös kallioveden laadusta alueella. Tarkastelussa nojaututaan kohdassa 4.2 mainittuihin tutkimustietoihin.

9.2 HYDROGEOLOGISET OLOSUHTEET

Tarha-alue (kuva 6) sijaitsee n. 0,5 km levyisen reunamuodostumaosan keskellä. Maaperä on pohjavedenpinnan tasoon asti (n. 10 m syvyydellä maanpinnasta) hiekkaa, joukossa välikerroksena silttiä (P 201) ja myös soravaltaisia välikerroksia (P 202). Maaperäkairaukset ovat ulottuneet kyseisissä pisteissä 15 - 17 m syvyyteen. Pisteiden 202-204 välillä muodostuman pituussuunnassa lounaaseen hydraulinen gradientti on n. 7 o/oo, pisteiden 202 - 203 välillä (suunta suunnilleen sama, etelälounas) 9 o/oo sekä tarhan vastakkaisella puolella pisteiden 201 -200 välillä (muodostuman pituussuunnassa koilliseen) 2 o/oo. Tämän perusteella pohjaveden virtausolosuhteet tarha-alueelta lounaaseen ovat pitkittäisharjumuodostumien pituussuuntien tavanomukaisesti esiintyviin olosuhteisiin nähden (0,1 - 5 o/oo, Mälkki 1979) 5 - 10 kertaa heikommat; koillisuuntaan pitkittäisharjujen keskivertoluokkaa. Todellisuudessa sekä lounainen että koillinen virtaussuunta lienevät vedenjohtavuuden puolesta samanarvoisia, koska edellisen gradienttien suurempiin arvoihin vaikuttaa samalla suunnalla purkautuva lähde (Lä 4). Kokonaisuutena ne on arvioitava tyydyttävästi vettäjohtavien pitkittäisharjujen luokkaan, mikä samalla tarkoittaa, että maaperän suodatuskyky on parempi kuin hyvin johtavissa vyöhykkeissä.



Kuva 6. Mustion turkistarha-alue ja näytepisteet.
 Merkkien selitykset kuvassa 2.

Myös oletetaan, että pohjavedenpinnan muodostama vedenjakaja ohjaa tarha-alueen vedet ainakin pääosaltaan lounaaseen. Tulkinnan ratkaisevat viime kädessä vedenlaatuhavainnot.

Varastovesikerroksen paksuus on arviolta ainakin 10 m luokkaa eli harjumuodostuman keskivertoa edustava tai suurempi.

9.3 KUORMITUS

Tarha-alueen pinta-ala on muutamia hehtaareja edustaen keskikokoista tarhaa. V. 1985 tarhassa oli 6 250 minkkiä ja 60 hilleriä. Eläinhäkkien alla on jonkin verran käytetty kuivikkeita. Poistettu lanta on varastoitu paljaalle maalle, josta sitä on kuljetettu pois. Alueen rehusekoittamon jätevesiä ja 10 - 15 asukkaan jätevesiä johdetaan saostuskaivojen kautta tarha-alueen pohjois-osaan, jossa ne ainakin osittain imeytyvät maaperään.

9.4 VESINÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET

Tutkimustulokset on esitetty liitteessä 7. Pohjaveden laadun muutokset havaitaan voimakkaimpina havaintopaikavyöhykkeessä 202 - 203 ja Lä 4, joiden näytteissä havaitaan korkeita arvoja lähinnä seuraavilta osin

- sähkönjohtavuus
- alkaliteetti
- kemiallinen hapenkulutus
- kokonaistyyppi
- nitriitti
- nitraatti
- sulfaatti
- kloridi

Valitettavasti maa-alkalimetallien määrityksiä ei ole tehty. pH-arvot ovat yleensä >7.

Pisteen 204 vedessä ei vaikutuksia havaita.

Tarhan itäreunalla olevassa maakaivossa (K 1, pihakaivo) on vahvan likaantumisen tunnusmerkit, jotka vastaavat lounaispuolella havaittuja. Kalliokaivossa (K 2) lähinnä alkaliteetti, kokonaistyyppi, nitraatti- ja ammoniumpitoisuus osoittavat muutoksia. Vesi on, päinvastoin kuin maaperän havaintopaikoissa, lähes hapetonta vaikuttaen mm. NH_4 -määrään.

Tarhan luoteispuolella olevissa havaintoputkissa 200 ja 201 on lähinnä yksittäisiä lievää likaantumista osoittavia merkkejä.

Bakteerilöydökset ovat satunnaisia.

Havaintojen perusteella likaantunut alue on kokonaisuutena suppeahko, mutta pohjaveden päävirtaussuunnassa (etelälounas) likaantuminen on nähtävissä vielä 500 m päässä tarhalta erittäin voimakkaana.

10 TUTKIMUSTULOSTEN TARKASTELUA

10.1 POHJAVEDEN LIKAANTUMISEN INDIKAATTORIT

10.1.1 Fysikaalis-kemialliset parametrit

Miltei kaikilla koealueilla samoinkuin Mustion vertailualueella on löydetty lukuisia pohjaveden muutosta ilmaisevia analyysiarvoja. Tällaisten parametrien lukumäärä saattaa voimakkaasti kuormittuneessa pisteessä ylittää kymmenen. Toisinaan veden poikkeavaa koostumusta osoittaa vain joku yksittäinen parametri, jonka indikaatioarvo voi vaihdella hyvästä epäluotettavaan. Eräissä tapauksissa sinänsä vahvaksi todettu likaantumisen indikaattori saattaa kadota poikkeavien hydrogeologisten olosuhteiden vuoksi. Seuraavassa arvioidaan saatuja tuloksia lähinnä indikaattoriarvoa omaavien parametrien löytämiseksi.

Kiintoaine

Kiintoaine on usein vesinäytteen luonnollinen aineosa myös sameutta aiheuttaen, eikä sillä sinänsä ole - ellei koostumusta tarkemmin tutkita - indikaattoriarvoa. Vedessä oleva kiintoaine, esim. mineraalimaa voi olla likaavan aineen adsorboitunut "kantaja", ks. fosfori.

Sameus

Useimmat laboratoriossa tutkitut, pahoinkin likaantuneet näytteet olivat laboratoriossa määritettyinä kirkkaita.

Haju

Useimmat näytteet olivat hajuttomia. Joissain tapauksissa mainitaan "lievä ummehtunut haju".

pH-luku

Tutkituilla Pohjanmaan turkistarha-alueilla on havaittu poikkeavan maatalia (4,4 - 5) pH-lukuja. Näillä on ilmeinen positiivinen korrelaatio veden likaantumisasteen kanssa. Havainnot ovat sopusuhteissa asumajätevesilietteenkaatopaikoilta ja hautausmailta saatujen havaintojen kanssa (vrt. 5.1). pH:n indikaattoriarvoa heikentää jopa yhden yksikön ylittävät vuodenaikaisvaihtelut, jotka johtuvat sekä kuormituksen muutoksista että luonnollisesta vaihtelusta. Kalkkiperäisen maaperän vaikutus pystyy kumoamaan likaantumisesta aiheutuneen pH-muutoksen, kuten ilmeisesti Mustion tapauksessa on laita. pH:ta voidaan pitää muita havaintoja

tukevana sidosindikaattorina, yleensä kuitenkin vain lähi-vaikutusalueilla.

Sähkönjohtavuus

Sähkönjohtavuutta voidaan karkeasti pitää suoraan verrannollisena likaantumisen voimakkuuteen. Tällöin kuitenkin tulisi tietää aluetyypille luonteenomaisia perusarvoja. Se on itsenäinen indikaattori, mutta korreloi useimmiten muiden likaantumista tyypillisesti osoittavien parametrien kanssa.

Alkaliteetti

Tämän tutkimuksen määritykset ovat jääneet liian suppeiksi ja eivät anna tarkastelupohjaa. Mustion tulosten käyttöarvoa vähentää alueen maaperän kalkkipitoisuuden vaikutus.

Asiditeetti

Korkea asiditeetti, $>1,5$ mmol/l, kytkeytyy voimakkaimmin likaantuneisiin vesiin (Kaustinen, kaivo 1, MP 1). Lukuarvot eivät sinänsä ole suuria. Samaa luokkaa olevia arvoja tavataan talousvesikaivojen vesissä, joita ei voida pitää likaantuneina. Lähivaikutusalueiden sidosindikaattori?

Happi

Happipitoisuuden luonnolliset vaihtelut pohjavedessä ovat niin suuria, ettei sen avulla juuri voida tulkita itse likaantumisvaikutusta, mutta kylläkin syitä mm. eri typpiyhdisteiden määriin sekä raudan ja mangaanin esiintymiseen.

Kemiallinen hapenkulutus

Kemiallisen hapenkulutuksen arvo on lähinnä luokiteltava sidosindikaattoriksi, jota voidaan käyttää lähivaikutusalueiden tulkinnessa. Tällöinkin se usein korreloi huonosti muihin likaantumista osoittaviin parametreihin nähden (pohjaveden happipitoisuudesta riippuen?), (vrt. Mustio pisteet 202, 203, Lä 4).

Kokonaistyyppi

Turkistarhan kuormitus ilmenee voimakkaana kokonaistyyppien määrän lisääntymisenä. Pohjaveden luonnollisten taustaarvojen nykyistä parempi tuntemus antaisi mahdollisuuden käyttää tätä parametriä myös kaukovaikutusten arvioinnissa. Hyvä indikaattori.

Ammonium

Ammonium on lähinnä sidosindikaattori, koska sen esiintymiseen typpiyhdistekuormituksen ohella erityisesti vaikuttaa veden happipitoisuus. Happiköyhissä olosuhteissa

ammonium-määrä kuvaa sekä lähi- että kaukovaikutusta, happirikkaissa olosuhteissa kuormituksen vaikutus peittyy.

Nitriitti

Korkeita nitriittiarvoja, verrattuna muihin typpimääriin, löydetään vähemmän. Nitriitti on tyypillinen sidosindikaattori.

Nitraatti

Eräs varmimpia lähi- ja kaukovaikutusten kuvaajia.

Kokonaisfosfori ja fosfaatti

Poikkeavan korkeita määriä (kokonaisfosfori jopa >30 mg/l) on havaittu muiden likaantumistutkimusten vesinäytteissä erityisesti silloin, kun näyte sisältää maa-ainesta. Turkistarha-alueiden pohjavesissä esiintyy yleisesti pieniä määriä fosforia; satunnaisesti korkeita pitoisuuksiakin. Kun luonnolliset tausta-arvot tunnetaan heikosti ja näytteen laatu (maa-aineksen esiintyminen) vaikuttaa tulokseen, jäävät tulkinnat usein epävarmoiksi.

Kloridi

Useimmissa näytevesissä kloridi kuvasi likaantumisvaikutusta vain heikosti. Pohjanmaan tarhoilla (Kaustinen) vaikutus näkyi lähialueilla; Mustiossa samoin lievänä. Erityisen korkeasta Cl-pitoisuudesta on satunnainen havainto Mustiosta (Lä 4, >100 mg/l). Tästä havainnosta huolimatta kloridi jää lähialueiden sidosindikaattoriksi, koska kaukokulkeutumishavainto on epävarma. Tiensuolaus?

Sulfaatti

Hyvä indikaattori sekä lähi- että kaukovaikutuksia tutkittaessa.

Hiilidioksidi

Omaa ehkä lähinnä sidosindikaattoriarvoa, mutta on sellaisenaan tärkeä sekä lähi- että kaukovaikutuksia tutkittaessa.

Kokonaiskovuus

Sidosindikaattori lähivaikutusalueilla.

Kalsium

Indikoi selvästi lähivaikutuksia, sidosindikaattoriarvoa myös lähivaikutusalueiden ulkopuolella.

Magnesium

Omaa ilmeisesti sidosindikaattoriarvoa lähivaikutusalueilla.

Rauta

Luonnollisen pohjaveden tausta-arvot huomioon ottaen raudan indikaattoriarvoa on pidettävä yleensä vähäisenä, koska se on eräs pelkistävien olosuhteiden tuote.

Mangaani

Kuten rauta. Mutta Mn-muodostus on likaavien toimintojen vaikutuksesta suurempi kuin yleensä luonnonolosuhteissa.

Raskasmetallit

Tutkimuksessa saatiin viitteellinen havainto näiden koho-
neista pitoisuuksista kuormittavalla alueella.

10.1.2 Mikrobit

Bakteerien määrät

Heterotrofisten bakteerien lisääntyminen pohjavedessä ilmentää orgaanisen aineen kuormitusta. Tulosten varma tulkinta edellyttää tausta-arvojen tuntemista ja menetelmien sopivuutta. Valitettavasti pohjaveden mikrobiologian tutkimus on jokseenkin laiminlyöty, joten perustietämyksen puute vaivaa sekä menetelmien valintaa että tulosten tulkintaa. Tulevaisuudessa olisi kiinnitettävä huomiota paitsi mikrobimäärityksiin, myös mikrobiologisiin aktiviteetteihin, joilla myös voidaan kuvata muutoksia pohjaveden laadussa.

Indikaattoribakteerit, patogeeniset bakteerit ja virukset

Escherichia colin löytyminen pohjavedestä on jokseenkin varma osoitus suolistoperäisestä saastutuksesta. Fekaalisten streptokokkien kohdalla tilanne ei ole yhtä selväpiirteinen, sillä enterokokkien alkuperän varmistaminen ei ole vedenpitävä.

Salmonellan ja kamylobakteerin löytyminen pohjavedestä tarkoittaa sitä, että vettä ei missään tapauksessa tule käyttää ilman desinfiointia talousvetenä. Patogeenisten bakteerien joutuminen pohjaveteen edellyttää ilmeisen suurta suolistoperäistä kuormitusta ja maan hyvää vedenläpäisykykyä (karkea maa-aines tai halkeamat). Tämän tutkimuksen alustavat tulokset osoittavat, että suomalaisissa pohjavesissä esiintyy yersiniaa. Eristetyt lajit eivät kuitenkaan olleet ihmisen kannalta merkittäviä patogeeneja, sen sijaan niillä saattaa olla suolistosaastumista indikoi-
vaa arvoa, mikä täytyy selvittää jatkotutkimuksin.

Virusten liikkuminen maaprofiilissa poikkeaa bakteerien kulkeutumisesta, samoin niiden säilyvyydessä on eroja, joten virusten määrittäminen antaa lisävalaistusta pohjaveden mahdolliseen likaantumiseen. Virusten määrittäminen on erityisasiantuntemusta vaativaa, eikä se ainakaan toistaiseksi sovi yleiseen käyttöön. Pohjaveden virologian tutkimiseen tulisi kiinnittää enemmän huomiota.

10.2 LIKAAVIEN AINEIDEN MÄÄRÄÄN JA KULKEUTUMISEEN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ

Maanpinnalle tuleva kuormitus

Olennaisin vaikuttava tekijä on ilmeisesti maan pinnalle jäävä kuormitus pinta-alayksikköä kohden, mihin mm. tarhan hoidolla voidaan vaikuttaa. Tarhan koko suhteessa pohjavesialtaan ja vesivaraston kokoon puolestaan vaikuttaa kuormituksen määrälliseen ilmenemiseen.

Maaperän laatu ja vajovesikerroksen paksuus

Pohjaveteen kulkeutuvat ainemäärät ovat verrannollisia maaperän karkearakeisuuteen; kääntäen verrannollisia kerrospaksuuteen (vrt. Kaustinen, Juuka).

Kuormituksen kesto

Paksutkaan keskirakeiset tai karkearakeiset maakerrokset eivät riitä eliminoimaan maanpinnalle jäävän kuormituksen vaikutuksia, kun kuormitus jatkuu riittävän kauan (vrt. Mustio). Hienorakeisen maaperän kuormituksen kestoiästä ei ole havaintoja. Oletettavasti Juuan tarhalla ilmenee nykyistä selvempiä vaikutuksia 10 vuoden kuluessa, jos kuormitus säilyy ennallaan.

10.3 ARVIO KAUKOKULKEUTUMISESTA

Keskivertoluokkaa oleva kuormitus, joka pääsee vaikuttamaan pohjaveteen, vaikuttaa harjumuodostumissa arvion mukaan seuraavasti:

- poikkileikkaukseltaan pienehkön harjun pituussuunnassa ainakin 2 - 3 km:n etäisyyteen (edellyttäen että hydraulinen yhteys ja vedenjohtavuus ovat keskivertoluokkaa) siten, että vaikutuksia voidaan havaita
- laajan poikkileikkauksen omaavissa muodostumissa havaittavasti 1 - 2 km:n etäisyyteen
- reunamuodostumissa lähtien edellisen kaltaisesta suppealaisempiin vaikutuksiin

Tähänastisen mikrobiologisen tutkimuksen suppeudesta johtuen - tämä tutkimus mukaan luettuna - ei voida vielä arvioida, minkälaisia bakteriologisia haittavaikutuksia em. olosuhteissa eri etäisyyksillä voi esiintyä.

Tämän tutkimuksen yhteydessä kokonaan hienohiekkaa tai sitä hienorakeisempia lajitteita käsittävistä maaperämuodostumista ei ole tehty havaintoja. Mustion alueella tehty havainto osoittaa vaikutuksen myös voivan kohdistua tietyissä hydrogeologisissa olosuhteissa kallioperän pohjaveen. Kilometriluokkaa oleva kaukokulkeutuminen pitkin ruhjevyyhytyksiä on mahdollista.

11 PÄÄTELMIÄ, SUOSITUKSIA

11.1 TARHOJEN SIJOITUS

Turkistarhoja ei yleisesti tulisi sijoittaa harju- ja reunamuodostumien alueille. Muiden hiekkaperäisten alueiden käyttö voi tulla kysymykseen

- erityisesti jos hienohiekkamuodostumat ovat vallitsevia (ei merkitystä pohjavesialueena)
- hydraulista yhteyttä ei ole 0,5 - 1 km lähempänä oleviin kaivoihin
- muita ympäristöllisiä esteitä ei ole

Tarhauksen sijoittamista hienohiekka-alueille, joiden hydrogeologinen luonne tulisi ennalta selvittää, puoltaa se, että vesistöihin kohdistuvia haittoja voidaan torjua tällaisilla maasuodattimilla.

11.2 POHJAVEDEN TARKKAILU

Tarkkailutoimenpiteitä varten tulisi muodostaa vaikka harvalukuinenkin, mutta edustava näytteenottoverkosto.

Vesinäytteiden otto tulisi ajoittaa pahimpiin kuormituskausiin (kevät-kesä-syksy).

Vesinäytteitä tulisi analysoida kaikkien indikaattoriarvoa (suoranaista tai välillistä) omaavien parametrien osalta. Seuraavia määrittäviä on pidettävä kaikissa olosuhteissa välttämättöminä ainakin ajoittain suoritettuna:

- pH
- sähkönjohtavuus
- happi
- alkaliteetti
- asiditeetti
- kemiallinen hapenkulutus
- biologinen hapenkulutus

- kokonaistyyppi
- ammonium
- nitriitti
- nitraatti
- fosfaatti
- kloridi
- sulfaatti
- kalsium
- hiilidioksidi
- kokonaiskovuus
- bakteriologinen tutkimus uusimman kehityksen edellyttämällä tavalla.

Lisäksi tulisi huolehtia siitä, että tutkivien laboratorioiden käytössä olisi yhdenmukainen, riittävän laaja-alainen analyysilomake, joka soveltuu muuhunkin käyttöön. Nykyinen lomakkeisto on epäyhtenäinen ja puutteellinen niin parametrien kuin niiden dimensioidenkin osalta.

Uusia tarha-alueita perustettaessa veden peruslaatu tulisi sopivalla tarkkuudella selvittää jo ennen toiminnan alkamista.

11.3 JATKOTUTKIMUSTARPEET

Jo olemassa olevien turkistarhojen edustavissa havaintopisteissä (tässä tutkimuksessaakin olevia tulisi myös kysymykseen) tulisi suorittaa perusmäärittäyksiä, joissa tähän mennessä suoritettuja fysikaalis-kemiallisia määrittäyksiä laajemmin tutkittaisiin pohjaveden laatua. Kohdassa 11.2 mainittujen määrittäysten lisäksi tulisi tutkia ainakin alumiini, fluoridi, kalium, magnesium, pii ja tässäkin tutkimuksessa esiintyvät raskasmetallit. Edelleen tulisi määrittää syanidi ja kokonaisorgaaninen hiili.

Mikrobiologisten parametrien luotettava käyttö pohjaveden tilan selvityksissä edellyttää pohjavesien mikrobiologian perustutkimuksen lisäämistä. Tutkimuksissa voidaan erottaa kolme suuntaa:

1. Patogeenisten mikrobien (bakteerit, virukset) määrittämenetelmien kehittäminen. Oma erityiskysymyksenä voidaan pitää yersinian lajiston ja ekologian tutkimista.
2. Epäorgaanisten ja orgaanisten ravinteiden (humus mukaan lukien) kiertokulkuun liittyvien mikrobien esiintymisen selvitykset, jotta voidaan asettaa erilaisiin pohjavesiin perustaso, johon muutoksia voidaan peilata. Tutkimus edellyttää alkuvaiheessa voimakasta menetelmällistä työtä.

3. Ravinteiden kiertokulun eli mikrobiaktiviteettien selvitykset pilaantumattomissa pohjavesissä, jota tietoa voidaan hyödyntää kohdan kaksi mukaisesti. Myös tämä alue vaatii aluksi menetelmällistä kehitystyötä.

Tutkimuskohteissa tulisi seikkaperäisesti selvittää likavaa toimintaa käsittävän alueen laajuus ja kuormitusolosuhteet, yleiset geologiset olosuhteet sekä mahdollinen pohjaveden laadun tausta-arvo.

YHTEENVETO

Vesihallinnossa aloitettiin vuonna 1983 tutkimus, jonka tavoitteena oli selvittää erilaisten ihmistoimintojen vaikutusta pohjaveteen. Yhtenä tutkimuskohteena olivat harjumuodostumilla sijaitsevat turkistarha-alueet (4 kpl). Maasto- ja laboratoriotutkimuksia tehtiin vuosina 1984-1987. Samanaikaisesti tehtiin kirjallisuusselvitystä turkistarhojen vaikutuksista pohjaveteen. Tutkimuksensuorittamiseen ovat osallistuneet vesi- ja ympäristöhallitus, Kuopion vesi- ja ympäristöpiiri, Kuopion yliopiston työ- ja teollisuushygienian laitos, Kansanterveyslaitoksen ympäristöhygienian ja toksikologian osasto sekä Valtion eläinlääketieteen laitos. Työn päärahoittaja on ollut Maj ja Tor Nesslingin Säätiö.

Pohjavesinäytteistä tehtiintavanomaisten fysikaalis-kemiallisten määritysten lisäksi raskasmetalli- (As, Cd, Cr, Cu, Pb, Zn) sekä mikrobiologisia bakteeri- ja virusmäärittäyksiä. Tutkimusten perusteella parhaiten turkistarhojen pohjavesivaikutuksia indikoivat seuraavat

- sähkönjohtavuus
- asiditeetti lähialueella
- kalsium -"-
- nitraatti lähi- ja kaukoalueella
- sulfaatti -"-
- kokonaistyyppi -"-

Ns. sidosindikaattoreita (eli muita havaintoja tukevia) tutkimuksen mukaan olivat

- nitriitti
- kloridi lähialueella
- kemiallinen hapenkulutus -"-
- kokonaiskovuus -"-
- magnesium -"-
- pH-luku -"-
- hiilidioksidi lähi- ja kaukoalueella
- ammonium -"-
- kalsium kaukoalueella

Raskasmetalleista havaittiin kuormittavalla alueella satunnaisesti kohonneita arvoja.

Selvää bakteriologista saastumista ei havaittu, vaikka viitteitä heterotrofisten bakteerien esiintymisestä havaittiin satunnaisesti kemiallisten tutkimusten mukaan pilaantuneesta pohjavedestä. Viruksia ei tutkituista pohjavesinäytteistä tavattu.

Pohjaveteen kulkeutuvat ainemäärät ovat verrannollisia maaperän karkearakeisuuteen ja kääntäen verrannollisia kerrospaksuuteen, mutta paksutkaan maakerrokset eivät pysty eliminoimaan riittävän kauan jatkuvaa kuormitusta ja otollisissa olosuhteissa vaikutukset voivat ulottua esim. kallioperän ruhjevyyhykkeitä pitkin kilometrien päähän.

Turkistarhojen sijoitukseen tulisi kiinnittää entistä enemmän huomiota ja selvittää aina etukäteen suunnitellun tarha-alueen pohjaveden laatu.

Turkistarhojen valvonnassa olisi otettava huomioon nyt saadut tulokset lisäämällä mm. aikaisemmin käytettyä (usein epäyhtenäistä) analyysivalikoimaa. Pohjaveden laadun perusmäärityksiä tulisi nykyisestä laajentaa käsittämään kaikkia sellaisia määrityksiä, joihin nyt saatu tutkimusaineisto antaa viitteitä.

SAMMANDRAG

I vattenförvaltningen påbörjades år 1983 en undersökning, vars mål var att utreda olika mänskliga aktiviteters inverkan på grundvattnet. Ett undersökningsobjekt var pälsfarmsområden på åsformationer (4 st.). Fält- och laboratorieundersökningar gjordes under åren 1984 - 1987. Samtidigt gjordes en litteraturstudie över pälsfarmernas inverkan på grundvattnet. I undersökningen har deltagit vatten- och miljöstyrelsen, Kuopio vatten- och miljödistrikt, institutet för arbets- och industrihygien vid Kuopio universitetet, avdelningen för miljöhygien och toxikologi vid Folkhälsoinstitutet samt Statens veterinärmedicinska institut. Huvudfinansiär för arbetet har varit Maj och Tor Nesslings Fond.

Ur grundvattenproven gjordes förutom de sedvanliga fysikalisk-kemiska bestämningarna även bestämningar av tungmetaller (As, Cd, Cr, Cu, Pb, Zn) samt av mikrobiologiska bakterier och virus. På basen av undersökningarna indikerades pälsfarmernas inverkan på grundvattnet av följande

- elektrisk ledningförmåga
- aciditet i närområdet
- kalcium "-
- nitrat i när- och fjärrområdet
- sulfat "-
- totalkväve"-

Sk. bindningsindikatorer (sådana som stöder andra observationer) var enligt undersökningen

- nitrit
- klorid i närområdet
- kemisk syreförbrukning "-
- totalhårdhet "-
- magnesium "-
- pH-tal "-
- koldioxid i när- och fjärrområdet
- ammonium "-
- kalcium i fjärrområdet

Av tungmetallerna observerades i det belastade området tillfälligt förhöjda värden.

Någon tydlig bakteriologisk förorening observerades inte, fastän de kemiska undersökningarna av förorenat grundvatten antydde förekomst av heterotrofa bakterier. Virus observerades inte i de undersökta grundvattensproven.

De mängder ämnen, som transporteras till grundvattnet, är proportionella till jordmånens grovkornighet och omvänt proportionella till skilttjockleken, men inte ens tjocka jordskikt kan eliminera en belastning som pågår tillräckligt länge och i lämpliga förhållanden kan effekterna via t.ex. berggrundens krosszoner utsträcka sig till flera kilometer.

Allt större uppmärksamhet borde fästas vid placeringen av pälsfarmer, och grundvattnets kvalitet inom det planerade farmområdet borde alltid undersökas i förväg.

Vid tillsynen av pälsfarmerna borde de nu erhållna resultaten tas i beaktande genom att öka bl. a. det tidigare använda (ofta oenhetliga) urvalet av analyser. De grundläggande bestämningarna av grundvattenkvaliteten borde utvidgas från det nuvarande till att omfatta alla sådana bestämmningar, som det nu erhållna undersökningsmaterialet ger anledning till.

SUMMARY

The National Board of Waters and Environment started a research project in 1983 to investigate the influence of different human activity on groundwater. A part of the project covered areas of fur farms (4 pc) situated in eskerformations. Field and laboratory studies were made in 1984 - 1987. Simultaneously a literature study concerning the influence of fur farms on groundwater was made. The investigation was made in co-operation with The National Board of Waters and Environment, the Water and Environment District of Kuopio, Department of Environmental Hygiene and Toxicology of Public Health Institute, Institut of Industrial Hygiene of the University of Kuopio and the Veterinary National Institute. The main financier of the work was Maj and Tor Nessling Foundation.

Besides physical and chemical analyses both heavymetal analyses (As, Cd, Cr, Cu, Pb, Zn) and microbiological bacterium and virusanalyses were made. According to the results the best indicators of the influence of the fur farms on the groundwater are:

- conductivity
- acidity in the near distance
- calcium -"-
- nitrate in the near and long distance
- sulphate -"-
- nitrogen tot. -"-

Supporting other observations according this study were the following indicators:

- nitrate
- chloride in the near distance
- BOD - "-
- total hardness - "-
- magnesium - "-
- pH - "-
- carbon dioxide in the near and long distance
- ammonium - "-
- calcium in the long distance

Occasionally heavymetals were observed in the area of the fur farms.

Clear bacteriological pollution were not observed although some hints of the heterotrofical bacteries were observed occasionally in the chemical polluted groundwater. Viruses did not appear in the studied groundwater.

Substances speading into the groundwater are in proportion to coarse-grained soil and inversely in proportion to the thickness of the soil, but even thick soilayers cannot eliminate continuos loading and in favorable circumstances influences can reach e.g. along fracture zones of bedrock as far as several kilometers.

When choosing the location for a fur farm one should pay more attention to and explore beforehand the natural quality of groundwater in the area of the planned fur farm.

In the observation and control of fur farms should be taken into account the results now obtained by adding e.g. former used list of analyses. Basic analyses of groundwater should include such analyses like this study gives reference.

KIRJALLISUUTTA

- Helin, J. 1982. Turkistarhojen aiheuttama ainekuormitus pinta-japohjavesiin. Vesihallituksen monistesarja 140. 176 s.
- Hevy 1985-87 = Helsingin vesi- ja ympäristöpiiri 1985-87. Mustion Minkin turkistarhan aiheuttama pohjaveden pilaantuminen, Karjaan kaupunki. Valvonta-aineisto.
- Huntus, H. & Niemelä, P. 1986. Kannuksen turkistarhan ravinnehuhtoutumat. Väliraportti. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja 23. 29 s.
- Kaijalainen, E. 1972. Aineiden huuhtoutumisesta jokivesiin Etelä-Pohjanmaalla. Diplomityö. Oulun yliopisto. Oulu. 97 s.
- Kalter, S.S, 1986. The role of animals in the waterborne transmission of viruses. Wat. Sci. Tech. 18:241-263.
- Kapperud, G. 1977. Yersinia enterocolitica and yersinia like microbes isolated from mammals and water in Norway and Denmark. Acta Path. Microbiol. Scand. Sect. B. 85:129-135.
- Kapperud, G. and Rosef. 1987. Avian wildlife reservoir of Campylobacter fetus subsp. jejuni, Yersinia sp., and Salmonella spp. in Norway. Appl. Environ. Microbiol. 45:375-380.
- Kauppi, L. 1975. Orgaanisen aineen huuhtoutuminen ja siihen vaikuttavat tekijät. Vesihallitus. Tiedotus 84. Helsinki. 72 s.
- Kjellerup, V. & Lindhard, J. 1974. Minkgodningens inhold af plantereringsstoffer. Dansk Pelsdyravl nr 4, s. 130-131.
- Kleimola, S. 1987. Turkistarhaus ja vedenhankinta. Esitelmä Kaustisen vesihuoltopäivillä 19.11.1987. Liite Vesihuoltoliiton jäsentiedotteeseen 10/1987. 4 s.
- Kovy 1988 = Kokkolan vesi- ja ympäristöpiiri 1988. Selvitys Kaustisen kunnan Tanhuanpään vedenottamon nitraattipitoisuudesta. Tnro 1534 Kovy 5:2. 12 s. 8 liitettä.
- Langeland, G. 1983. Yersinia enterocolitica and Yersinia enterocolitica-like bacteria in drinking water and sewage sludge. Acta Path. Microbiol. Scand. Sect. B. 91:179-185.

- Loikkanen, S. 1984. Ihmisen toiminnan vaikutus pohjaveteen. Väiliraportti I. Kuopion yliopiston työ- ja teollisuushygienian laitos, 22 s. Moniste.
- Lääkintöhallitus 1979. Turkistarhan sijoittamista ja sen hygienisiä järjestelyjä koskevat ohjeet. Ohjekirje. Helsinki. 5 s.
- Mäkelä, Jaakko, Lehtokari, M. & Salmelainen, A. 1981. Turkiseläinten lannan käsittely kompostoimalla. Helven Säätio. Raportti. 56 s.
- Mäkelä, Jorma 1986. Mar-Pek turkistarhan pohjavesivaikutukset, Kinnula. Julkaisematon tutkimusraportti. Keski-Suomen vesipiirin vesitoimisto (vesi- ja ympäristöpiiri). 14 s. + liitteet.
- Mäkelä, Markku 1981. Turkistarhan jätevedet ja niiden käsittely. INSKO 154-81 XII. 15 s.
- Mälkki, E. 1979. Ground-water flow velocity as an indicator of the permeability and internal structure of eskers. Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 32. s. 42. Helsinki.
- Mälkki, E., Sihvonen, K. & Suokko, T. 1987. Ihmisen toiminnan vaikutus pohjaveteen. I Kaatopaikat. 66 s. 9 liitettä. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja 49. Helsinki.
- Mälkki, E., Hedlund, M., Heinonen-Tanski, H., Korhonen, L., Martikainen, P. & Vartiainen, T. 1988. Ihmisen toiminnan vaikutus pohjaveteen. III Hautausmaat. 35 s. 4 liitettä. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja 51. Helsinki.
- Nielsen, J.J. 1975. Hvilke værdier ligger der i minkgodningen?. Sammandrag af enkelte kemiske analyser. Dansk Pelsdyravls nr 4, s. 142-143.
- Saarinen, P. 1975. Etelä-Pohjanmaan rannikkoalueen minkinrehusekoittamoiden jätevesistä ja niiden käsittelystä. Diplomityö. Oulun yliopisto. Oulu. 106 s.
- Shayegani, M., Stone, W. B., DeForge, I., Root, T., Parsons, L. M. and Maupin, P. 1986. Yersinia enterocolitica and related species isolated from wildlife in New York State. Appl. Environ. Microbiol. 52:420-424.
- Suunnittelukeskus Oy 1986. Kirkniemen-Mustion pohjavesiesiintymien likaantuneisuustutkimus. Lohjan kunta. Työn:o 483-4780. 3 s. + liitteet.
- Särkkä, M. 1971. Kasvinravinteiden huuhtoutuminen maaperästä Suomessa. Kemian teollisuus n:o 5, s. 367-382.

Toivio, M. 1982. Turkistarhojen vaikutus pohjavesiin.
Vesipäivä 19.10.1982 Kuopion korkeakoulussa.
Vesihallituksen monistesarja 142. 5 s. + liitteet.

Vesihallitus 1979. Vesiensuojelunäkökohdat turkistarhojen
valvonnassa. Valvontaohje n:o 40. 5 s.

Vesihallitus 1983. Turkistarhojen vesiensuojelutoimenpiteet.
Työryhmän loppuraportti. Vesihallituksen monis-
tesarja 214. 42 s.

Vesihallitus 1984. Esikoe kuiviketurpeen soveltuvuudesta
turkistarhojen lannan ja virtsan käsittelyyn.
Työryhmän loppuraportti. Vesihallituksen monis-
tesarja 271. 19 s.

ANALYYSIMENETELMÄT

Analyysi	Menetelmä	Suorituspaikka
Kiintoaine	VH:213	Kuopion vesi- ja ymp.piirin lab.
Sameus	"	"
Haihdotusjäännös	"	"
Hehkutusjäännös	"	"
Väriluku	"	"
pH-luku	"	"
Sähkönjohtavuus	"	"
Alkaliteetti	"	"
Asiditeetti	"	"
Happi	"	"
COD _{Mn}	"	"
BOD ₇	"	"
Ammonium	"	"
Nitriitti	"	"
Nitraatti	"	"
Kokonaistyyppi	"	"
Fosfaatti	"	"
Kokonaisfosfori	"	"
Kloridi	"	"
Sulfaatti	"	"
Vapaa hiilihappo	"	"
Kokonaiskovuus	"	"
Kalsium	"	" + vesi- ja ymp. hall. tutk.lab.
Mangnesium	"	" "
Rauta	"	"
Mangaani	"	"
Metallit As, Cr, Cu, Cd, Ni, Pb, Zn	SFS 3044	Kuopion yliopisto
Kok.org.hiili	TOC-analysaattori	Vesi- ja ymp. hall.tutk.lab.

Mikrobimääritykset on kuvattu luvussa 8.

VESINÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET Liite 2/1

Näytteenottoaika

Kaustinen, turkistarha-alue I

Näytteenottopisteen no. Kaivo 1

Näytteenotto päivä	30.7.85	3.10.85	26.6.86	24.9.86	17.9.87	3.11.87
Virtaama .. l/min						(Kovy)
Näytteenotto syvyys m	1	0,5	0,5	0,5	0,5	

Lämpötila	5,4	7,8	5,7	7,6	8,2	
Kiintoaine	6	15	2	9,9	3,9	
Sameus	kirkas	kirkas		samea		
Haihdutusjäännös						
Hehkutusjäännös						
Väriluku						
Haju	ummehtunut	lievä		hajuton		
Maku						
pH-luku	5,8	6,1	4,4	4,8	4,5	
Sähkönjohtavuus	94,0	102	82,1	85,5	72,0	
Alkaliniteetti						
Asiditeetti	2,81	1,31		1,00	1,85	
Happi	0,93	2,4	1,8	1,8	1,1	
Happi	7,4	20	14	15	9	
COD _{Mn}	12	7,4	11	5,7	8,2	3,04
COD _{Cr}						
BOD ₇						
Ammonium	59,8	50,7	41,3	19,7	27,1	11,297
Nitriitti	0,06	0,03	0,344	0,09	0,026	0,122
Nitraatti	132,0	237,6	239,2	212,6	229,0	64,680
Kokonaistypppi	53,0	95,0	96,0	70,0	66,0	
Fosfaatti						
Kokonaisfosfori	0,031	0,013	0,032	0,032	0,023	
Fluoridi						
Kloridi	40,3	36,6	35,1	32,9	22	
Sulfaatti	153,0	138,0	81	110	93,0	
Vapaa hiilihappo (CO ₂)	150	83,4	130	67,3	82,7	
Kalkkia syövytt. hiilih. (CO ₂)						
Kokonaiskovuus			1,12	2,14	1,33	
Kalsium		69,3	36,07		40,08	
Magnesium		10,0				
Rauta	0,2					
Rauta ilm. ja suod. näytt. (Fe) mg/l						
Mangaani	1,1	1,5	0,7	1,4	1,8	
Sulfidi						

VESINÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET Liite 2/2

Näytteenottopaikka

Kaustinen, turkistarha-alue I

Näytteenottopisteen no. ~~Kaivo 2~~

Näytteenottopäivä	30.7.85	3.10.85	26.6.86	24.9.86	21.10.87	
Virtaama l/min					(Kovy)	
Näytteenotto syvyys m				hanasta		

Lämpötila	5,5	6,8	5,2	6,5	5,2	
Kiintoaine	3	2	0,5	5,5		
Sameus	kirkas	kirkas		kirkas		
Haihdutusjäännös						
Hekutusjäännös						
Väriluku (Pt) mg/l					5	
Haju	hajuton	hajuton		hajuton		
Maku						
pH-luku	5,7	5,7	5,7	5,6	5,8	
Sähkönjohtavuus $\sqrt{25}$ mS/m	15,4	14,6	14,2	18,7	13,6	
Alkaliniteetti						
Asiditeetti	0,57	0,56		0,69		
Happi (O ₂) mg/l	6,2	2,1	2,5	0,6	2,2	
Happi (O ₂) kyll. %	48	18	20	5	17	
COD _{Mn} mg/l	0,5	0,9	1,3	0,6	2,03	
COD _{Cr} mg/l						
BOD ₇ mg/l						
Ammonium (NH ₄) mg/l	<0,01	0,01	0,006	0,012	0,045	
Nitriitti (NO ₂) mg/l	0,007	<0,003	0,007	0,003	0,006	
Nitraatti (NO ₃) mg/l	34,76	32,56	2,39	42,97	23,760	
Kokonaistypppi (N _{tot}) mg/l	7,8	6,8	4,6	10,0		
Fosfaatti (PO ₄) mg/l						
Kokonaisfosfori (P _{tot}) mg/l	<0,005	<0,005	0,004	0,003		
Fluoridi (F) mg/l						
Kloridi (Cl) mg/l	7	3,8	11,7	9,0		
Sulfaatti (SO ₄) mg/l	13,2	12,1	17,0	17,0		
Vapaa hiilihappo (CO ₂) mg/l	27,3	35,0	39,0	49,4		
Kalkkia syövytt. hiilih. (CO ₂) mg/l						
Kokonaiskovuus mmol/l			0,41	0,61		
Kalsium (Ca) mg/l		12,0	9,62			
Magnesium (Mg) mg/l		3,6				
Rauta (Fe) mg/l	0					
Rauta ilm. ja suod. näytf. (Fe) mg/l						
Mangaani (Mn) mg/l	0,08	0,08	0,06	0,11		
Sulfidi (S) mg/l						

VESINÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET Liite 2/3

Näytteenottoaikka

Kaustinen, turkistarha-alue I

Näytteenottopisteen no. Omaneuula

Näytteenottopäivä	30.7.85	3.10.85	26.6.86	24.9.86	17.9.87	
Virtaama.. l/min						
Näytteenottoisyvyys m	1	0,5	0,5		0,5	

Lämpötila.....°C	8,7	9,5	8,0	8,2	7,1	
Kiintoaine.....mg/l	4	2	0,8	2	0,8	
Sämeus.....FTU	kirkas	kirkas		kirkas	kirkas	
Haihutusjäännös.....mg/l						
Hehkutusjäännös.....mg/l						
Väriluku.....(Pt) mg/l						
Haju.....	hajuton	hajuton		hajuton	hajuton	
Maku.....						
pH-luku.....	5,6	5,5	5,1	5,3	4,6	
Sähkönjohtavuus..... $\sqrt{25}$...mS/m	24,8	24,2	25,5	25,5	22,9	
Alkaliniteetti.....mmol/l						
Asiditeetti.....mmol/l	0,69	0,71		0,79	1,0	
Happi.....(O ₂) mg/l	2,1	1,3	1,5	1,7	0,9	
Happi.....(O ₂) kyll.%	18	12	13	14	7	
COD _{Mn}mg/l	1,2	1,0	1,9	1,2	5,5	
COD _{Cr}mg/l						
BOD ₇mg/l						
Ammonium.....(NH ₄)...mg/l	0,40	0,77	1,55	1,81	1,29	
Nitriitti.....(NO ₂)...mg/l	0,023	0,01	0,036	0,043	0,003	
Nitraatti.....(NO ₃)...mg/l	70,4	79,2	18,0	79,7	71,8	
Kokonaistypppi..(N _{tot})...mg/l	16,0	18,0	19,0	36,0	17,0	
Fosfaatti.....(PO ₄)...mg/l						
Kokonaisfosfori..(P _{tot})...mg/l	0,007	<0,005	0,005	0,008	0,006	
Fluoridi.....(F)....mg/l						
Kloridi.....(Cl)....mg/l	8,9	9,4	10,0	10,3	8,8	
Sulfaatti.....(SO ₄)...mg/l	13,4	12,2	17,0	14,0	14,3	
Vapaa hiilihappo (CO ₂)..mg/l	30,3	39,7	41,6	57,3	49,7	
Kalkkia syövytt.hiilih.(CO ₂)..mg/l						
Kokonaiskovuus.....mmol/l			0,76	0,72	0,52	
Kalsium.....(Ca)....mg/l		20,0	22,04		14,03	
Magnesium.....(Mg)....mg/l		5,1				
Rauta.....(Fe)....mg/l	0					
Rauta ilm. ja suod.näytt.(Fe)mg/l						
Mangaani.....(Mn)....mg/l	0,45	0,46	0,65	0,3	0,51	
Sulfidi.....(S)....mg/l						

VESINÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET Liite 3/1

Näytteenottopaikka

Kaustinen, turkistarha-alue II

Näytteenottopisteen no. Lähde 1.	MP 1			MP 1	
Näytteenottopäivä	30.7.85	3.10.85	26.6.86	24.9.86	17.9.87
Virtaama. l/min					
Näytteenotto syvyys m	0,1	0,1	0,05	1-3	1-3
Lämpötila °C		4,6	4,8	6,8	6,3
Kiintoaine mg/l	1	3	1,2	4,4	1,5
Sämeus FTU	kirkas	kirkas		kirkas	kirkas
Haihutusjäännös mg/l					
Hehkutusjäännös mg/l					
Väriluku (Pt) mg/l					
Haju	hajuton	lievä		hajuton	lievä ummentunut
Maku					
pH-luku	5,7	5,7	5,7	5,4	5,1
Sähkönjohtavuus $\sqrt{25}$ mS/m	36,7	44,9	41,5	45,9	40,0
Alkaliniteetti mmol/l					
Asiditeetti mmol/l	1,53	2,14		1,92	1,62
Happi (O ₂) mg/l	1,1	1,7	1,0	8,6	5,2
Happi (O ₂) kyll. %	8,6	13	8	70	42
COD _{Mn} mg/l	2,7	3,1	3,6	3,4	3,0
COD _{Cr} mg/l					
BOD ₇ mg/l					
Ammonium (NH ₄) mg/l	18,2	16,9	11,35	6,19	8,38
Nitriitti (NO ₂) mg/l	0,106	0,076	0,095	0,118	0,053
Nitraatti (NO ₃) mg/l	52,8	79,2	79,74	107,76	76,3
Kokonaistypppi (N _{tot}) mg/l	15,0	29,0	25,0	27,0	26,0
Fosfaatti (PO ₄) mg/l					
Kokonaisfosfori (P _{tot}) mg/l	0,011	0,012	0,013	0,06	0,022
Fluoridi (F) mg/l					
Kloridi (Cl) mg/l	23,7	27,2	27,6	31,4	30,0
Sulfaatti (SO ₄) mg/l	43	40,6	43	51	43,5
Vapaa hiilihappo (CO ₂) mg/l	94,5	113,4	128	77,0	96,2
Kalkkia syövytt. hiilih. (CO ₂) mg/l					
Kokonaiskovuus mmol/l			0,95	2,77	0,95
Kalsium (Ca) mg/l		26,1		30,06	25,65
Magnesium (Mg) mg/l		9,0			
Rauta (Fe) mg/l	0				
Rauta ilm. ja suod. näytf. (Fe) mg/l					
Mangaani (Mn) mg/l	0,82	0,93	0,46	1,1	0,95
Sulfidi (S) mg/l					

VESINÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET Liite 3/2

Näytteenottoaika

Kaustinen, turkistarha-alue II

Näytteenotto-pisteen no. Lähde 2	MP 2				Kaivo 4
	30.7.85	3.10.85	26.6.86	24.9.86	24.9.86
Näytteenottopäivä					
Virtaama l/min					
Näytteenotto-syvyys m	0,1	0,1	0,05	2-4	
Lämpötila °C		4,8	4,8		4,8
Kiintoaine mg/l	10	1	1,7	32	1,0
Sämeus FTU	kirkas	kirkas		vähän sämää	kirkas
Haihutusjäännös mg/l					
Herkutusjäännös mg/l					
Väriluku (Pt) mg/l					
Haju	hajuton	hajuton		hajuton	hajuton
Maku					
pH-luku	5,6	5,8	5,6	5,7	6,3
Sähkönjohtavuus √25 mS/m	8,5	9,1	9,2	10,1	6,5
Alkaliniteetti mmol/l					
Asiditeetti mmol/l	0,36	0,42			0,19
Happi (O ₂) mg/l	8,0	8,4	8,1		11,4
Happi (O ₂) kyll. %	63	65	63		89
COD _{Mn} mg/l	1,6	2,0	2,2	1,2	0,6
COD _{Cr} mg/l					
BOD ₇ mg/l					
Ammonium (NH ₄) mg/l	0,05	0,04	0,02	0,02	0,005
Nitriitti (NO ₂) mg/l	0,01	0,007	0,006	0,003	0,003
Nitraatti (NO ₃) mg/l	<0,04	<0,04	0	1,17	5,38
Kokonaistyppe (N _{tot}) mg/l	0,06	0,11	0,07	0,32	1,3
Fosfaatti (PO ₄) mg/l					
Kokonaisfosfori (P _{tot}) mg/l	0,029	0,015	0,013	0,05	0,019
Fluoridi (F) mg/l					
Kloridi (Cl) mg/l	6,9	8,1	8,1	9,2	2,9
Sulfaatti (SO ₄) mg/l	19,4	16,8	19	18	8,0
Vapaa hiilihappo (CO ₂) mg/l	18,5	25,3	22,7		12,0
Kalkkia syövytt.hiilih.(CO ₂) mg/l					
Kokonaiskovuus mmol/l			0,22	0,28	0,21
Kalsium (Ca) mg/l		4,6		7,2	5,2
Magnesium (Mg) mg/l		3,4			
Rauta (Fe) mg/l	0,7				
Rauta ilm. ja suod.näytt.(Fe) mg/l					
Mangaani (Mn) mg/l	0,07	0,09	0,07	0,11	0,003
Sulfidi (S) mg/l					

VESINÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET Liite 4/1

Näytteenottoaika Juuka, Turkis-Sampo

Näytteenottopisteen no Lähde 1.

Näytteenottopäivä	8.5.84	24.9.84	12.2.85	14.5.85	30.7.85	9.7.85
Virtaama l/min 50-100 l/min						
Näytteenottoisyvyys m	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Lämpötila °C	4,8	5,0	4,8	4,2	6,5	4,5
Kiintoaine mg/l		1	0	0	1	0,6
Sämeus FTU	kirkas	0		1	0	kirkas
Haihdutusjäännös mg/l		47				
Hehkutusjäännös mg/l		39				
Väriluku (Pt) mg/l	w 3	0		0	5	
Haju	hajuton					hajuton
Maku						
pH-luku	6,44	6,4	6,5	6,5	6,4	6,3
Sähkönjohtavuus $\sqrt{25}$ mS/m	4,33	4,4	4,3	4,2	4,5	4,2
Alkaliniteetti mmol/l		0,23		0,22	0,22	
Asiditeetti mmol/l		0,11	0,12	0,15	0,18	0,16
Happi (O ₂) mg/l	11,4	11,4	10,8	10,9	10,8	10,2
Happi (O ₂) kyll. %	92	92	84	84	88	79
COD _{Mn} mg/l	<1	<0,6	0,2	0,3	<1	0
COD _{Cr} mg/l		12				
BOD ₇ mg/l		<2				
Ammonium (NH ₄) mg/l	0,013	<0,01	<0,01	0,01	0,02	0,005
Nitriitti (NO ₂) mg/l	<1	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0
Nitraatti (NO ₃) mg/l	1,49	1,76	1,41	0,92	1,53	1,37
Kokonaistyyppi (N _{tot}) mg/l	0,466	0,66	0,34	0,23	0,51	0,004
Fosfaatti (PO ₄) mg/l		<0,016		0,022	0,022	
Kokonaisfosfori (P _{tot}) mg/l		0,005	<0,005	<0,005	0,006	0,003
Fluoridi (F) mg/l					0	
Kloridi (Cl) mg/l		2,4	2,3	2,5	2,3	2,3
Sulfaatti (SO ₄) mg/l		3,1	3,6	3,9	3,3	3,0
Vapaa hiilihappo (CO ₂) mg/l		9	8,3	8,7	9	13,4
Kalkkia syövytt.hiilih.(CO ₂) mg/l						
Kokonaiskovuus mmol/l		0,14		0,13	0,14	0,13
Kalsium (Ca) mg/l						0
Magnesium (Mg) mg/l						
Rauta (Fe) mg/l					0,1	
Rauta ilm. ja suod.näytt.(Fe) mg/l						
Mangaani (Mn) mg/l		0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,002
Sulfidi (S) mg/l		<0,01				

VESINÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET Liite 4/2

Näytteenottoaikka

Juuka, Turkis-Sampo

Näytteenottopisteen no. **Lähde 1**

Näytteenottopäivä	1.10.86	14.9.87				
Virtaama... l/min						
Näytteenotto syvyys m	0,1	0,1				

Lämpötila	5,3	5,5				
Kiintoaine	1,6	0,8				
Sameus	kirkas	kirkas				
Haihdutusjäännös						
Hehkutusjäännös						
Väriluku						
Haju	hajuton	hajuton				
Maku						
pH-luku	6,4	6,4				
Sähkönjohtavuus	4,6	4,4				
Alkaliniteetti		0,21				
Asiditeetti	0,20	0,21				
Happi	10,3	9,9				
Happi	81	79				
COD _{Mn}	0,2	0,8				
COD _{Cr}						
BOD ₇						
Ammonium	0,009	0,006				
Nitriitti	0	0				
Nitraatti	1,59	1,35				
Kokonaistyyppi	0,39	0,34				
Fosfaatti						
Kokonaisfosfori	0,009	0,005				
Fluoridi						
Kloridi	1,7	2,1				
Sulfaatti	2,2	3,9				
Vapaa hiilihappo (CO ₂)	12,9	11,8				
Kalkkia syövytt.hiilih.(CO ₂)						
Kokonaiskovuus	0,14	0,14				
Kalsium	2,4	2,8				
Magnesium						
Rauta						
Rauta ilm. ja suod.näytt.(Fe)mg/l						
Mangaani	0,022	0,001				
Sulfidi						

VESINÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET

Liite 5/1

Näytteenottoaikka

Halsua, Kangasahon turkistarha

Näytteenottopisteen no.1....

Näytteenottopäivä	30.07.85	03.10.85				
Virtaama . . l/min		36				
Näytteenotto syvyys m	6 - 9	6 - 9				

Lämpötila °C	4,4	4,9				
Kiintoaine mg/l	25	110				
Sämeus FTU	kirkas	kirkas				
Haihdutusjäännös mg/l						
Hehkutusjäännös mg/l						
Väri luku (Pt) mg/l						
Haju	hajuton	hajuton				
Maku						
pH - luku	6,3	6,3				
Sähkönjohtavuus $\sqrt{25}$ mS/m	5,3	5,3				
Alkaliniteetti mmol/l						
Asiditeetti mmol/l	0,27	0,31				
Happi (O ₂) mg/l	3,1	7,6				
Happi (O ₂) kyll. %	32	59				
COD _{Mn} mg/l	0,3	0,6				
COD _{Cr} mg/l						
BOD ₇ mg/l						
Ammonium (NH ₄) . . mg/l	0,01	0,02				
Nitriitti (NO ₂) . . mg/l	<0,003	< 0,003				
Nitraatti (NO ₃) . . mg/l	1,63	1,63				
Kokonaistyyppi . . (N _{tot}) . . mg/l	0,34	0,38				
Fosfaatti (PO ₄) . . mg/l						
Kokonaisfosfori . . (P _{tot}) . . mg/l	0,023	0,19				
Fluoridi (F) mg/l		0				
Kloridi (Cl) mg/l	3,3	3,2				
Sulfaatti (SO ₄) . . mg/l	3,1	2,0				
Vapaa hiilihappo (CO ₂) . mg/l	13,3	18,3				
Kalkkia syövytt.hiilih.(CO ₂) . mg/l						
Kokonaiskovuus mmol/l		0,14				
Kalsium (Ca) mg/l		2,4				
Magnesium (Mg) . . . mg/l		1,9				
Rauta (Fe) mg/l		0,1				
Rauta ilm. ja suod.näytt.(Fe)mg/l						
Mangaani (Mn) mg/l	0,01	0,08				

VESINÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET Liite 5/2

Näytteenottoaikka

Halsua, Kangasahon turkistarha

Näytteenottopisteen no 2					
Näytteenottopäivä	30.07.85	03.10.85			
Virtaama . . l/min		120			
Näytteenotto syvyys m	4 - 7	4 - 7			
Lämpötila °C	5,0	5,2			
Kiintoaine mg/l	14	180			
Sameus FTU	kirkas	kirkas			
Haihdutusjäännös mg/l					
Hehkutusjäännös mg/l					
Väriluku (Pt) mg/l					
Haju	hajuton	hajuton			
Maku					
pH-luku	6,3	6,3	.		
Sähkönjohtavuus $\sqrt{25}$ mS/m	8,6	8,5			
Alkaliniteetti mmol/l					
Asiditeetti mmol/l	0,34	0,40			
Happi (O ₂) mg/l	8,3	2,1			
Happi (O ₂) kyll. %	64	16			
COD _{Mn} mg/l	0,2	0,7			
COD _{Cr} mg/l					
BOD ₇ mg/l					
Ammonium (NH ₄) . . . mg/l	< 0,01	0,02			
Nitriitti (NO ₂) . . . mg/l	< 0,003	< 0,003			
Nitraatti (NO ₃) . . . mg/l	1,67	1,8			
Kokonaistypppi (N _{tot}) . . . mg/l	0,36	0,38			
Fosfaatti (PO ₄) . . . mg/l					
Kokonaisfosfori (P _{tot}) . . . mg/l	0,01	0,06			
Fluoridi (F) mg/l		0			
Kloridi (Cl) mg/l	7,0	7,1			
Sulfaatti (SO ₄) . . . mg/l	6,5	6,0			
Vapaa hiilihappo (CO ₂) . . . mg/l	18,1	22,0			
Kalkkia syövytt. hiilih. (CO ₂) . . . mg/l					
Kokonaiskovuus mmol/l		0,28			
Kalsium (Ca) mg/l		4,4			
Magnesium (Mg) mg/l		4,1			
Rauta (Fe) mg/l		0,2			
Rauta ilm. ja suod. näytt (Fe) mg/l					
Mangaani (Mn) mg/l	< 0,01	0,03			

VESINÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET

Liite 6/1

* Näytteenottoaikka

Veteli, Pitkäkankaan turkistarha

Näytteenottopisteen no. 1	MP 1		MP 1			
Näytteenottopäivä	30.7.85	3.10.85	24.9.86	17.9.87		
Virtaama .. l/min	300	300	300	75		
Näytteenottosyvyys m	6-10	6-10	6-9	6-9		
Lämpötila	4,2	4,6	4,8	4,2		
Kiintoaine	2	31	13	0,5		
Sämeus	kirkas	kirkas		kirkas		
Haihutusjäännös						
Hehkutusjäännös						
Väriluku						
Haju	hajuton	hajuton		hajuton		
Maku						
pH-luku	5,3	5,3	5,6	5,6		
Sähkönjohtavuus	13,7	17,6	6,2	7,2		
Alkaliniteetti						
Asiditeetti	1,19	1,69	0,83	0,72		
Happi	7,1	8,4	6,4	2,5		
Happi	54	65	50	19		
COD _{Mn}	0,1	0,8	0,5	0,4		
COD _{Cr}						
BOD ₇						
Ammonium	0,02	0,12	0,006	0,005		
Nitriitti	0,01	0,02	0	0,08		
Nitraatti	28,16	52,8	8,42	18,8		
Kokonaistypppi	6,1	10,0	1,9	4,3		
Fosfaatti						
Kokonaisfosfori	0,007	0,021	0,12	0,016		
Fluoridi		0,02				
Kloridi	13,2	15,6	6,2	4,9		
Sulfaatti	0	0	1,5	1,2		
Vapaa hiilihappo (CO ₂)	70,9	89,2	59,5	34,7		
Kalkkia syövytt.hiilih.(CO ₂)						
Kokonaiskovuus			0,17	0,19		
Kalsium		14,8	4,41	4,81		
Magnesium		4,1				
Rauta		0,8				
Rauta ilm. ja suod.näytt.(Fe)mg/l						
Mangaani	0,04	0,09	0,04	7,0		
Sulfidi						

VESINÄYTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET Liite 6/2

Näytteenottoaika

Veteli, Pitkäkankaan turkistarha

Näytteenottoasteen no 2
 Näytteenottoaika
 Virtaama . . l/min
 Näytteenottoaika m

30.07.85	03.10.85				
	(otin)				
7 - 8	7 - 8				

Lämpötila	°C	5,2	6,0			
Kiintoaine	mg/l	2700	550			
Sameus	FTU	samea	samea			
Hahdutusjaannos	mg/l					
Hehkutusjaannos	mg/l					
Variluku	(Pt) mg/l					
Haju						
Maku						
pH-luku		7,2	6,4			
Sähkönjohtavuus	√25 mS/m	5,6	3,8			
Alkaliniteetti	mmol/l					
Asiditeetti	mmol/l	0,06	0,21			
Happi	(O ₂) mg/l	0	0,2			
Happi	(O ₂) kyll. %	0	2			
COD _{Mn}	mg/l	26	3,5			
COD _{Cr}	mg/l					
BOD ₇	mg/l					
Ammonium	(NH ₄) mg/l	0,11 *	0,05 *			
Nitriitti	(NO ₂) mg/l	0,01 *	0,007*			
Nitraatti	(NO ₃) mg/l	0,04 *	0,09 *			* Sentrifugoitu
Kokonaistyyppi	(N _{tot}) mg/l	1,2	0,37			
Fosfaatti	(PO ₄) mg/l					
Kokonaisfosfori	(P _{tot}) mg/l	7,9	1,6 *			
Fluoridi	(F) mg/l		0,03			
Kloridi	(Cl) mg/l	4,4	2,7			
Sulfaatti	(SO ₄) mg/l	2,9 *	33,0 *			
Vapaa hiilihappo (CO ₂)	mg/l	9,7	15,5			
Kalkkia syövytt.hiilih(CO ₂)	mg/l					
Kokonaiskovuus	mmol/l					
Kalsium	(Ca) mg/l		4,4			
Magnesium	(Mg) mg/l		2,7			
Rauta	(Fe) mg/l	3,4	8,1			
Rauta ilm.ja suod.naytt(Fe)	mg/l					
Mangani	(Mn) mg/l	1,6 *	1,1			

VESINÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET

Liite 6/3

Näytteenottoaikka

Veteli, Pitkäkankaan turkistarha

Näytteenottopisteen no 3

Näytteenottopäivä	30.07.85	03.10.85				
Virtaama l/min	80	80				
Näytteenotto syvyys m	6 - 10	6 - 10				
Lämpötila °C	4,2	5,0				
Kiintoaine mg/l	45	36				
Sämeus FTU	kirkas	kirkas				
Haihutusjäänös mg/l						
Hehkutusjäänös mg/l						
Väriluku (Pt) mg/l						
Haju		hajuton				
Maku						
pH-luku	6,1	6,1				
Sähkönjohtavuus $\sqrt{25}$ mS/m	3,2	3,2				
Alkaliniteetti mmol/l						
Asiditeetti mmol/l	0,27	0,28				
Happi (O ₂) mg/l	6,2	5,9				
Happi (O ₂) kyll. %	48	46				
COD _{Mn} mg/l	0,2	0,5				
COD _{Cr} mg/l						
BOD ₇ mg/l						
Ammonium (NH ₄) mg/l	0,01	0,02				
Nitriitti (NO ₂) mg/l	< 0,003	< 0,003				
Nitraatti (NO ₃) mg/l	0,11	0,12				
Kokonaistypppi (N _{tot}) mg/l	0,72	0,07				
Fosfaatti (PO ₄) mg/l						
Kokonaisfosfori (P _{tot}) mg/l	0,06	0,091				
Fluoridi (F) mg/l		0,02				
Kloridi (Cl) mg/l	1,2	1,4				
Sulfaatti (SO ₄) mg/l	3,8	3,7				
Vapaa hiilihappo (CO ₂) mg/l	10,6	15,5				
Kalkkia syövytt.hiilih.(CO ₂) mg/l						
Kokonaiskovuus mmol/l						
Kalsium (Ca) mg/l		2,0				
Magnesium (Mg) mg/l		1,5				
Rauta (Fe) mg/l	0	0,4				
Rauta ilm. ja suod.naytt (Fe) mg/l						
Mangaani (Mn) mg/l	0,04	0,07				

VESINÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET

Liite 7/1

Näytteenottoaikka

Mustion minkkitarha

	K 1	K 1	K 1	K 1		
Näytteenottopisteen no.	17.9.85	21.10.85	24.3.86	6.7.87		
Näytteenottopäivä						
Virtaama. . . l/min						
Näytteenotto syvyys m		9,8		0,2		
Lämpötila	6,2	6,0	6,0	6,1		
Kiintoaine						
Sameus	0,20	0,40	3,2	0,3		
Haihutusjäännös						
Hehkutusjäännös						
Väri luku	<5	5	5	5		
Haju						
Maku						
pH-luku	6,8	6,9	6,9	6,8		
Sähkönjohtavuus	45	48	43	46		
Alkaliniteetti	1,63	0,89	1,75	1,63		
Asiditeetti						
Happi	6,3	6,8	6,7	6,3		
Happi	51	55	54	51		
COD _{Mn}	5,2	3,2	4,0	9,6		
COD _{Cr}						
BOD ₇						
Ammonium	0,19	0,85	0,41	1,1		
Nitriitti	0,02	0,04	0,03	0,07		
Nitraatti	69,8	62,0	62	70,8		
Kokonaistyyppi		20,9	14			
Fosfaatti	0,02	0,03	0,03	<0,01		
Kokonaisfosfori		<0,01	0,01			
Fluoridi						
Kloridi	30	28		30		
Sulfaatti			-	35		
Vapaa hiilihappo (CO ₂)						
Kalkkia syövytt.hiilih.(CO ₂)						
Kokonaiskovuus	1,54		1,45	1,59		
Kalsium						
Magnesium						
Rauta	0,01	-	0,16	0,04		
Rauta ilm. ja suod.näytt.(Fe)mg/l						
Mangaani		0,10		0,10		
Sulfidi						

VESINÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET

Liite 7/2

Näytteenottopaikka

Mustion minkkitarha

	K 2	K 2	K 2	Lä 4	Lä 4
Näytteenottopisteen no.					
Näytteenottopäivä	17.9.85	21.10.85	24.3.86	21.10.85	6.7.87
Virtaama.. l/min					
Näytteenotto syvyys m			20		
Lämpötila	6,0	6,2	5,8	5,4	7,8
Kiintoaine					
Sämeus	93	24	59	5,5	3,0
Haihutusjäännös					
Hehkutusjäännös					
Väriluku	5	5 suod	5	5	5
Haju					
Maku					
pH-luku	9,4	8,4	9,5	7,3	7,0
Sähkönjohtavuus	25	27	18	100	90
Alkaliniteetti	0,56	1,16	1,30	0,98	1,03
Asiditeetti					
Happi	0,2	0,6	0,1	6,4	4,7
Happi	2	5	1	51	40
COD _{Mn}	11	6,0	6,0	25	20
COD _{Cr}					
BOD ₇					
Ammonium	2,2	0,08	4,6	0,02	0,01
Nitriitti	0,13	2,0	0,10	<0,01	0,01
Nitraatti	46,5	75,8	0,04	306	204
Kokonaistyyppi		17,5	3,0	70	
Fosfaatti	0,02	0,07	0,09	0,03	<0,01
Kokonaisfosfori		0,03	0,02	0,01	
Fluoridi					
Kloridi	12	9,0		110	140
Sulfaatti			19		48
Vapaa hiilihappo					
Kalkkia syövytt.hiilih.					
Kokonaiskovuus	0,51		0,38		3,37
Kalsium					
Magnesium					
Rauta	17,2	4,3	15	0,10	0,08
Rauta ilm. ja suod.näytt.(Fe) ..					
Mangaani	-	0,05		0,03	0,04
Sulfidi					

VESINÄYTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET Liite 7/3

Näytteenottoaikka

Mustion minkkitarha

	HP 200	HP 200	HP 201	HP 201	HP 202	HP 202
Näytteenottopisteen no.	24.3.86	6.7.87	24.3.86	6.7.87	24.3.86	6.7.87
Näytteenottopäivä						
Virtaama.. l/min						
Näytteenotto syvyys m	21,5	-	17,5		15,5	
Lämpötila	-	6,9	-	6,5	-	7,2
Kiintoaine						
Sameus	310	49	6,8	0,2	(1900?)	25
Haihutusjäännös						
Hehkutusjäännös						
Väriluku	60 suod	40 suod	5	5	30 suod	10 suod
Haju						
Maku						
pH-luku	8,1	9,0	7,0	6,6	7,0	7,5
Sähkönjohtavuus	14	8,2	18	20	65	57
Alkaliniteetti	0,74	0,52	0,94	0,72	1,28	1,07
Asiditeetti						
Happi	2,6	9,5	11,4	10,3	9,4	4,6
Happi	-	78	-	83		38
COD _{Mn}	18	2,4	2,8	2,0	39	9,2
COD _{Cr}						
BOD ₇						
Ammonium	0,17	0,04	0,01	<0,01	0,12	0,05
Nitriitti	0,06	<0,01	0	<0,01	0,79	0,02
Nitraatti	9,7	0,08	24	44,3	199	186
Kokonaistyyppi	2,2		18		45	
Fosfaatti	0,43	0,15	0,02	<0,01	W4,6	0,15
Kokonaisfosfori	0,19		0,01		W1,0	
Fluoridi						
Kloridi		1,7		6,4		25
Sulfaatti	26	24	9,9	13	140	33
Vapaa hiilihappo (CO ₂)						
Kalkkia syövytt. hiilih. (CO ₂)						
Kokonaiskovuus	0,56	0,33	0,75	0,81	3,08	2,51
Kalsium						
Magnesium						
Rauta	7,7	W1,8	0,33	0,02	94	W1,5
Rauta ilm. ja suod. näytt. (Fe) mg/l						
Mangaani		0,24		<0,01		0,16
Sulfidi						

VESINÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET

Liite 7/4

Näytteenottoaikka

Mustion minkkitarha

	HP 203	HP 203	HP 204	HP 204		
Näytteenottopisteen no.						
Näytteenottopäivä	24.3.86	6..7.87	24.3.86	6.7.87		
Virtaama. . l/min						
Näytteenotto syvyys m	17,5		15,5			

Lämpötila		6,4		7,0		
Kiintoaine						
Sämeus	57	0,25	27	0,5		
Haihdutusjännös						
Hehkutusjännös						
Väriluku	60	5	70	5		
Haju						
Maku						
pH-luku	7,2	8,4	6,7	6,5		
Sähkönjohtavuus	59	42	11	9,7		
Alkaliniteetti	0,53	0,48	0,41	0,35		
Asiditeetti						
Happi	5,1	4,7	8,9	10,1		
Happi	-	38	-	83		
COD _{Mn}	4,8	1,6	4,0	2,8		
COD _{Cr}						
BOD ₇						
Ammonium	0,17	<0,01	0,03	<0,01		
Nitriitti	0,03	<0,01	0,01	<0,01		
Nitraatti	168	128	1,9	1,9		
Kokonaistyyppi	38		0,44			
Fosfaatti	0,05	<0,01	0,04	<0,01		
Kokonaisfosfori	0,35		0,10			
Fluoridi						
Kloridi		26		3,6		
Sulfaatti	38	30		21		
Vapaa hiilihappo						
Kalkkia syövytt. hiilih.						
Kokonaiskovuus	2,32	1,68	0,40	0,35		
Kalsium						
Magnesium						
Rauta	5,8	0,03	3,1	0,05		
Rauta ilm. ja suod. näytt.						
Mangaani		<0,01		<0,01		
Sulfidi						

HAVAINTOKAIVOJEN JA PUTKIEN KORKEUDET

Kaustinen ($N_{6,0}$ -taso)

MP 1 = pp.	+57,82,	W	+55,92 - 56,78
MP 2 = pp.	+56,07*),	W	+54,79
K 4 = kk.	+57,46,	W	+53,53 - 53,58

Veteli (peruskarttataso)

P 1 = pp.	+92,37,	W	+87,21 - 87,46
P 2 = pp.	+93,91,	W	+87,35 - 87,52
P 3 = pp.	+91,30,	W	+87,39 - 87,62
MP 1 = pp.	+92,91,	W	+87,95 - 88,04

Halsua ($N_{4,3}$)

P 1 = pp.	+135,48,	W	+130,63 - 130,75
P 2 = pp.	+131,43,	W	+129,66 - 129,84

*) putken korkeusasemaa myöhemmin muutettu?

VALTION ELÄINLÄÄKETIETEELLINEN LAITOS

Postilokero 368 00101 Helsinki 10 tai
Hämeentie 57 00550 Helsinki 55
Puhelin 736046 (8.00—16.15)
Postisiirtotili 2766-9

Helsinki, 28.8.1985/ss

Kirsi Sihvonen
Kuopion yliopisto

DN:o Vi 927/996/1-10/85

PL 6
70211 KUOPIO

Omistaja:

Näyte (saap.) 10 KTL:ssä konsentroitua vesinäytettä (30.7.85)

Tutkittu: eristyskokein kudosviljelmissä parvoenteriittiviruksen ja
Aleutian tautiviruksen varalta

Tutkimuksesta vastaa: FK Pirjo Veijalainen Tutkimusmaksu 266:- mk

Tutkimustulos: 10 vesinäytettä turkistarhoilta Lasku n:o 4267, 28.8.

1. Halsua	1. fraktio
2. "	2. fraktio
3. Kaustinen/lähde 1	1. fraktio
4. "	2. fraktio
5. Kaustinen/lähde 2	1. fraktio
6. "	2. fraktio
7. Kaustinen/kaivo	1. fraktio
8. "	2. fraktio
9. Juuka	1. fraktio
10. "	2. fraktio

Pasasoitu kaksi kertaa soluviljelmissä.

Virukset on pyritty toteamaan immunofluoresenssivärjäyksin.

Kaikki näytteet olivat kielteisiä kummankin parvoviruksen
suhteen.

Aleutiantautivirus on tarhoilla hyvin yleinen ja sen on todettu

Tiedoksi: säilyvän infektiivisena pintavedessä.

MMMEC Hki 10

Helvi Vasenius

Helvi Vasenius
vs. johtaja, ELT

VALTION ELÄINLÄÄKETIETEELLINEN LAITOS

Postilokero 368 00101 Helsinki 10 tai
Hämeentie 57 00550 Helsinki 55
Puhelin 736 046 (8.00—16.15)
Postisiirtotili 2766-9

Helsinki, 23.10.1985/ss

ETULA-Tukiainen

Kuopion Yliopisto
Kuopion työ- ja teol.hyg.laitos

DN:o Vi 1273/1364/85

PL 6

L 70211 KUOPIO

Omistaja: Tuija Pöyry

Näyte (saap. 8.10.) 8 kpl konsentroituja vesinäytteitä

Tutkittu: eristyskokein soluviljelmissä turkiseläinten parvovirusten varalta

Tutkimuksesta vastaa: FK Pirjo Veijalainen

Tutkimusmaksu 230:- mk

Tutkimustulos:

Lasku n:o 4033,23.10.85

Kielteisiä.

Tutkitut näytteet:

1. Kaustinen lähde a+b
2. Kaustinen lähde 2 a+b
3. Kaustinen turkist.kaivo a+b
4. Hälsua

Tiedoksi: MMMEO Hki 10

Esko Nurmi

Esko Nurmi
Johtaja, professori

ALTION ELÄINLÄÄKETIETEELLINEN LAITOS

Postilokero 368 00101 Helsinki 10 tai
 Päämeentie 57 00550 Helsinki 55
 puhelin 736046 (8.00—16.15)
 Postisiirtotili 2766-9

Helsinki, 13.11.1985/b1

N:o Vi 1375/1480/85

ETULA-Tukiainen
 Kuopion Yliopisto
 Työ- ja teollisuushyg.laitos
 PL 6
 70211 KUOPIO

lähettäjä: Juuan turkistarha, lähde 1

näyte (saap. 25.10.) konsentroidu vesinäyte 1 ja 2

luovutettu: eristyskokein soluviljelmissä parvoviruksen varalta

Tutkimuksesta vastaa: FK Pirjo Veijalainen Tutkimusmaksu 122 mk

Lasku no 4136, 13.11.85

Tutkimustulos: Näytteissä ei todettu parvovirusta.

Näytteitä lähetettäessä osoite, mihin vastaus lähetetään, on välttämätön.

lisädoksi:

MMMEO

Esko Nurmi

Esko Nurmi
 Johtaja, professori

