

Loppuraportti

Hevosten juoksutarhojen maaperän ominaisuudet ja valumavesien puhdistus

Håkan Jansson ja Aaro Närvänen
MTT/Maaperä ja ympäristö
31600 Jokioinen

Helena Jansson
MTT/Hevostalous
32100 Ypäjä



HÄMEEN
YMPÄRISTÖKESKUS



AGROPOLIS OY



Sisällysluettelo

- 1 Johdanto
- 2 Aineisto ja menetelmät
- 3 Tulokset ja tulosten tarkastelu
 - 3.1 Maanäytteet
 - 3.2 Vesinäytteet
 - 3.3 Koepuhdistamot
- 4 Yhteenveto
- 5 Kirjallisuus
- 6 Liitteet

1 Johdanto

Suomen tallialueet on havaittu huomattaviksi fosforin kuormituslähteiksi mm. Rehtijärven kuormitusselvityksissä (Jansson & Jansson, 1996). Hevostallien juoksutarhojen ulosteet ja tarhojen ruokintajätteet ovat kuormituksen syitä. Tarhoissa maa tiivistyy ja vesi poistuu vain pintavalumana. Tästä on seurauksena että fosfori ei pidäty alempiin maakerrokseen vaan kulkeutuu pintavalumien mukana vesistöihin. Tutkimuksissa on havaittu, että myöskin hevosurheilun alueiden helppoliukoisien fosforin pitoisuudet ovat korkeita eli samaa luokkaa kuin Suomen peltoalueilla. Näin ollen myös hevosalueilla olisi pyrittävä vähentämään fosforikuormitusta (Jansson, ym., 2002).

Kun verrattiin Ypäjän tallialueiden juoksutarhojen ja pihattoalueiden pintamaan helppoliukoisien fosforin pitoisuuksia keskenään havaittiin että pihattoalueiden fosforipitoisuudet olivat keskimäärin huomattavasti korkeampia vaikka pihattoalueiden pintakerroksista makuutilan, ulkoilun alueitten ruokintapaikkojen ja makuuhallien edustan pintakerros vaihdetaan vuosittain. Verrattuna jaloittelutarhoihin korsirehut oli annettu pihatoissa aina ulos joko ruokintahäkkiin tai vaihtoehtoisesti suurpaaleissa maanpäälle. Tutkimuksen korkein maan fosforipitoisuus löytyi lisäruokintapaikalta ja toiseksi korkein hevosten käyttämältä sontimisalueelta (Jansson ym., 2002).

Alustavissa hevosvesien saostuskokeissa (Närvänen ym., 2001) saatiin hevostarhojen ja tallialueiden vesistä ferrisulfaatin avulla fosforipitoisuus alenemaan saostuksen ja selkeytyksen avulla siinä määrin, että fosforia oli enää saman verran kuin metsistä valuvissa vesissä keskimäärin.

Vuonna 2003 alkaneen hevosten juoksutarhojen ravinnekuormitusta selvittävän tutkimushankkeen tavoitteena oli tutkia fosforin ja typen kertymistä ja kulkeutumista maaperässä sekä ravinteiden poistamista tarhojen valumavesistä laskeutusaltaan yhteydessä tehtävän kemiallisen saostuksen avulla. Hankkeen yhteistyötahoina toimivat Agropolis Oy, Hämeen Ympäristökeskus, Vekkilän museotila Tammelasta ja MTT:n ympäristöntutkimus, hevostutkimus ja Jokioisten kartanot.

2 Aineisto ja menetelmät

Näytteenotto ja näytteiden esikäsittely

Maanäytteitä otettiin viidestä kerroksesta (0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 cm). Näytteet otettiin syyskuun aikana 2003 erikseen maan epäorgaanista typen analysointia varten (pakastettiin) ja erikseen maan viljavuusanalyysiin sekä maan hiilen ja kokonaistypen analysointia varten. Maan viljavuusanalyysiin menevät osanäytteet olivat viikon verran kuivatuksessa (+35°C), jonka jälkeen maanäytteet homogenisoitiin (analyysiin 2 mm seulaa läpäissyt maa).

Vekkilän tallin kummankin ulkoilutahan alakulmaan asennettiin maan sisään 40 cm:n syvyyteen vajoveden keräämiseksi lysimetri (kahden litran imuletkulla varustettu pullo, jonka päällä on kvartsihiekkalla täytetty suppilo).

Vesinäytteet otettiin puolen litran muovipulloihin. Puhdistamon vesinäytteet otettiin valumapainoitteisesti siten, että pyrittiin ottamaan tulevasta ja lähtevästä vedestä valumahuipun aikana näytteitä. Joitakin näytteitä otettiin myös lisäksi valumahuipun jälkeen lähtevästä vedestä, koska allas tasasi lähtevän veden valumia ja haluttiin nähdä kuinka puhdistamo toimii yhden valumahuipun ajan. Vesinäytteet säilytettiin analysointipäivään saakka kylmävarastossa (+2°C).

Näytteiden analysointi

Maanäytteistä tehtiin käsivarainen maalajimääritys ennen niiden kuivatusta. Maan viljavuusanalyysi tehtiin Vuorisen ja Mäkitien (1955) menetelmää käyttäen. Epäorgaaninen typi analysoitiin kuten Esala (1992) on kuvannut uuttamalla näytteet 2-molaarisella kaliumkloridiliuoksella. Tulokset ilmoitettiin milligrammoina maalitraa kohti. Vesinäytteistä määritettiin liuennut fosfori eli ortofosfaattifosfori (PO₄-P), kokonaisfosfori (kok-P), ammoniumtppi (NH₄-N), nitraattityppi (NO₃-N) ja kokonaistyppi (kok-N), pH ja johtoluku. Kokonaisfosfori mitattiin happohajotuksen (fluorivety rikkihappo) jälkeen.

3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

3.1 Maanäytteet

Maalajit

Näytepisteissä pintakerroksen (0-20 cm) maalajit olivat 11 pisteessä hietamoreenia, kahdessa hietasavea ja kahdessa aitosavea. Maalaji muuttui maaprofiilissa syvemmällä hienojakoisempaan suuntaan. Neljässä näytepisteessä oli alin kerros (80-100 cm) aitosavea, neljässä pisteessä hietasavea, yhdessä hiesusavea, yhdessä liejusavea ja muut hietamoreenia.

pH

Tässä tutkimuksessa mitattu pintakerroksen pH on korkeampi, 6,38 kuin meidän peltojemme pH on keskimäärin 5,76 (Mäkelä-Kurtto ym., 2002). Ainoastaan

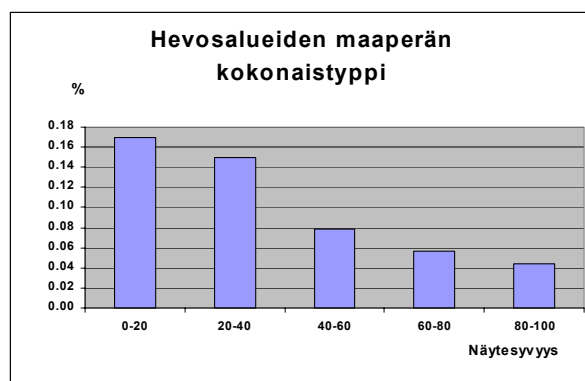
Karrinmäen näytteenottopaikassa pH oli keskimääräistä suomalaisen pellon happamuustasoa. Silmiinpistävän korkea pH löytyi B-pihaton ruokinta-alueelta, missä maaprofiilistä löytyi kohtia, missä pH oli lähes 8 (Liite 1). Tämä on hyvin korkea pH Suomen oloissa. Mäkelä-Kurton ym. tutkimuksissa Suomen peltojen pintamaan maksimiarvo oli 7,72. B-pihatoalueelta valuvien vesien pH:t ovatkin tässä tutkimuksessa olleet korkeita (Liite 3).

Johtoluku

Tässä tutkimuksessa mitattu juoksutarhojen maan johtoluvun keskiarvo on hyvin lähellä Suomen viljelymaan johtoluvun keskiarvoa (Mäkelä-Kurto, ym., 2002). Suurimmat johtoluvut mitattiin juoksutarhojen pintamaasta (Liitteet 1 ja 2).

Hiili ja kokonaistyyppi

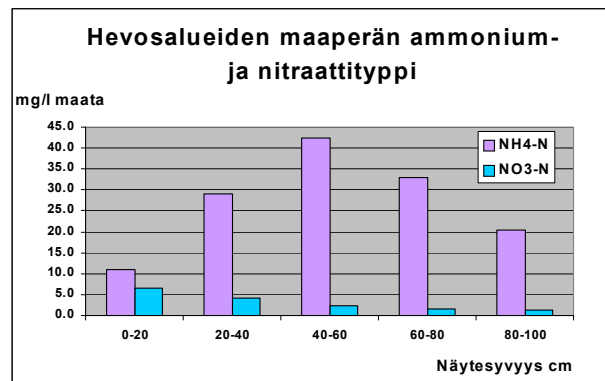
Tutkimalla juoksutarhojen hiilen ja typen suhteita ja määriä maassa haluttiin selvittää mikä on tarhojen humuskertymä ja minkä verran maan mikrobeille on käytettävissä tyyppiä verrattuna hiileen. Tätä tietoa tarvitaan typpilannoituksen mitoituksessa, mikäli maamassoja käytetään pellolla. Tässä tutkimuksessa ilmeni että juoksutarhojen maan hiilen pitoisuudet olivat alhaisempia kuin Suomen pelloilla (Mäkelä-Kurto ym., 2002). Myöskin maan totaalityppipitoisuudet ovat alemmalla tasolla kuin aikaisemmin on Suomen peltomaasta mitattu (Sillanpää, 1982). Juoksutarhojen typen ja hiilen suhde oli keskimäärin normaalia tasoa.



Kuva 1. Maanäytteiden kokonaistypen keskiarvot eri maakerroksissa.

Nitraattityppi ja ammoniumtyppi

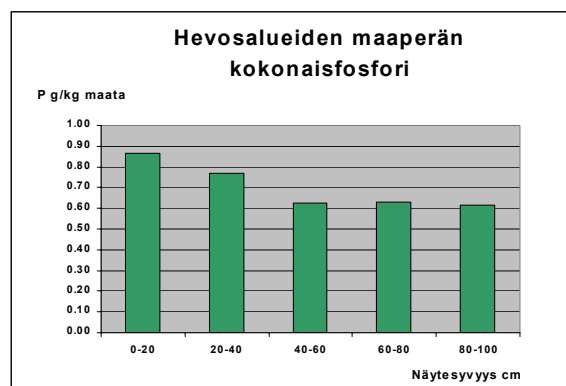
Kun viljelytarkoituksessa tutkitaan nitraattitypen ja ammoniumtypen määriä maassa mitataan niitä määriä yleensä metriin asti ja ilmoitetaan tulos kilogrammoina hehtaarilla. Tässä tutkimuksessa mitattuja nitraattityppimääriä ei poikkea pelloilta mitatuista. Ammoniumtyppiä on sensijaan selvästi enemmän kuin mitä peltotutkimuksissa on mitattu (Esala, 1992, Nykänen, 2002). Ammoniumtyppiä oli eniten B-pihaton ruokintapaikasta otetuissa näytteissä. Siellä pitoisuudet olivat samaa suuruusluokkaa kuin mitä lihanautojen metsälaidunten ruokintapaikoilla on mitattu (Uusi-Kämpä ym., 2003). On huomioitava että siellä missä mitattiin korkea ammoniumtyppipitoisuus oli myös korkea pH.



Kuva 2. Maanäytteiden ammonium- ja nitraattitypen keskiarvot eri maakerroksissa.

Kokonaisfosfori

Uusitalo (2004) on mitannut eri koepaikkojen pintamaiden kokonaisfosforipitoisuuksia. Niiden pitoisuudet vaihtelivat 1150 – 1760 mg/kg välillä. Tässä tutkimuksessa vaihteluväli oli huomattavan laajaa (510 –2060 mg/kg maata) johtuen ilmeisesti siitä että tässä aineistossa on myöskin karkean maalajin maanäytteitä.

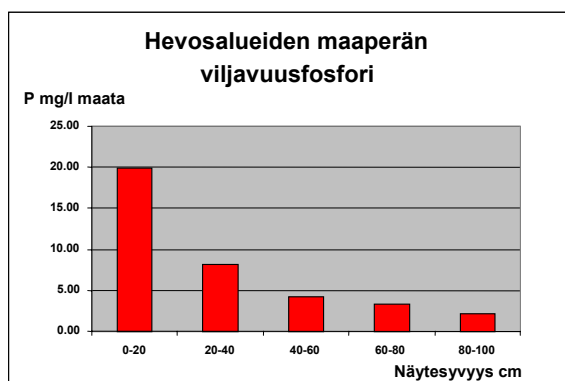


Kuva 3. Maanäytteiden kokonaisfosforin keskiarvot eri maakerroksissa.

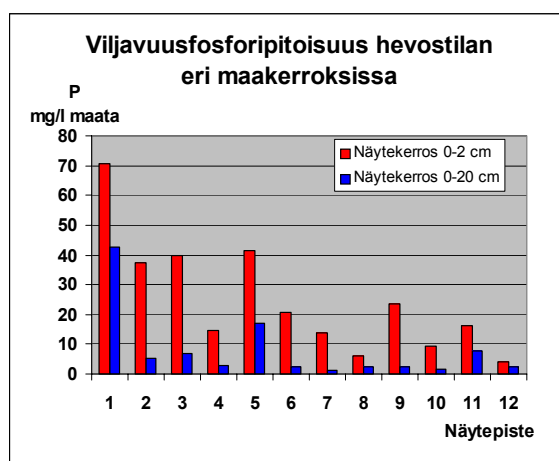
Viljavuusfosfori

Viljavuusanalyysien tulkinnessa käytetyt viljavuusluokat ovat huono, huononlainen, välttävä, tyydyttävä, hyvä, korkea ja arveluttavan korkea. Pintakerroksen (0-20 cm) fosforilukemat vaihtelivat huonosta arveluttavan korkeaan. Verrattuna Mäkelä-Kurton, ym., (2002) ilmoittamaan viljelymaidon viljavuusfosforiin oli tässä tutkimuksessa pintamaiden fosforipitoisuuskeskiarvo selkeästi korkeampi.

Lamminkylän hevostilan pitkäaikaisessa käytössä olleiden tarhojen pintamaiden (0-2cm) viljavuusfosforipitoisuudet olivat huomattavasti paksumpaa kerrosta (0-20cm) korkeammat (Kuva 5).



Kuva 4. Maanäytteiden viljavuusfosforin keskiarvot eri maakerroksissa.



Kuva 5. Lamminkylän hevostilan eri maakerrosten viljavuusfosforipitoisuudet.

Kalsium

Juoksutarhojen viljavuuskalsiumpitoisuus oli selvästi alemmalla tasolla kuin Suomen peltojen viljavuuskalsium keskimäärin (Mäkelä-Kurto, ym., 2002). Kun lasketaan tarhojen savikerrosten keskiarvo erikseen, saadaan tulokseksi selvästi yli 2000 mg/l maata, joten juoksutarhoissakin maan kalsiumtaso määräytyy pitkälti maalajin mukaan.

Kalium

Kaliumia juoksutarhojen maassa oli hyvinkin runsaasti. Verrattuna Mäkelä-Kurton, ym., (2002) ilmoittamaan peltojen keskiarvoon juoksutarhoissa oli kaliumia pintamaassa nelinkertainen määrä. Vielä paljon korkeampia kaliumlukemia kuin tässä

tutkimuksessa on löydetty lypsykarjan laidunalueiden lisäruokintapaikoilta ja jonotuskulmilta (Jansson ym., 2002).

Magnesium

Kuten kaliumluvut myöskin tarhojen magnesiumluvut olivat peltolukuja korkeammat. Ero oli kuitenkin pieni, kun verrataan pintakerroksia keskenään. Tässä tutkimuksessa oli pintamaan keskiarvo n. 50% korkeampi kuin Mäkelä-Kurton, ym., (2002) ilmoittama peltojen keskiarvo. Maaprofiilin syvimät kerrokset sisälsivät helppoliukoista magnesiumia pintamaahan verrattuna lähes kolminkertaisen määrän. Korkeampi maan magnesiumpitoisuus maaprofiilin syvemmissä kerroksissa on Suomen peltomaissakin normaalia.

Rikki

Rikkipitoisuus juoksutarhoissa oli alhaisempi kuin Mäkelä-Kurton, ym., (2002) ilmoittama Suomen peltojen rikkipitoisuus. Tarhojen keskimääräinen rikkipitoisuus on tyydyttävässä viljavuusluokassa (Viljavuuspalvelu, 1998).

Natrium

Juoksutarhojen natriumpitoisuus vaihteli 6,5 –100,3. Tämä vaihtelu on samantapainen kuin Suomen peltomaissa aikaisemmin raportoitu. Tämän tutkimuksen pintamaiden keskimääräinen pitoisuus oli kuitenkin korkeampi kuin peltomaista mitattu (Sippola ja Tares, 1978). Tässä tutkimuksessa natriumin pitoisuus oli kaksinkertainen profiilin syvimässä kohdassa.

3.2 Vesinäytteet

Ypäjän B-pihatton puhdistamon tulevan ja lähtevän veden analyysitulokset, keskiarvoineen ja reduktiot ovat liitteessä 3.

Lamminkylän hevostilan tarhan lammikosta otetussa näytteessä liuenneen ja kokonaisfosforin pitoisuudet olivat lähes nelinkertaiset Ypäjän B-pihatton valumavesien huippulukemiin verrattuna.

Vekkilän juoksutarhojen lysimetrivesissä oli liukoista fosforia saman verran kuin Suomen peltovesissä keskimäärin ja kokonaisfosforia oli jopa vähemmän.

Kokonaistyyppipitoisuudet olivat kuitenkin ajoittain noin kymmenkertaisia peltovesiin verrattuna.

Taulukko 1. Vesinäytteiden analyysituloksia.

	Ottopvm	pH	Liuk. P mg/l	Tot. P mg/l	NH ₄ -N mg/l	NO ₃ -N mg/l	Tot. N mg/l
Tarhan lammikko	22.05.2003		17.27	20.75	0.33	1.02	1.47
Tallialueen oja	22.05.2003		0.94	2	0.49	0.02	0.58
Lysimetri 1	06.06.2003		0.127	0.303	8.652	19.981	109.21
Lysimetri 2	06.06.2003		0.046	0.101	7.384	12.548	47.53
Lysimetri 1	18.11.2003	6.05	0.33	0.4	8.95	22.05	76.18
Lysimetri 2	18.11.2003	5.94	0.06	0.17	3.62	3.73	17.54
Lysimetri 1	18.10.2004			0.36			2.69
Lysimetri 2	18.10.2004			0.19			1.63



Kuva 5. Vesinäytteenotto Lamminkylän hevostilan tarhan lammikosta.

3.3 Koepuhdistamot

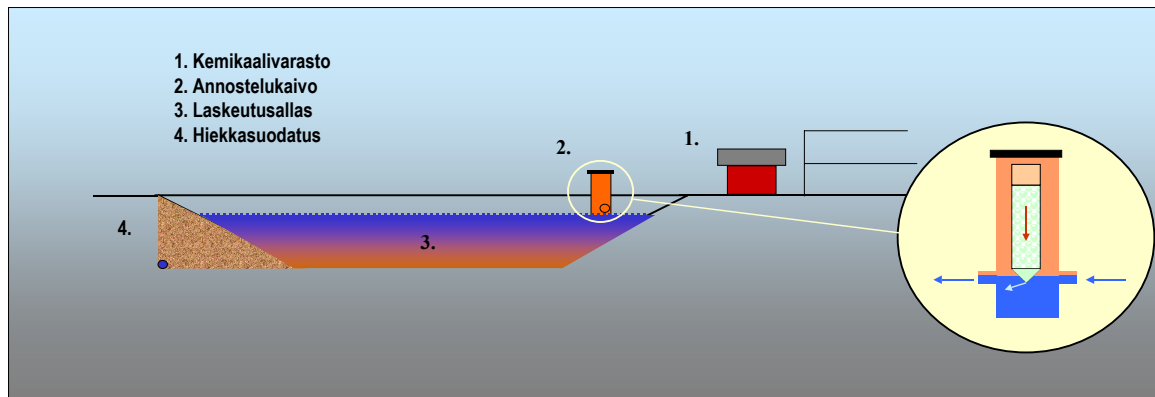
Ypäjän koepuhdistamo

Pihaton makuuhalli ja ulkoilualue ovat olleet kyseisessä käytössä vuodesta 1981 alkaen vuosittain. Pihatossa pidetään nuoria hevosia talvikautena. Hevosten määrä vaihtelee vuosittain ollen yleensä n. 10 hevosta (5-20).

Hevoset ruokitaan ulos. Korsirehuja varten on ruokintakaukalo mihin heinät laitetaan ja hevoset syövät sieltä vapaasti eli rehua on jatkuvasti tarjolla. Viime vuosina on ollut myös käytössä ruokintakärri, josta hevoset ovat saaneet heinänsä. Väkiprehuja ja kivennäisiä varten on katoksellinen ruokintakaukalo.

Makuuhallin oven edusta ja ruokintakaukaloiden lähistön pintamaa poistetaan ja siinä samalla kyseisellä paikalla olevat hevosten jätökset siivotaan yleensä kerran vuodessa kesätauon aikana ja paikalle tuodaan uutta hiekkaa. Hevosten sontaa kerätään myös ajoittain ulkoilualueelta muualtakin, tosin ei säännöllisesti.

Noin puolen hehtaarin kokoisien pihattotarhan valumavedet saostetaan ferrisulfaattilla ja johdetaan noin 100 m²:n kokoisien lasketusaltaan ja hiekkasuodatuksen kautta avo-ojaan. Ferrisulfaatti (Ferix-3) annostellaan altaaseen tulevaan veteen salaojakaivon kautta. Salaojakaivossa olevasta annosteluputkesta vesivirtaus liuottaa kemikaalia pinnankorkeuden mukaisesti. Annostelun karkea säätö toteutettiin pH:n seurannalla ja kemikaalin vuorokautisen kulutuksen perusteella.



Kuva 6. Ypäjän puhdistamon periaatepiirros.

Pihattotarhan valumavesien keräämiseksi yhteen pisteeseen tarhan itäreunaa korotettiin ja eteläreunalle kaivettiin oja, jonka alapäähän asennettiin sadevesikaivo näytteenottoa varten. Ojavesi johdettiin putkea pitkin kemikaalin annostelukaivon kautta 100 m²:n kokoiseen ja noin metrin syvyiseen laskeutusaltaaseen, josta vesi poistuu hiekkasuodatuksen kautta salaojaan. Valumahuippujen aikana kaikki vesi ei ehdi kulkeutua suodattimen kautta. Tätä varten hiekkasuodattimen salojaveden poistokaivon yläreunaan tehtiin ylivirtausaukko.

Hiekan sisään laitettiin kahteen vakoon rakeista kalkkia yhteensä 80 kg tasoittamaan happaman saostuskemikaalin aiheuttamaa pH-vaihtelua.

Allasalue viimeisteltiin kylvämällä valkoapilan siementä ja nurmikonsiemenseosta altaan luiskiin ja kaivuunmassojen levitysalueelle. Lisäksi altaan itä- pohjoisreunalle istutettiin puita ja pensaita.

Taulukko 2. Ypäjän puhdistamon mitoitus- ja kustannustietoja.

Pihattotarhan pinta-ala	n. 5000 m ²
Hevosia (sisäruokintakauden aikana)	n. 10 kpl
Altaan pinta-ala	n. 100 m ²
Hiekkasuotimen max. suotoala	n. 15 m ²
Koepuhdistamon rakennuskustannukset	n. 5000 € + ALV
Rakentamiskustannukset ilman koejärjestelyjä ja suunnittelu- sekä työnjohtokustannuksia	n. 1200 € + ALV



Kuva 7. Ypäjän koepuhdistamo. Kuvassa etualalla kemikaalin annostelukaivo. Altaan reunalla olevan hiekkasuodattimen sisään lisättiin rakeista kalkkia. Oikeassa reunassa altaan ylivuoto- ja hiekkasuodattimen salojan poistokaivo.

Vekkilän puhdistamo

Hevosten määrä on 3-4 kpl, kesällä hevoset ovat laitumella. Ulkoilutarha-alueen pinta-ala noin 1500 m². Sonta kerätään tarhoista pois päivittäin. Tarha-alueen maaperä on vettä hyvin läpäisevää, mutta alue ei ole pohjavesialuetta.

Koepuhdistamo rakennettiin omistajan toimesta periaatteessa saman kaavan mukaan kuin Ypäjälläkin. Vekkilän tarhojen maaperä muotoiltiin etelän suuntaan kaltevaksi.

Tarhavesien keräämiseksi altaaseen kaivettiin tarhojen alapuolelle kokoomaojan.

Tästä ojasta vedet kulkevat kemikaaliannostuskaivon kautta saostusaltaaseen, josta vesi imeytyy sorakentän läpi (suodatus) salaojaputkeen.

Sorakentän reunaan istutettiin rivi tervaleppää ja omistaja on istuttanut altaan reunalle tyrnipensaita.

Valumavedestä emme onnistuneet saamaan näytteitä, koska vasta muotoiltu ja sorastettu tarha-alue ja kaivettu kokoomaoja läpäisivät veden yleensä ennen puhdistamoallasta. Keväällä maan ollessa jäässä, mutta lumipeitteisenä, valui altaaseen jonkinverran vettä.

Puhdistamojen toiminta ja käyttökokemuksia

Ypäjän puhdistamon mitoitus osoittautui seurantajakson kaltaisen vuoden valumavesien käsittelyyn toimivaksi. Oheiset tulokset ovat Ypäjän puhdistamon

seurannasta syksystä 2003 syksyyn 2004. Rajuja ukkoskuuroja tai nopeaa kevään sulamisvaihetta varten olisi tarpeen olla virtauksen tasaustilaa ennen kemikaaliannostelua saman verran kuin on laskeutusaltaan tilavuus. Virtauksen taseus voidaan toteuttaa joko tulo-ojassa patojen avulla tai erillisellä taseusaltaalla.

Liuenneen fosforin ja kokonaisfosforin näyteparikäyristä ilmenee, että pitoisuudet ovat korkeimmillaan kevään sulamisvaiheen alussa. Ferrisulfaattiannostus on ollut riittävää kevään ensimmäistä näytteenottokertaa lukuunottamatta. Tällöin auringon sulattamista tarhan likaisista kohdista liikkeelle lähtevä vesi kulkeutui puhtaan hangen alla aluksi ohi puhdistamon, koska altaaseen tuleva putki oli jäässä ja ”paannejaa” ohjasi veden altaan tulouoman ohi. Ohivirrannut määrä jäi vähäiseksi, koska ongelma huomattiin heti sulamisvaiheen alussa. Kemikaalia kannattaakin annostella jonkin verran suoraan altaaseen tai keräilyjojaan keväällä jo ennen lumien sulamista, koska se nopeuttaa lumen ja jään sulamista veden kulkuyälyltä. Lisäksi sulamisvaiheen alussa tulee väkevin ravinnepulssi, joten saostuskemikaalin annostustarve on suurimmillaan. Kevätkauden aikana altaan jääolot huononsivat kiintoaineen laskeutumista altaaseen, koska altaaseen syntyi pinnan korkeuden vaihtelun ja yöpakkasten takia useita jääkerroksia, joiden välissä saostettu vesi kulkeutui ajoittain oikovirtauksena ylivuotokohtaan. Tästä johtuen kokonaisfosforin poistoteho oli maaliskuun lopulla keskimääräistä huonompaa. Jos huomioidaan tulevan veden näytteenottopisteen jälkeen altaaseen satavan veden laimentava vaikutus, on tulevan veden pitoisuuksia pienennettävä 5 %:lla (allasalue on n. 5 % tarhan pinta-alasta). Tällöin taulukon 2 poistehot olisivat liuenneen fosforin osalta 95 % kokonaisfosforin osalta 81 % ja kokonaistypen osalta 60 %.

Kesän 2004 sademäärät olivat noin 50 % keskimääräistä suuremmat. Sen vuoksi muutamia näytteitä saatiin Ypäjän puhdistamolta myös kesän aikana. Kuitenkin kesän valunta oli niin vähäistä, että allas oli kesä- ja elokuussa pitkään tyhjänä. Ferix-3 kemikaalia on vuoden aikana kulunut noin 120 kg.

Virtaamat

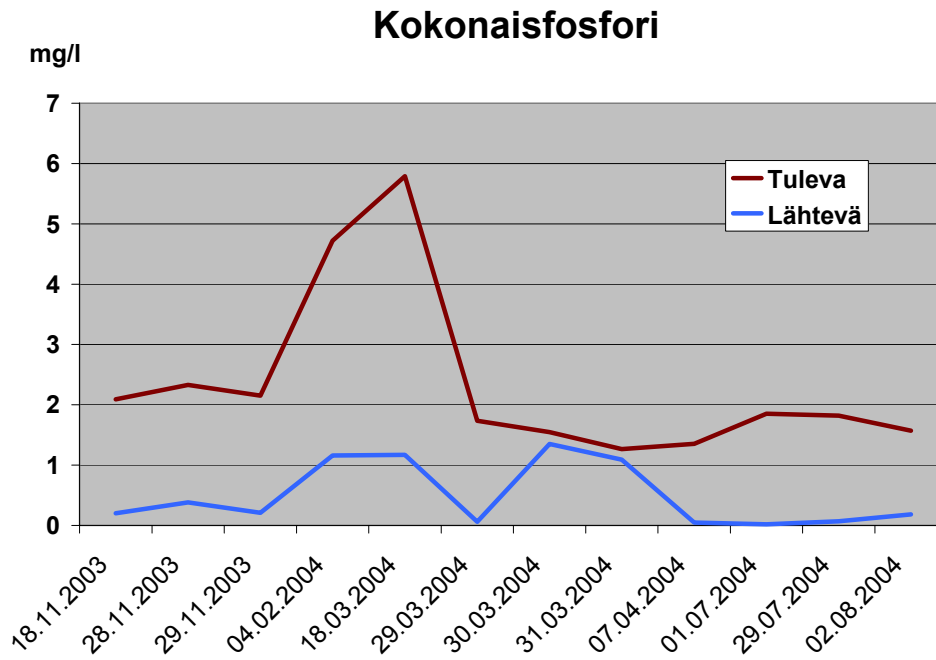
Suodatinhiekkana käytetty 0-8 mm hiekka on veden läpäisevyyden kannalta hieman liian hienojakoista. Salaojasta virtaavan veden määrä on vaihdellut altaan pinnankorkeuden mukaan 0,01 – 0,2 litraan sekunnissa. Puhdistamosta lähtevän veden virtausmittaus on tehty näytteenoton yhteydessä poistoputkesta, johon tulee sekä suodattimen salaojavesi että altaan ylivuotovesi. Poistoputki oli myös kevään valumahuipun aikana ojaveden pinnan alapuolella. Tulovirtauksen astiamittaus ei yleensä onnistu kuin pienten virtaamien aikana, koska altaan pinta nousee usein annostelukaivosta altaaseen tulevan putken tasolle.

Huolto, seuranta ja lietteen poisto

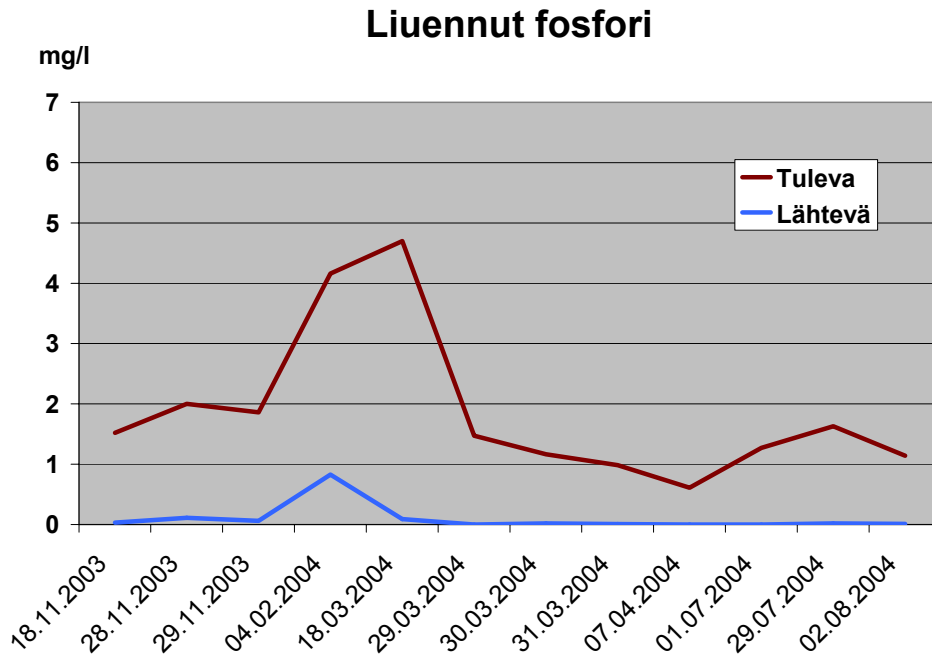
Kemikaalin annosteluputken mahtuu kerralla noin 20 kg Ferix-3:a. Keväällä, kun virtausta oli vain päivisin kemikaalia liukeni hieman yli kaksi kiloa vuorokaudessa. Jatkuvan virtauksen aikana ja veden ollessa lämpimämpää liukeneminen on runsaampaa, mutta altaan tasaavan vaikutuksen vuoksi putken täyttö kerran viikossa riittää. Keväällä sulamisvaiheen alussa tarkkailua on syytä tehdä päivittäin, jos esimerkiksi jäätyminen takia vesi ei kuljekaannostelukaivon kautta lisäksi korkeiden pitoisuuksien vuoksi tarvitaan myös normaalia suurempaa annostusmäärää.

Altaan pohjalle tulovirtauksen puoleiselle reunalle voidaan Ferix-3-rakeita laittaa kerralla useitakin kiloja, koska rautasulfaattisuolaliuos on vettä raskaampaa ja sekoittuu vähitellen altaan vesimäärään.

Lietettä altaaseen kertyi kesään mennessä arviolta noin viisi kuutiometriä. kesäkuussa allas valui tyhjäksi ja pohja kuivui, jolloin liete kutistui muruiksi pohjalle. Mikäli allas ehtii kuivua joka vuonna, ei lietettä tarvitse välttämättä poistaa vuosittain. Kuivasta altaan pohjasta lietteen poisto voidaan tehdä kaapimalla tai haravoimalla. Hiekkasuodattimen pintakerroksesta kannattaa liete kuoria vuosittain, jotta läpäisevyys ei huononisi.



Kuva 8. Ypäjän puhdistamon tulevan ja lähtevän veden kokonaisfosforipitoisuudet.



Kuva 9. Ypäjän puhdistamon tulevan ja lähtevän veden liuenneen fosforin pitoisuudet.

Taulukko 3

2003-2004	n	pH	Liuk. P	Kok. P	NH4-N	NO3 -N	Kok. N	
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
Tuleva	ka	12	7.15	1.88	2.35	1.64	0.82	6.66
Lähtevä	ka	14	5.51	0.09	0.43	0.82	0.46	2.51
Poistoteho	%			95	82			62

4 Yhteenveto

Hevosten juoksutarhojen valumavesistä ja maaperästä tehdyn tutkimuksen tulokset osoittavat, että tyyppiyhdisteet kulkeutuvat helposti maaperässä alaspäin. Fosfori sen sijaan pidättyy maan pintakerrokseen.

Tarhojen maapohjasta vajovesi ja pintavalunta läpäisevillä mailla tulisi kerätä ja puhdistaa. Fosforin osalta puhdistaminen on mahdollista esimerkiksi ferri- tai alumiinisulfaattilla saostamalla.

Rakennetun koepuhdistamon puhdistusteho oli erityisen hyvä ravinteiden poiston osalta silloin, kun kaikki vesi kulkeutui hiekasuodattimen kautta. Alkukevään suurten virtamien aikana, kun allas oli vielä jäässä, ylivuotoon pääsi jään päällitse selkeytymätöntä vettä oikovirtaamana. Tämä näkyi kokonaisfosforin poistotehon

alenemisena maaliskuun lopun näytteiden kohdalla. Hiekkasuodattimen rakennetta tulisi vielä kehittää. Salaojaputkitus saattaisi olla parempi laittaa kahteen kerrokseen päällekkäin. Alempi kerros voisi olla hienompaa suodatinhiekkää ja ylempi karkeampaa.

5 Kirjallisuus

ESALA, M. 1992. Split application of nitrogen: effects on the protein in spring wheat and fate of (15)N-labelled nitrogen in the soil-plant system. *Annales Agriculturae Fenniae* 30, 3: *Annales Agriculturae Fenniae. Seria Agrogeologia et -chimica* 158: 219-309. Diss. : Helsinki : University of Helsinki, 1991.

JANSSON, H., JANSSON, H. 1996. Monen hevostilan ongelma on suuri vesistökuormitus. *Koetoiminta ja käytäntö* 53, 18.6.1996: p. 27.

JANSSON, H., JANSSON, H., VANHAMÄKI, P. 2002. Hevostarhojen maassa runsaasti fosforia. *Koetoiminta ja käytäntö* 59, 4: 15.

JANSSON, H., YLI-HALLA, M., TUHKANEN, H-R. 2002. Laidunalueiden fosfori ja kalium. In: Toim. Anneli Hopponen. *Maataloustieteen päivät 2002*. Suomen Maataloustieteellisen Seuran julkaisuja 18/1.1.2002: [4 p.]. (Verkkajulkaisu). <http://www.agronet.fi/maataloustieteellinenseura/julkaisut/esit/36jansson.pdf>

NYKÄNEN, A. Jokihelmisimpukan suojelua edistävät viljelytoimet Pirkanmaalla. *MTT:n selvityksiä* (2002):28, 22 s. + 2 liitettä. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuslaitos. <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts28.pdf>, Verkkajulkaisu päivitetty 24.02.2003

NÄRVÄNEN, A., JANSSON, H., JANSSON, H. 2001. Saostus puhdistaa hevosten juokstarhojen valumavedet. *Koetoiminta ja käytäntö* 58, 3: 2.

MÄKELÄ-KURTTO, R., SIPPOLA, J., GREK, K. 2002. Peltomaiden viljavuus ja helppoliukoiset raskasmetallit. In: Risto Uusitalo (toim.) ja Riitta Salo (toim.). *Tutkittu maa - turvalliset elintarvikkeet Viljavuustutkimus 50 vuotta -juhlaseminaari*, Jokioinen 24.9.2002. *Maa- ja elintarviketalous* 13: s. 30-46. <http://www.mtt.fi/met/pdf/met13.pdf>

SILLANPÄÄ, M. Micronutrients and the nutrient status of soils. A global study. *FAO soils bull.* 48, 444 p. FAO, Rome

SIPPOLA, J. & TARES, T. 1978. Soluble content of minerals in cultivated soils. *Acta Agric. Scand.*:28: 11-25

UUSITALO, R. 2004. Potential bioavailability of particulate phosphorus in runoff from arable clayey soils. *Maa- ja elintarviketalous* 53: 99 s. Diss.: Helsingin yliopisto, 2004. (Doctoral Dissertation). <http://www.mtt.fi/met/pdf/met53.pdf> Verkkajulkaisu päivitetty 8.9.2004

UUSI-KÄMPPÄ, J., HUUSKONEN, A., HUTTU, S. 2003. Taivalkosken metsälaidunten vesistökuormitus. In: Arto Huuskonen (toim.). *Lihanautojen kasvat*

kylmissä tuotantoympäristöissä. MTT:n selvityksiä 53: s. 21-29.

<http://www.mtt.fi/mmts/pdf/mmts53.pdf>

VILJAVUUSPALVELU 1998. Viljavuustutkimuksen tulkinta peltoviljelyssä.

Mikkeli, Viljavuuspalvelu OY. 31 s.

6 Liitteet

Liite 1. Maanäytteet tallialueilta 18.-23.09.2003

Liite 2. Hevostilan 0-2 cm ja 0-20 cm maanäytekerroksen viljavuustulokset

Liite 3. Ypäjän pihattotarhan valumavesien puhdistamon analyysitulokset

Maanäytteet tallialueilta 18.-23.09.2003

			Aistinvar. maalaji	P	N	C	40 ml:n massa	Kuiva-aine %	NH4N	NO3N	pH	Johtoluku	Ca	K	Mg	P	S	Na	C/N	
			Aistinvarainen	g/kg maata	% ilmakuiva	%	g	%	mg/l maata	mg/l maata		10 -4 S/cm	mg/l maata	mg/l maata	mg/l maata	mg/l maata	mg/l maata	mg/l maata		
				totaali	Leco	Leco	tuore	tuore-ilmakuiv	M KCl-uutto	M KCl-uutto			HAAc	HAAc	HAAc	HAAc	HAAc	HAAc		
1	Ypäjä	Koivikko	0-20	HtMr	0,67	0,19	2,83	56,16	89,41	3,37	1,77	5,88	1227	230,8	255,9	7,32	19	16,9	14,9	
	18.09.2003	sontala	20-40	HtMr	0,52	0,18	2,98	57,63	87,99	2,55	1,19	6,09	0,76	1127	139,3	215,5	5,2	21,9	22,2	16,6
			40-60	HtMr	0,39	0,08	1,77	58,46	90,35	0,58	0,64	6,21	0,35	811	81,1	109,4	5,99	9	12,6	22,1
			60-80	HtMr	0,38	0,03	0,71	60,65	93,23	0,45	1,72	6,23	0,3	549	67,3	47	6,58	6,8	9,8	23,7
			80-100	HtMr	0,26	0,02	0,75	62,05	89,05	0,16	2,05	6,22	0,29	471	42,4	39,8	2,08	8,1	7,8	37,5
2	Ypäjä	B-pihatto	0-20	HtMr	1,55	0,52	9,05	45,65	80,02	10,6	2,67	6,6	2,03	1538	699,5	337,7	98,87	17,9	37,6	17,4
	18.09.2003	sontala	20-40	HtSa	1,48	0,2	3,37	52,63	82,15	16,18	1,32	6,59	0,7	1913	506,7	386	16,08	13,7	27,5	16,9
			40-60	HtSa	0,53	0,04	0,55	60,71	83,13	3,86	1,88	7	0,69	1974	236,6	624,3	3,29	9	33,2	13,8
			60-80	HtSa	0,63	0,03	0,41	61,32	81,07	0,33	1,4	7,09	0,36	2257	210,4	832,1	2,25	8	40,5	13,7
			80-100	HtSa	0,68	0,02	0,29	63,02	80,91	0,2	0,55	7,25	0,31	2086	167,6	809,6	1,59	5,8	44,8	14,5
3	Ypäjä	B-pihatto	0-20	HtSa	1,63	0,28	4,05	52,05	82,3	16,34	72,38	5,98	3,48	1700	663,8	361,8	23,89	31,9	31,6	14,5
	18.09.2003	alakulma	20-40	HtSa	1,32	0,14	2,15	52,95	83,31	14,75	32,93	6,09	2,14	1789	333,2	410,6	16,68	18,2	30,9	15,4
			40-60	HsSa	0,64	0,05	0,91	56,68	84,94	1,98	8,64	6,57	0,76	1559	131,5	461,7	4,55	10	28,7	18,2
			60-80	HtSa	0,48	0,03	0,54	57,03	85,97	0,59	3,76	7,03	0,55	1394	88,7	542,5	1,57	7,5	28,6	18,0
			80-100	HsSa	0,53	0,03	0,29	56,5	83,53	0,28	2,12	7,21	0,45	1899	123,4	978,8	0,77	10,6	39,1	9,7
4	Ypäjä	B-pihatto	0-20	HtMr	0,51	0,03	0,64	57,46	93,43	23,78	1,25	7,49	0,84	445	504,6	80,8	44,67	9,6	21,4	21,3
	18.09.2003	ruok. alue	20-40	HtMr	0,67	0,15	3,01	56,47	88,98	103,6	0,79	7,99	1,91	2002	982,8	149,2	30,49	16,2	30,9	20,1
			40-60	HtMr	1	0,18	2,63	57,5	83,08	258,3	0,13	7,84	2,57	2800	1564	150,4	18,92	20,7	37,3	14,6
			60-80	HtSa	1,27	0,15	2,05	55,92	83,32	277,9	0,11	7,05	1,87	1879	1191	155,2	10,22	16,2	33,7	13,7
			80-100	LjSa	0,41	0,11	0,83	54,64	76,74	226,4	0,03	7,74	1,29	3578	560,9	824,7	1,46	13,3	88,7	7,5
5	Ypäjä	C-pihatto	0-20	HtMr	0,64	0,14	2,37	54,55	92,73	12,32	0,64	6,7	1,01	712	544	155	21,95	10,7	14,3	16,9
	19.09.2003		20-40	HtMr	0,85	0,19	2,91	52,84	86,38	52	5,45	6,41	1,18	1351	534,4	254,6	12,61	21,6	21	15,3
			40-60	HtSa	0,44	0,08	0,89	54,45	78,86	39,33	0,29	6,81	1,63	2264	306,5	993,9	1,5	17,6	45,5	11,1
			60-80	HtSa	0,47	0,04	0,45	61,3	86,55	1,98	0,17	6,91	1,3	2554	200,8	1493	0,83	17,6	67,3	11,3
			80-100	HtSa	0,56	0,03	0,33	58,77	85,65	0,87	0,23	6,85	1,82	2338	209	1542	0,69	16,1	71,2	11
6	Ypäjä	C-pihatto	0-20	HtMr	0,68	0,14	3,87	52,97	85,05	27,56	0,84	6,83	1,3	678	512,5	160,1	33,98	8,8	23,8	27,6
	19.09.2003	notko	20-40	Mm	0,88	0,38	9,97	40,05	67,32	166,1	0,01	6,53	1,85	946	947,6	211,8	10,91	14,1	34,9	26,2
			40-60	HtSa	0,76	0,17	2,32	56,89	80,06	260,3	0	6,14	1,67	1047	696,9	249,6	7,22	18,1	32,7	13,6
			60-80	HtSa	0,5	0,1	1,03	59,04	75,44	135,3	0,12	6,48	1,29	2234	293	942,1	1,64	12,4	61,1	10,3
			80-100	HtSa	0,58	0,04	0,53	59,87	74,41	25,29	0,02	7,06	1,29	2582	200,6	1182	1,2	8,8	62,4	13,3
7	Ypäjä	Koivikko	0-20	HtMr	0,53	0,16	2,45	54,32	89,14	6,11	1,74	6,23	0,51	863	237,8	100,1	12,36	10,6	8,1	15,3
	19.09.2003	ruok. alue	20-40	HtMr	0,4	0,1	1,82	52,68	88,92	2,13	3,68	5,94	0,41	592	130,2	72,9	10,25	9	7,8	18,2
			40-60	kHt	0,51	0,06	1,21	54,09	89,42	0,72	4,8	5,91	0,31	537	77	56,5	15,82	8,5	6,5	20,2
			60-80	kHt	0,36	0,02	0,57	56,34	91,29	0,61	2,78	6,03	0,28	346	50,9	30,3	13,03	6,7	8,6	28,5
8	Ypäjä	1-talli	0-20	HtMr	0,78	0,03	0,7	57,12	95,04	1,8	1,29	7,19	0,73	387	544,7	117,6	60,83	4,6	30	23,3
	19.09.2003	katostarha	80-100	HtMr	0,45	0,03	0,41	60,32	92,68	0,31	3,1	6,34	0,79	221	202	32,1	4,22	24	20,7	13,7
9	Ypäjä	Maneesi	0-20	HtMr	0,64	0,04	0,63	62,96	96,99	2,31	2,29	6,84	0,76	390	344,2	99,5	13,26	7,8	29,6	15,8
	19.09.2003		40-60	HtMr	0,47	0,04	0,69	62,62	96,13	4,92	3,94	6,21	0,81	373	156,6	76,8	4,88	16,5	24,2	17,3
			60-80	HtMr	0,52	0,1	0,85	59,39	95,33	6,19	2,19	6,34	0,42	303	197,5	65	6,09	11,9	22,6	8,5
			80-100	HtMr	0,45	0,12	1,84	58,85	89,52	9,06	3,27	5,48	0,77	411	90,1	60	3,3	26,2	19	15,3

Liite 1. jatkuu

			Aistinvar. maalaji	P	N	C	40 ml:n massa	Kuiva-aine %	NH4N	NO3N	pH	Johtoluku	Ca	K	Mg	P	S	Na	C/N	
				g/kg maata	% ilmakuiva	%	g	%	mg/l maata	mg/l maata		10 -4 S/cm	mg/l maata	mg/l maata	mg/l maata	mg/l maata	mg/l maata	mg/l maata		
			Aistinvarainen	totaali	Leco	Leco	tuore	tuore-ilmakuiv.	M KCl-uutt	M KCl-uutto			HAAc	HAAc	HAAc	HAAc	HAAc	HAAc		
10	Kuuma	Karrinmäki	0-20	HtMr	1,12	0,3	4,29	45,48	89,57	3,21	2,4	5,59	0,57	863	223,1	111,8	8,78	16,8	8,7	14,3
	22.09.2003		20-40	HtMr	0,84	0,18	2,73	46,46	91,17	2,24	1,89	5,64	0,37	623	141	78,7	7,76	18,7	7,4	15,2
			40-60	HtMr	0,7	0,09	1,46	49,78	92,98	1,1	0,92	5,79	0,28	374	113,2	53	6,71	16,8	8,7	16,2
			60-80	HtMr	0,72	0,08	1,33	50,99	94,44	1,28	0,76	5,81	0,26	377	124,7	51,3	7,73	16,2	7,7	16,6
			80-100	HtMr	0,5	0,02	0,39	53,06	95,21	0,44	0,57	5,86	0,14	113	106,3	18,9	8,18	11,3	6,7	19,5
11	Ypjä	A-pihatto	0-20	HtSa	2,06	0,27	3,85	50,15	81,09	2,74	2,51	6,4	1,03	2313	865,8	389,7	28,01	14,6	22	14,3
	22.09.2003	ruok. alue	20-40	HtSa	1,39	0,16	2,38	55,46	80,96	1,67	1,51	6,63	0,63	2458	503,5	564,9	18,31	9,4	22,8	14,9
			40-60	HtSa	0,71	0,07	1,44	57,42	77,3	0,51	0,35	6,91	0,69	2721	386,1	1102	2,82	12,4	39,9	20,6
			60-80	ASa	0,76	0,05	0,52	61,89	74,92	0,53	0,15	7,09	1,51	2674	316	1394	1,1	13,5	54	10,4
			80-100	ASa	0,81	0,04	0,44	60,06	73,12	0,63	0,12	7,31	1,56	2270	273,5	1364	1,18	12,5	55,8	11
12	Kuuma	A	0-20	HtSa	0,92	0,19	2,64	52,13	73,48	39,57	2,19	6,15	2,84	1827	807,6	937	4,92	23,4	57,2	13,9
	22.09.2003		20-40	ASa	0,63	0,06	0,61	53,3	75,12	2,87	0,23	6,89	1,73	2409	321,4	1749	0,41	15,6	80,5	10,2
			40-60	ASa	0,7	0,04	0,36	54,07	74,59	1,02	0,14	7,14	1,71	2481	288,4	1906	0,39	17,8	100,3	9
			60-80	HtSa	0,68	0,04	0,27	62,01	74,89	0,89	0,37	7,19	1,87	2251	273,9	1676	0,44	17,3	89,7	6,8
			80-100	ASa	0,73	0,04	0,28	55,04	73,67	1,57	0,31	7,22	2,01	2380	292,2	1776	0,54	18,5	99,1	7
13	Kuuma	B	0-20	ASa	1,06	0,13	1,94	50,42	76,04	3,46	2,98	6,21	1,36	2391	431,9	1307	2,44	12,4	63,3	14,9
	22.09.2003		20-40	ASa	0,94	0,11	1,5	53,13	73,36	1,29	3,74	6,3	1,12	2464	358,7	1391	1,42	14,5	50,9	13,6
			40-60	ASa	0,8	0,08	1,06	57,9	72,89	0,96	3,68	6,24	1,5	2447	354,2	1480	0,61	15,1	50,4	13,3
			60-100	ASa	0,89	0,07	0,93	58,29	72,24	0,78	1,91	6,38	1,07	2391	342,6	1513	0,76	17,2	55,4	13,3
14	Lamminky	A	0-20	HtMr	0,43	0,06	1,37	48,59	86,79	10,24	1,07	6,76	0,9	364	460,2	124,3	17,57	5	15,5	22,8
	23.09.2003		20-40	HtMr	0,32	0,03	0,78	53,61	91,37	8,56	0,85	6,83	0,37	254	331	74,4	7,99	4,7	12,5	26
			40-60	ASa	0,55	0,06	0,58	65,13	76,46	12,84	0,03	6,17	0,48	1946	295,4	1316	0,37	15,6	78,3	9,7
			60-80	ASa	0,65	0,04	0,36	60,48	74,08	2,9	0,06	6,49	0,42	2285	272,4	1732	0,59	3,4	100,1	9
			80-100	ASa	0,75	0,04	0,33	54,88	75,75	0,81	0,01	6,86	0,25	2101	246,7	1598	0,55	1,7	92,4	8,3
15	Lamminky	B	0-20	HtMr	0,6	0,06	1,1	56,32	91,46	1,62	2,31	6,12	0,32	478	222,3	159,6	8,69	10,2	13	18,3
	23.09.2003		20-40	HtSa	0,61	0,07	0,96	60,61	83,97	2,11	2,36	5,89	0,44	1118	245,1	659,4	1,33	19,2	44,9	13,7
			40-60	ASa	0,59	0,06	0,56	61,56	75,37	5,14	7,94	6,11	1,45	2141	283,1	1536	0,35	10,9	88,6	9,3
			60-80	ASa	0,74	0,04	0,38	52,94	75,71	0,49	5,82	6,63	0,95	2135	289,1	1650	0,37	3,7	86,8	9,5
			80-100	HtSa	0,73	0,03	0,33	53,8	76,82	0,48	3,14	7,03	0,31	1839	245,7	1470	0,31	3,1	73,1	11
			Keskiarvot	kaikki	0,72	0,10	1,61	55,94	83,55	26,51	3,25	6,57	1,02	1516	353,9	650,0	9,85	13,3	39,4	15,5
			0-20		0,92	0,17	2,79	53,09	86,84	11,00	6,56	6,46	1,23	1078	486,2	313,2	25,84	13,6	26,2	17,7
			20-40		0,83	0,15	2,71	52,91	83,15	28,93	4,30	6,45	1,05	1465	421,1	478,3	10,73	15,1	30,3	17,1
			40-60		0,63	0,08	1,17	57,66	82,54	42,25	2,38	6,50	1,06	1677	355,0	722,5	5,24	14,1	41,9	14,9
			60-80		0,65	0,06	0,74	58,40	82,75	30,73	1,52	6,63	0,89	1688	279,9	866,0	3,80	11,3	47,6	13,8
			80-100		0,57	0,04	0,54	57,76	82,08	20,50	1,19	6,80	0,87	1715	212,3	899,7	2,01	12,3	52,4	13,8

Viljavuusnäytteet

Liite 2.

Tila:

2:405 Syrjä

Näytteenotto ja analysointi:

MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus)

Ympäristötutkimus

31600 Jokioinen

Näytteet otettu: 22.05.2003

Näytekerros 0-2 cm

Näytepiste	pH	Johtoluku 10 -4 S/cm	Ca	K	Mg	P
			mg/l maata	mg/l maata	mg/l maata	mg/l maata
	H2O 1:2,5		HAAC	HAAC	HAAC	HAAC
Tarha	6,62	5,3	817	933	287	70,8
Tarha	6,13	2,65	1273	703	282	37,36
Tarha	6,11	2,65	1549	613	334	39,71
Tarha	5,88	2,35	1377	364	214	14,67
Pihattotarha	6,1	3,51	810	470	256	41,3
Laidun	6,17	2,8	1492	648	307	20,6
Laidun	5,9	2,67	1685	435	241	13,7
Laidun	5,68	1,44	1825	441	581	6,08
Ent. lantav.	5,91	2,69	1220	296	420	23,6
Laidun	5,8	2,86	1210	602	239	9,27
Harjoitustie	5,83	1,4	750	195	126	16,4
Laidun	5,74	1,48	1603	453	533	4,01
Keskiarvo	6,0	2,7	1301	513	318	24,8

Näytekerros 0-20 cm

	pH	Johtoluku 10 -4 S/cm	Ca	K	Mg	P
			mg/l maata	mg/l maata	mg/l maata	mg/l maata
	H2O 1:2,5		HAAC	HAAC	HAAC	HAAC
	6,6	2,95	561	709	180	42,5
	5,89	1,24	1041	407	156	5,4
	5,74	0,76	935	333	147	7,1
	5,53	0,62	615	84	44	2,9
	6,12	2,42	982	1021	209	17,1
	5,72	0,67	1354	315	305	2,3
	5,73	0,46	1184	135	187	1,0
	5,74	0,55	1976	279	675	2,4
	5,94	0,9	1488	707	916	2,4
	5,6	0,56	1108	166	198	1,6
	5,99	0,89	871	242	96	7,9
	5,82	0,74	1759	353	557	2,4
Keskiarvo	5,9	1,1	1156	396	306	7,9

Ypäjän pihattotarhan valumavesien puhdistamon analyysitulokset

2003-2004		pH	Liuk. P mg/l	Kok. P mg/l	NH4-N mg/l	NO3 -N mg/l	Kok. N mg/l	Q l/s
Tuleva	18.11.2003	7,16	1,52	2,09	0,03	0,81	2,84	
	28.11.2003	7,04	2	2,33	0,17	0,97	2,99	
	29.11.2003	7,24	1,86	2,15	0,16	0,66	2,24	
	04.02.2004	7,02	4,16	4,72	6,76	0,96	28,85	
	18.03.2004	7,37	4,7	5,79	6,04	2,47	19,52	
	29.03.2004	7,49	1,473	1,736	2,35	0,1	4,96	
	30.03.2004	7,28	1,164	1,548	1,77	0,33	3,95	
	31.03.2004	7,25	0,984	1,266	1,36	0,32	3,05	
	07.04.2004	7,05	0,609	1,355	0,86	2,7	5,42	
	01.07.2004	6,64	1,27	1,85	0,07	0,49	2,87	
	29.07.2004	7,15	1,63	1,82	0,09	0	1,69	n. 1.0
	02.08.2004	7,13	1,14	1,57	0,07	0,01	1,56	0,01
	ka		7,15	1,88	2,35	1,64	0,82	6,66
Lähtevä		pH	Liuk. P	Kok. P	NH4-N	NO3 -N	Kok. N	
	18.11.2003	7,07	0,03	0,2	0,07	0,86	1,81	
	28.11.2003	6,63	0,11	0,38	0,16	0,59	1,31	
	29.11.2003	6,77	0,06	0,21	0,07	0,28	1,48	
	04.02.2004	7,18	0,83	1,16	1,98	0,95	9,48	
	19.03.2004	6,96	0,09	1,17	0	0,47	5,5	
	29.03.2004	3,86	0	0,058	2,38	0,45	3,61	
	30.03.2004	5,41	0,019	1,352	1,59	0,32	2,68	
	31.03.2004	3,61	0,007	1,092	1,4	0,26	2,53	0,7
	01.04.2004	3,96	0,007	0,023	1,35	0,33	1,84	0,01
	07.04.2004	4,69	0	0,046	0,76	0,35	1,33	0,014
	01.07.2004	5,03	0	0,02	0,57	0,9	1,47	
	29.07.2004	4,94	0,02	0,07	0,78	0,55	1,41	n. 0.01
	30.07.2004	5,61	0,01	0,02	0,18	0,06	0,36	0,2
	02.08.2004	5,42	0,01	0,18	0,18	0,05	0,31	0,1
ka		5,51	0,09	0,43	0,82	0,46	2,51	
red. %			95,5	81,8			62,3	