

# KASVUALUSTOJEN TYPPITALOUS JA TYPEN PIKATESTIMÄÄRITYKSEN LUOTETTAVUUS

Henry Heinonen

Opinnäytetyö  
Maaliskuu 2011

Laboratorioalan koulutusohjelma





Tekijä(t) HEINONEN, Henry	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 28.03.2011
	Sivumäärä 67	Julkaisun kieli suomi
	Luottamuksellisuus ( ) saakka	Verkojulkaisulupa myönnetty ( X )
Työn nimi KASVUALUSTOJEN TYYPITALOUS JA TYPEN PIKATESTIMÄÄRITYKSEN LUOTETTAVUUS		
Koulutusohjelma Laboratorioala		
Työn ohjaaja(t) LEPPÄ-AHO, Jaakko		
Toimeksiantaja(t) UOSUKAINEN, Marjatta MTT		
<p><b>Tiivistelmä</b></p> <p>Kasvualustojen tyypitaloustutkimus on osa Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksessa suoritettavaa kasvualustatutkimusta. Tutkimuksen tavoitteena on arvioida erilaisten kasvialustaseosten tyypitaloutta, jota mitattiin kasveille käyttökelpoisen typen ja kasvialustasta huuhtoutuvan typen avulla. Erilaisia kasvialustaseoksia on 14, joiden raaka-aineina oli turpeita, savea, hiekkaa, lecasoraa, metsäteollisuuden nollakuitua ja komposteja. Tarkoituksena oli vertailla eri raaka-aineiden vaikutusta kasvialustojen tyypitalouteen.</p> <p>Typinmääritykset tehdään Merckin Reflectometer RQflex 10 -pikatestilaitteella käyttäen saman valmistajan reflectoquant-määritysluskoja, joita on tarjolla ammonium- ja nitraattityypinmäärityksiin. Tämän pikatestin luotettavuutta tutkitaan toisella koeasetelmalla, jossa kolmesta eri kasvialustaseoksesta otettiin maanäytteitä. Luotettavuus tutkimuksessa vertailtiin kahden erilaisen uuttomenetelmän vaikutusta sekä näytteitä lähetettiin määritettäväksi MTT:n kemian laboratorioon Jokioisiin, josta saatuja tuloksia verrattiin pikatestin tuloksiin. Lisäksi uutossa liuenneiden pikatestiä häiritsevien ionien pitoisuuksia mitattiin Jokioisissa.</p> <p>Kasvialustatutkimuksen tuloksissa saatiin nitraatin osalta korkeita ja kokeen loppua kohden nousevat pitoisuudet ja ammoniumin osalta päinvastoin. Nollakuitu sitoi voimakkaasti typpeä ja huuhtoumat tältä alustalta olivat pienet. Muilla alustoilla oli enemmän vaihtelua nitraatin määrissä. Hyviä alustoja olivat kompostipohjaiset ja palaturvealustat, joissa nitraatin huuhtoutuminen oli samaa luokkaa kuin vaaleasta turpeesta. Kevytsoran lisääminen vaaleaan turpeeseen puolestaan aiheutti nitraattien huuhtoutumisriskin kasvua.</p> <p>Pikatesti on luotettava vesiuutolla verrattuna laboratorion standardimenetelmiin tietyn virhemarginaalin sisällä. Vesiuutossa muita ioneja ei liuennut pikatestiä häiritseviä pitoisuuksia. KCl-uttoon sen sijaan ei voida luottaa pikatestin tulosten ja häiritsevien ionien perusteella.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Typpi, ammonium, nitraatti, kasvialusta, pikatesti.		
Muut tiedot		



Author(s) HEINONEN, Henry	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 28.03.2011
	Pages 67	Language Finnish
	Confidential ( ) Until	Permission for web publication ( X )
Title NITROGEN ECONOMY OF SUBSTRATES AND RELIABILITY OF QUICK DETERMINATION METHOD		
Degree Programme Laboratory		
Tutor(s) LEPPÄ-AHO, Jaakko		
Assigned by UOSUKAINEN, Marjatta MTT		
<p>Abstract</p> <p>The research of nitrogen economy in substrates is a one part of the wider substrate research in the Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT) in Laukaa. The goal of the research was to assess the nitrogen economy of substrates. It was measured in nitrogen available for plants and nitrogen that leaching from the substrate. There were 14 different substrate mixtures. Raw materials were peats, clay, sand, expanded-clay, forest industry fiber and composts. The purpose was to compare effects of the different raw materials in the nitrogen economy of substrates.</p> <p>The nitrogen determinations were done with Merck Reflectometer RQflex 10 quick determination device and Reflectoquant determination strips. Strips are for nitrate and ammonium determinations. The reliability of this determination method was questioned and studied by comparing results of the quick determination method with standardized laboratory determination methods. Samples were taken from two different types of peat and peat mixture. In addition water and KCl elution methods were studied and the ions in the solution that distract the quick determination method were examined. The laboratory determinations were made in Jokioinen where MTTs chemistry laboratory is.</p> <p>The results of the substrate research were for nitrate higher concentrations towards the end of the experiment and for ammonium it was the opposite. The fiber bounded a lot of nitrogen and the nitrogen leach was small. Other substrates had more alternation in the nitrate results. Substrates containing composts and some of peat substrates were good. Their results of leached nitrate were quite like in sphagnum peat. However there was enough nitrogen for plants. Adding ex-clay to sphagnum peat increased the leach of nitrate.</p> <p>In water elution there were some difference in standard methods and quick determination method. The other ions did not have concentrations that would distract the quick determination in water elution. KCl elution is not useful with the quick determination method.</p>		
Keywords Nitrogen, nitrate, ammonium, substrate		
Miscellaneous		

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTONA TUTKIMUKSIIN.....</b>	<b>4</b>
<b>2 RAVINTEET JA TYPPI MAAPERÄSSÄ.....</b>	<b>5</b>
2.1 Ravinteet.....	5
2.2 Typen esiintyminen ja kiertokulku.....	6
2.3 Kasvien typenkäyttö.....	7
2.4 Typen määrittäminen.....	8
<b>3 KASVUALUSTA.....</b>	<b>10</b>
3.1 Kasvualustan rakentaminen.....	10
3.2 Turve.....	11
3.2.1 Ominaisuudet.....	11
3.2.2 Typpitalous.....	12
3.3 Lannoitus.....	12
<b>4 TYPEN PIKATESTILAITTEEN OMINAISUUDET.....</b>	<b>16</b>
4.1 Reflektometri.....	16
4.2 Testiliuskat.....	15
4.3 Laitteen käyttäytyminen.....	16
<b>5 PIKATESTIMENETELMÄN LUOTETTAVUUSTUTKIMUS.....</b>	<b>17</b>
<b>6 KASVUALUSTATUTKIMUS.....</b>	<b>19</b>
6.1 Tutkimuksen koasetelma ja kulku.....	19
6.2 Kasvualustatutkimuksen näytteet.....	20
<b>7 TUTKITTAVAT KASVUALUSTAT.....</b>	<b>21</b>
7.1 Kasvualustojen raaka-aineet.....	21
7.1.1 Yleisesti.....	21
7.1.2 Turpeet.....	22
7.1.3 Nollakuitu ja kompostit.....	22

7.1.4 Kivennäiset.....	22
<b>7.2 Seokset.....</b>	<b>23</b>
<b>8 TYÖOHJE JA MÄÄRITYKSET.....</b>	<b>24</b>
<b>8.1 Pikatestintyöohje.....</b>	<b>24</b>
<b>8.2 Pikatestimäärittysten kuvaus.....</b>	<b>24</b>
8.2.1 Näytteen käsittely.....	24
8.2.2. Määrittäminen.....	25
8.2.3 Typen määrän laskeminen.....	26
<b>8.3 Typen mittaaminen standardimenetelmillä MTT:n kemian laboratoriossa..</b>	<b>27</b>
<b>9 PIKATESTIN LUOTETTAVUUS TULOKSET.....</b>	<b>27</b>
<b>9.1 Nitraatti- ja ammoniumtulokset.....</b>	<b>27</b>
<b>9.2 Pikatestiä häiritsevien ionien määritystulokset.....</b>	<b>31</b>
<b>10 KASVUALUSTATUTKIMUKSEN TULOKSET.....</b>	<b>35</b>
<b>10.1 Tulosvaatimukset.....</b>	<b>35</b>
<b>10.2 Kasvualustanäytteet.....</b>	<b>35</b>
10.2.1 Nitraattityppi.....	35
10.2.2 Ammoniumtyppi.....	37
10.2.3 pH.....	39
10.2.4 Johtokyky.....	41
<b>10.3 Suotovesinäytteet.....</b>	<b>42</b>
10.3.1 Nitraattityppi.....	42
10.3.2 Ammoniumtyppi.....	45
10.3.3 Muita tuloksia.....	48
<b>11 TULOSTEN TARKASTELUA.....</b>	<b>48</b>
<b>11.1 Pikatestin luotettavuustutkimus.....</b>	<b>48</b>
<b>11.2 Liukoisen typen esiintyminen kasvualustoissa.....</b>	<b>49</b>
<b>11.3 Typen huuhtoutuminen kasvualustoissa.....</b>	<b>51</b>
<b>12 TUTKIMUSTEN PÄÄTELMÄT.....</b>	<b>53</b>

<b>LÄHTEET</b> .....	<b>56</b>
<b>LIITTEET</b> .....	<b>57</b>
<b>Liite 1. Typpitestiliuskojen ohjeet</b> .....	<b>57</b>
<b>Liite 2. Pehtoorin katteen tuoteseloste</b> .....	<b>61</b>
<b>Liite 3. Työohjeet</b> .....	<b>62</b>

## **KUVIOT**

KUVIO1. Reflektometri Merck Reflectometer RQflex 10.....	14
KUVIO2. Määritysliuska laitetaan reflektometrin lukija osaan.....	15
KUVIO 3. Kootut pikatestin luotettavuustutkimuksen tulokset nitraatin osalta.....	28
KUVIO 4. Kootut pikatestin luotettavuustutkimuksen tulokset ammoniumin osalta..	29
KUVIO 5. Kasvualustanäytteiden nitraattitulokset (mg/l).....	36
KUVIO 6. Ammoniumtulokset eri kasvualustoilla (mg/l).....	38
KUVIO 7. Kasvualustanäytteiden pH-tulokset eri kasvualustoilla.....	40
KUVIO 8. Johtokykykaavio eri kasvualustaseoksista (mS).....	41
KUVIO 9. Suotovesien nitraattitulokset rinnakkaisineen.....	43
KUVIO 10. Suotovesien nitraattipitoisuudet eri kasvualustoilla.....	44
KUVIO 11. Rinnakkaiset suotovesien ammoniumtulokset.....	46
KUVIO 12. Suotovesien ammoniumtulokset eri kasvualustoilla.....	47

## **TAULUKOT**

TAULUKKO 1. Kasvualustoissa käytetyt orgaaniset raaka-aineet.....	21
TAULUKKO 2. Kasvualustojen kivennäisraaka-aineet.....	22
TAULUKKO 3. Liukoisen typen määrä kasvialustassa pikatestillä ja standardimene- telmillä (SFS 3030 ja 3032 sekä EN 13652 H <sub>2</sub> O) mitattuna.....	28
TAULUKKO 4. Nollanäytteiden reflektometrillä mitatut nitraatti- ja ammoniumpitoi- suudet.....	31
TAULUKKO 5. Ionien pitoisuudet mg/l vesiuutolla uutettaessa.....	32
TAULUKKO 6. KCl-uuton ICP-mittauksen ionipitoisuudet mg/l.....	34

# 1 JOHDANTONA TUTKIMUKSIIN

Tämä kasvualustojen typpitaloutta käsittelevä opinnäytetyö on osa kasvualustatutkimusta, jota tehdään Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksessa (MTT) Laukaan yksikössä. Kasvualustatutkimus on kaksiosainen ja sisältää monia tutkimusvaiheita ja -kohteita. Typpitutkimus kuuluu kasvualustatutkimuksen toiseen vaiheeseen, jossa tutkitaan kasvualustojen ravinnetaloutta ja mykorritsasienten toimivuutta niissä. Opinnäytetyössä vertaillaan tynen liukoisuutta ja huuhtoutumista erilaisista kasvualustatyypeistä. Tutkimus oli tehty pitkällä aikavälillä ja näin oli saatu kuvattua kuinka kasvualusta luovuttaa ravinteita eri hetkinä. Kasvualustoina oli erilaisten turpeiden ja kivennäisten seoksia sekä joissakin alustoissa oli metsäteollisuuden nollakuitua ja komposteja. Tavoitteena oli vertailla erilaisten kasvualustan raaka-aineiden vaikutusta kasvualustan typpitalouteen.

Typpi määritettiin ammonium- ja nitraatti-ioneina, joten tutkimuksessa ei tarkasteltu kokonaistyyppiä, vaan kysymys oli liukoisesta tyypestä, jota kasvit käyttävät hyödyksensä. Määritykset tehtiin kasvualustanäytteistä vesiuutolla pikatestimääritysluokojen ja niiden lukijan avulla (Merck reflectometer RQflex 10). Pikatestillä saadaan nitraattipitoisuus minuutissa ja ammoniumpitoisuus 4 - 8 minuutissa. Laite lukee liuskassa reaktion seurauksena muuttuneen värin ja näyttää tuloksen ruudussa, joten laite on kuin pienikokoinen spektrofotometri.

Tehtäväkseni tuli myös tutkia pikatestin luotettavuutta, koska näin varmistettiin pikatestin soveltuvuus typpimäärityksiin kasvualustoista. Otin kolmesta erilaisesta kasvualustasta näytesarjan, joista tein määritykset kahdella uuttometodilla. Näytesarjan kasvualustanäytteitä ja uuttovesiä lähetettiin Jokioisiin MTT:n kemian laboratorioon, jossa tehdään standardisoituja typpimäärityksiä, uuttoja ja ionimittauksia. Pikatestimenetelmästä tutkittiin erilaisia näytteen käsittelyjä ja pikatestiä häiritseviä ioneja sekä vertailtiin omia tuloksia standardimenetelmillä saatuihin tuloksiin.

## 2 MAAPERÄN RAVINTEET JA TYPPI

### 2.1 Ravinteet

Kasvi tarvitsee ravinteita raaka-aineiksi aineenvaihduntaan ja kasvuunsa, johon se saa energiaa fotosynteesistä. Ravinteiksi luetaan 16 alkuainetta: hiili, happi, vety, typpi, fosfori, rikki, kalium, kalsium, rauta, mangaani, magnesium, kupari, sinkki, molybdeeni, boori ja kloori. Joskus myös nikkeli luetaan ravinteiden joukkoon. Joillekin kasveille hyödyllisiä ovat myös natrium, pii, koboltti ja seleeni, mutta niitä ei lasketa varsinaisten ravinteiden joukkoon. Ravinteiksi lasketaan vain sellaiset alkuaineet, jotka ovat välttämättömiä kasville ja joiden puutostilat on havaittavissa kasvista. Pääravinteita ovat typpi, fosfori ja kalium, koska nämä ovat yleensä kasvua rajoittavia ravinteita eli niin sanottuja kasvunminimitekijöitä. Sivuravinteita ovat kalsium, magnesium ja rikki. Loput kuuluvat hivenravinteisiin. (Harmoinen & Peltonen 2009, 6 - 9.)

Kasvi pystyy hyödyntämään ravinteet, jotka ovat liuenneena kasvualustassa olevaan veteen, koska kasvi ottaa juuristolla vettä veden osmoottisen potentiaalın avulla. Ravinnepitoisuutta kannattaa tarkkailla, koska jos on liikaa ravinteita, osmoottinen potentiaali muuttuu haitallisen alhaiseksi eikä kasvi saa vettä. Alustana kannattaakin käyttää alustaa, joka pidättää lannoitteen annettuja ravinteita. Pidätetyt ravinteet ovat tällöin tasapainossa veteen liuenneiden ravinteiden kanssa. Tällöin juuriston ottamat ravinteet korvautuvat kasvualustaan pidättyneillä ravinteilla sitä mukaa, kun kasvi niitä käyttää. (Puustjärvi 1991, 151.)

Pidättyminen saattaa olla alustamateriaalin pintaan sähköisellä varauksella kiinnittymistä. Toinen tapa on orgaaniseen aineeseen pidättyminen, jolloin orgaanisen aineen hajautuessa ravinteita vapautuu kasveille käyttökelpoiseen muotoon. (Puustjärvi 1991, 149.)



## 2.2 Typen esiintyminen ja kiertokulku

Typpeä esiintyy maassa monenlaisissa muodoissa: molekulaarisena, orgaanisena ja liukoisena typpenä, kuten ammoniumina, nitraattina ja nitriittinä. Molekyyli- eli  $N_2$ -muoto on yleinen, esimerkiksi ilmakehän kaasuista typpeä on noin 78 %. Kasvit eivät pysty käyttämään tätä muotoa suoraan, mutta eräät maaperän bakteerit pystyvät hyödyntämään sitä ja muuttamaan typen toiseen muotoon (typensidonta) nitrogeenaasientsyymiä käyttäen. Esimerkiksi palkokasvien juurinystyröissä elävät *Rhizobium*-bakteerit sitovat ilmakehän typpeä kasveille käyttökelpoiseen ammoniumtyppimuotoon isäntäkasvilta saamiensa yhteyttämistuotteiden energian avulla (Harmoinen & Peltonen 2009, 17). Orgaaniset typpiyhdisteet ovat merkittävä typpivarasto maaperässä. Orgaanisesta tyypestä voidaan saada ammonifikaation kautta ammoniumtyppä ( $NH_4^+$ ). Tätä tapahtumaa kutsutaan typen mineralisoitumiseksi. (Antikainen, Holmberg, Kauppila, Kauppila, Ketola, Korpinen, Lepistö, Lepistö, Pietiläinen, Pitkänen, Rantanen, Rekolainen, Räike, Santala, Similä, Tamminen, Vuorenmaa 2008, 9.)

Nitrifikaatio tarkoittaa ammoniumtypen muuttumista nitraattimuotoon, tämän saavat aikaan maaperän mikrobit. *Nitrosomonas*-bakteerit saavat energiaa hapettamalla ammoniumtypen nitriittimuotoon ( $NO_2^-$ ). Mikrobitoiminnan takia ammoniumtyppä on vähemmän maaperässä. *Nitrobacter*-bakteerit hapettavat nopeasti nitriittitypen nitraatiksi ( $NO_3^-$ ), joten myös nitriittiä on yleensä vähän maaperässä. Näitä kahta hapettumissarjaa kutsutaan yhdessä nitrifikaatioksi. Hapettumisessa vapautuu vetyioneja, jotka happamoivat maaperää. (Harmoinen & Peltonen 2009, 16 - 17.)

Eloperäisestä aineksesta mineralisoituu typpeä, mutta tämä tapahtumasarja kulkee toisinkin päin. Mineraalitypen sitoutumista orgaaniseen ainekseen kutsutaan immobilisoitumiseksi. Jos kasvualustana on turpeita, on selvää, että lannoitteena annettua typpeä sitoutuu kasvualustaan, koska turve sisältää paljon orgaanisia aineita, kuten ligniiniä, johon typpi immobilisoituu. (Puustjärvi 1970, 35, 41.)

Typen kierrossa on oleellista huomata kaasumaisten yhdisteiden palautuminen ilmakehään. Nitraattityppä käyttävät maaperässä kasvien lisäksi useat mikrobit hengityksessään, jolloin vapautuu typen kaasumaisia muotoja, kuten typpioksidgeja ( $N_2O$ ,  $NO$ ) ja typpikaasua ( $N_2$ ). Tätä tapahtumaa kutsutaan denitrifikaatioksi. Esimerkiksi karjan-

lannasta vapautuu ammoniakkia ilmaan, mikä osaltaan selittää sen hajun. (Harmoinen ja Peltonen 2009, 16 - 17.)

Ihmisen toiminta ja lannoitus ovat kaksinkertaistaneet vuodesta 1960 ekosysteemissä virtaavan typen määrän. Merkittävimpiä ravinnevirtojen suurentajia ovat olleet maaja metsätalous sekä energiantuotanto ja -kulutus. (Antikainen ym. 2008, 11.)

## 2.3 Kasvien typenkäyttö

Kasvi saa energiansa fotosynteesistä, jossa kasvi muuttaa auringonvalon energialla hiilidioksidin ja veden sokeriksi ja hapeksi. Energiaa kasvi käyttää aineenvaihduntaan ja kasvamiseen. Näihin molempiin kasvi tarvitsee ravinteita. Kasvi saa ravinteita veden mukana, joten mitä enemmän kasvissa virtaa vettä, sitä enemmän kasvi saa ravinteita. Veden virtaus riippuu paljon veden saatavuudesta: jos kasvi ei saa vettä, se sulkee lehdistään haihdutusreiät, jolloin haihtuminen vähenee. Tällöin kasvi ei toisaalta saa ravinteita, koska veden haihtuminen saa aikaan veden virtaamisen kasvin juurista ylöspäin. Lämpöliikkeestä johtuva pitoisuuksien tasoittuminen eli diffuusio saa ravinepitoisuuden pysymään ennallaan juuriston ympärillä. Typpipitoisuuskin pysyy tasanaisena diffuusion avulla lannoitetussa maassa. Kaikki ravinteet eivät tosin kulkeudu passiivisesti veden virtauksen mukana, vaan kasvi voi säädellä itse, mitä ravinnettä ja minkä verran se ottaa tiettyyn elintoimintoon. (Harmoinen & Peltonen 2009, 11 - 12.)

Kasvi ottaa maaperästä kaikki ravinteensa paitsi hiilen, jonka kasvi ottaa ilmasta hiilidioksidina. Tällöin myös typpi kulkeutuu kasviin maaperästä, jolloin typpi on pääasiallisesti epäorgaanisessa ionimuodossa. Kasvi käyttää typpeä osana orgaanisia yhdisteitä valkuaisaineissa. Typpi on yksi ravinne, joka liikkuu helposti vanhemmista kasvin osista nuorempiin, jolloin puutostilat näkyvät vanhoissa osissa. Helppo liikuteltavuus mahdollistaa puutostiloissa typen siirron sinne, missä sitä tarvitaan. Vanhoista kasvin osista, joissa on kasvu loppunut, uusiin kasvaviin osiin. Esimerkiksi viljat siirtävät typpeä kasvaviin jyviin varsista ja lehdistä. (Harmoinen & Peltonen 2009, 11 - 13, 25.)

Ravinteiden puutos voi johtua monista syistä, ja ratkaisun löytyminen voi olla hankalaa. Kun puutosoire on näkyvä, täytyy tarkkailla, miltä oireet näyttävät ja missä kasvinosassa se on. Puutosoireen sijainti kertoo paljon vian aiheuttajasta ravinteiden liikkuvuuden perusteella. Typen puutos näkyy vanhoissa lehdissä, koska se on helposti liikkuva ravinne. Vanhoissa lehdissä kasvu hidastuu ja kloroosia esiintyy lehden kärjistä alkaen, eli lehdet muuttuvat kellertäviksi ja jopa ruskehtaviksi. Tällöin kasvu tyrehtyy, korsi heikkenee ja alimmat lehdet putoavat pois. Jos taas kasvi saa typpeä liikaa, se näkyy kasvin hyvin tummanvihreänä värinä ja herkkyytenä kuivuudelle, taudeille ja hyönteistuhoilta. (Harmoinen & Peltonen 2009 51 - 54.)

## 2.4 Typen määrityskeinot maaperästä

Typpeä voidaan määrittää monin keinoin ja kannattaa pohtia mikä on taloudellisesti, ajallisesti ja näytteen käsittelyn kannalta järkevin vaihtoehto. Standardeja kokonaistypen määrittämiseen löytyy runsaasti. Typen määrittämistä maaperästä voidaankin tehdä esimerkiksi Kjeldahl-laitteella ja spektrometrisesti (Crompton 1999, 302).

Kjeldahl-menetelmä on ehkä kaikista tunnetuin kokonaistypen määrittämiseen tarkoitettu menetelmä. Perusideana on hajottaa näyte ensin rikkihapolla katalysaattorin läsnäollessa. Sitten näyte höyrytislataan natriumhydroksilla, jonka jälkeen ammoniakki muodossa oleva typpi määritetään esimerkiksi titraamalla tai spektrometrisesti. Kjeldahl-menetelmä on aikaa ja reagensseja kuluttava ja vaatii laitteistoa ja henkilöstöä, mutta on taitavan tekijän avulla tarkka määrittämuoto. (Crompton 1999, 302.)

Spektrometriset määrittäykset perustuvat värillisiin liuoksiin näkyvän valon alueella. Spektrometriset määrittäykset ovat samoja, joihin pikatestitkin perustuvat. Nitraattityppi voidaan määrittää diatsovärinä. Nitraatti muuttuu väriksi, kun se reagoi happamissa olosuhteissa amiinin ja N-(1-naftyyli) etyleenidiamiinin kanssa (Faithfull 2003, 228). Ammonium puolestaan voidaan määrittää indofenolina, joka syntyy ammoniumin, hypokloriitin ja fenolin reagoitessa katalyytin avulla. Reaktiot ovat kohtalaisen yksinkertaisia, mutta niiden tulkitseminen ja tarkan tuloksen saaminen vaativat laitteistoa. (Crompton 1999, 302.)

Kun etsii typenmääritykselle standardisoituja menetelmiä, löytää paljon erilaisia moneille erilaisille näytteille, esimerkiksi vedelle, elintarvikkeille tai maaperälle (SFS-verkkokaupan luettelo n.d.). Laboratoriossa, johon tässä opinnäytetyössä lähetettiin näytteitä pikatestin luotettavuuden arviointia varten, käytetään SFS 3030 ja 3032 standardeja, jotka liittyvät ammoniumin ja nitraatin määrittämiseen vedestä. Lisäksi standardeja on ravinteiden uuttoonkasvualustoista, esimerkiksi SFS EN 13652, joka liittyy vesiliukoisten ravinteiden uuttoon. Uttostandardista on modifioitu ohjeet uuttoon, jota käytettiin tämän opinnäytetyön näytteiden käsittelyssä. Standardia käytetään myös MTT:n Jokioisten kemian laboratoriossa maaperänäytteiden uuttoon.

Tyypitutkimuksessa näytteitä oli paljon, mutta aikaa ja resursseja rajallisesti, joten oli luonnollinen valinta tyytyä pikatestimenetelmään. Lisäksi menetelmän oletettiin olevan tarpeeksi tarkka liukoistypen määrittämiseen, sillä pikatestejä käytetään muun muassa elintarvikkeiden analyysihin, joissa todennäköisesti on samankaltaisia määrittäjiä häiritseviä tekijöitä ja ominaisuuksia kuin kasvualusta-analyysissä. MTT:llä Laukaassa ei myöskään ole muita laitteita, joilla olisi voitu määrittää typpeä.

Kasvualustatutkimuksen määrittäykset tehtiin Merckin Reflectometer RQflex 10, joka on esitelty luvussa 4. Seuraavassa reflektometrin liuskoissa tapahtuvat reaktiot nitraatin ja ammoniumin määrittäyksissä. Ne on vapaasti käännetty suomeksi valmistajan laatimista määrittäysliuskojen ohjeista (ks. Liite 1):

#### *Nitraatin määrittäminen*

Nitraatti reagoi liuskassa olevaan aromaattiseen amiiniin, jonka kanssa se muodostaa diatsoniumsuolan. Suola reagoi N-(1-naftyyli)-etyleenidiamiinin kanssa, jolloin muodostuu atsoväri. Reflektometri määrittää liuskaan muodostuneen värin perusteella liuosessa olevan nitraatin pitoisuuden. Reaktio on kohtalaisen nopea, koska kaikki tuo tapahtuu 60 sekunnissa.

### *Ammoniumin määrittäminen*

Ammoniumioni reagoi klooraavan reagentin kanssa, jolloin muodostuu monokloori-amiinia. Aine reagoi fenoliyhdisteen kanssa muodostaen sinertävän indofenolin johdannaisen, jonka avulla reflektometri määrittää ammoniumin määrän näytteessä.

## **3 KASVUALUSTA**

### **3.1 Kasvualustan rakentaminen**

Tässä opinnäytetyössä keskitytään kasvualustoihin, ja siksi on syytä tietää, millainen on hyvä kasvualusta. Kasvualusta pitää rakentaa kasvin ehdoilla, jotta kasvin kasvu olisi parasta mahdollista. Kasvihuoneviljelyssä kaksi kasvunperustekijää, ilmasto ja kasvualusta, ovat hallittavissa koko ajan. Kasvualustat voidaan rakentaa sellaisiksi kuin halutaan. Raaka-aineiden ominaisuuksiin perehtymällä saadaan kasvualustaan optimaaliset ominaisuudet ja kasvi kasvamaan halutulla tavalla. Alustassa on kasvin juuret, joilla se ottaa vettä ja ravinteita, mikä vaatii kasvilta tietyn työmäärän. Mitä vähäisemmän työmäärän juuristo tarvitsee levittäytymiseen sekä ravinteiden ja veden ottamiseen, sen parempi kasvualusta on. Ravinteiden pitää olla kasville käyttökelpoisessa ja helposti otettavassa muodossa, jolloin puhutaan kasvualustan ravinnepitoisuuden, lannoituksen ja ravinteiden pidätyskyvyn tärkeydestä. (Puustjärvi 1991, 80 - 81.)

Kasvualustan optimaalisessa rakenteessa on otettava huomioon huokostila. Huokostila määräytyy kasvualustan kiinteänaineen väliin jäävän tilan mukaan, mikä on tärkeää kasvien juurien leviämiseen, mikrobitoiminnalle sekä juuriston vesi- ja ilmataloudelle. Huokosissa täytyy olla ilmaa, koska juuristo tarvitsee happea, jonka juuristo ottaa kasvualustan huokosista. Kasvualustan tulee pidättää myös vettä, sillä kasvihuoneessa haihdunta on nopeaa. (Puustjärvi 1991, 80 - 81.)

Kasvualustan happamuus on otettava huomioon, koska se voi rajoittaa kasvien kasvua. Kun pH on alle 4,5, kasvualustaan alkaa liueta alumiinia, joka on kasveille myrkyllistä. Lisäksi happamassa kasvualustassa ravinteet saattavat muuntautua kasveille käyt-

tökelvottomaan muotoon. Happamuuden estämiseksi kasvualusta on kalkittava, jotta pH nousisi. Kalkitukseen käytetään yleensä kalsiumkarbonaattia tai dolomiittikalkkia, jolloin kasvualustaan saadaan lisäksi magnesiumia. Maan pH:n ollessa 6,5 kaikki ravinteet ovat parhaiten kasvin käytössä. (Harmoinen & Peltonen 2009, 20.)

## 3.2 Turve

### 3.2.1 Ominaisuudet

Turvetta muodostuu suoalueilla ja se on suokasvien, kuten rahkasammalen ja puiden jäänteistä muodostunutta eloperäistä maata. Turpeen luokitteluun vaikuttaa maatumisaste ja kasvilajikoostumus. Maatumisastetta kuvataan H-arvolla, joka määräytyy luonnontilaisen turpeen tutkimiseen kehitetyllä von Post'in aistinvaraisella arvioinnilla. H-arvo on 1 - 10 ja sitä käyttäen turpeet lajikoituvat vaaleaan (1 - 3), tummaan (4 - 6) ja mustaan turpeeseen (7 - 10). (Puustjärvi 1991, 104 - 105.)

Vaalea ja tumma turve lajitellaan vielä kasvilajikoostumuksen mukaan alalajeihin ja laatuluokkiin. Tämä siksi, koska lähes kokonaan rahkasammaleesta muodostunut turve sisältää vähän tai ei ollenkaan ligniiniä, jota muodostuu puiden jäänteistä. Rahkasammalturve sisältää sphagnolia, jota on rahkasammaleessa runsaasti. Ligniini ja sphagnoli on hitaasti hajautuvia ainesosia, joiden hajautumistuotteet ovat erilaisia. Ligniinin hajautumistuotteista tärkeimmät ovat humiinit ja humiinihapot, kun taas sphagnolista syntyy orgaanisia happoja, joita kutsutaan fulvohapoiksi. Lisäksi eri maatumisasteisilla turpeilla on eroja tiheydessä, huokostilassa ja hiukkaskoossa, joten turvelajit eroavat toisistaan monilla eritavoilla. (Puustjärvi 1991, 104 - 105.)

Turpeilla on korkea ravinteiden pidätyskyky (paitsi fosforin osalta), mikä on niiden parhaimpia ominaisuuksia kasvualustana. Korkea vedenpidätyskyky on myös yksi hyvä turpeiden ominaisuus, joka tekee vedestä helppokäyttöistä kasville. Turpeiden huonona puolena kasvualustana, on niiden pieni hiukkaskoko ja tästä johtuva pieni huokoskoko. Tällöin turvetta tulee helposti kasteltua liikaa. Siksi pitää olla varovainen kastelussa ja pitää huolta turpeen kuohkeudesta. Toisaalta, jos turpeeseen lisätään sopivasti hiekkaa, sen ilmakapasiteetti paranee huomattavasti. Tosin hiekka ei saa olla

liian hienorakeista, koska silloin tulos on päinvastainen. Turpeen kasvualusta ominaisuuksia parantaa myös perliitti ja kivivilla. (Puustjärvi 1991, 115, 121-126.)

### 3.2.2 Typpitalous

Turpeen luontainen typpipitoisuus vaihtelee 0,5 - 3 %. Alimpia pitoisuusarvoja antavat vaaleat rahkasammalturpeet. Luontaisesti vaaleassa turpeessa keskimääräinen typpipitoisuus on noin 0,7 %. Typen puutteen lisäksi turpeessa on alhainen pH, mikä saa aikaan sen, että turpeet säilyvät soissa lähes muuttumattomina jopa tuhansia vuosia. Kasvihuoneissa turpeet kalkitaan ja lannoitetaan, jolloin olosuhteet pieneliöstölle tulee suotuisammiksi ja turve alkaa hajautua nopeammin, noin 10 prosentin vuosivauhtia. Lannoituksen avulla vaalean rahkasammalturpeen typpipitoisuus saattaa kohota noin 1 prosenttiyksikköön. (Puustjärvi 1991, 113 - 115.)

Maatuneimmissa turpeissa on mukana ligniiniä, jonka hajautumistuotteina syntyy hiilidioksidin ja veden lisäksi kiinteitä aineita. Näihin sitoutuu pieneliöstön tapaan myös typpeä, jolloin turpeen typpipitoisuus voi nousta jopa runsaaseen kolmeen prosenttiin. Koska typpi sitoutuu ligniinin hajautumistuotteisiin, voidaan olettaa typpeä vapautuvan kasvualustasta kasvin käyttöön hajautumistuotteiden hajautuessa edelleen. (Puustjärvi 1991, 113.)

### 3.3 Lannoitus

Lannoitus on paljon monimutkaisempaa kuin vain ravinteiden saaminen kasvualustaan, koska lannoitus riippuu paljon kasvatettavasta kasvista ja lannoitusvaihtoehtoja on monia. Nykyaikaisessa maataloudessa orgaanisia tuotteita, kuten liete, biojäte ja tuhka, käytetään vähemmän, mutta niistä on edelleen kiinnostuttu. Kierrätyksen yleistyessä orgaanisten lannoitteiden saatavuus on parantunut. Orgaaninen aines lisäksi parantaa maan rakennetta. Orgaanisia lannoitteita on tosin hieman työläämpi käyttää kuin mineraalilannoitteita. Lisäksi orgaanisiin lannoitteisiin vaikuttaa paljon, mistä kierrätetystä materiaalista lannoite on peräisin, koska niiden mukana saattaa tulla haitallisia aineita maaperään. Esimerkiksi lannoitukseen tarkoitettussa tuhkassa saattaa

olla korkea raskasmetallipitoisuus, mutta sitä valvotaan jo lainsäädännönkin kautta. (Harmoinen & Peltonen 2009, 32 - 33.)

Mineraalilannoitteita on siis helpompi käyttää ja niissä on suuremmat ravinnepitoisuudet kuin orgaanisissa lannoitteissa, mutta niiden hinnat saattavat vaihdella paljon. Typpilannoitteet ovat yleisesti Suomessa käytettyjä ja niissä typpi on kasveille käyttökelpoisissa nitraatti- ja ammoniummuodoissa. Hitaammissa typpilannoitteissa typpi on amidimuodossa, kuten ureassa ja typen annetaan muuttua maaperässä kasveille käyttökelpoiseen muotoon. Vielä amidejakin hidasliukoisempia lannoitteita saadaan, kun päällystetään tavallinen typpilannoite ohuella kalvolla. (Harmoinen & Peltonen 2009, 40 - 41.)

Kasvualustan ravinnepitoisuus on lannoituksen kannalta tärkeää. Myös kasvin kasvuhavainnot kertovat paljon kasvin ravinnetarpeesta, jota lannoituksessa on otettava huomioon. Kasvun tietynlaiset häiriöt viittaavat tiettyihin ravinteisiin. (Puustjärvi 1991, 149.)

Lannoitus riippuu yleensä kasvualustan ominaisuuksista ja viljeltävästä kasvista. Esimerkiksi turvekasvualusta on kalkittava, koska turpeessa on luontaisesti alhainen pH. Lisäksi turpeeseen on annettava yleislannoitus, jossa on pääravinteita, mutta lannoitessa on huomioitava turpeen ravinteiden pidätysominaisuudet. (Puustjärvi 1991, 115.)

Lannoitus yleisesti Suomessa on ollut haitallista vesistöille aiheuttaen rehevöitymistä. Rehevöityminen johtuu vesistöjen kohtalaisesta ravinneköyhyydestä, mikä rajoittaa kasvua koko kasvukauden. Kun pelloilta huuhtoutuu ylimääräiset ravinteet vesistöihin, vaikuttaa tämä siellä olevan kasvustoon ja pieneliöstöön. Avainasemassa yleensä on fosfori, jonka saatavuus rajoittaa levien kasvua. Rehevöityminen näkyy vesien samentumisena, verkkojen limoittumisena, runsaina sinileväkukintoina ja runsaampina särkikalakantoina. (Antikainen ym. 2008, 7.) Kuitenkin kasvihuoneviljelyssä, johon tässä opinnäytetyössä käytetyt kasvualustat ovat, ravinne päästöt ovat vähäisiä.



## 4 TYPEN PIKATESTILAITTEEN OMINAISUUDET

### 4.1 Reflektometri

Opinnäytetyössäni käytin nitraatin ja ammoniumin pikatesteissä Merckin Reflectometer RQflex 10:ä, joka on kuviossa 1. Laite on helppokäyttöinen, ja on itsessään tavallisen funktiolaskimen kokoinen, joten se kulkee hyvin mukana. Reflektometri saa virransa pattereista, jotka kestävät pitkään, vaikka laitteella määritettäisiin usein, eli se on kohtalaisen vähävirtainen. Laite on vain määrittelyliuskojen lukija, eli määrittely tehdään liuskoilla ja liuskat luetaan laitteella määrittelyselle ohjelmoidulla ohjelmalla. Reflektometri nimensä mukaisesti lukee liuskoista heijastuneen valon, joten voidaan sanoa sen olevan fotometri (remission photometer). Laite siis tutkii emittoitua ja reflektoitua valon intensiteettieroa kvantitatiivisesti ja määrittää siitä antamansa tuloksen.



KUVIO 1. Reflektometri Merck Reflectometer RQflex 10 (RQflex 10 Manual, n.d. 28.)

## 4.2 Testiliuskat

Reflektometrillä voi tehdä monenlaisia määrittäyksiä. Laitevalmistajalla on runsas valikoima määrittäysliuskoja, muun muassa raudalle, formaldehydille ja alumiinille. Reflektuant-nitraatti- ja -ammoniumtestejä on myös eri pitoisuuksia sisältäville liuoksille, kuten esimerkiksi ammoniummäärittäysliuskoja on arvoille 0,7 - 7, 5 - 20 ja 20 - 180 mg/l. Jokaiselle näistä on omanlainen ohjelmansa, joilla liuskat luetaan. Ammoniumtestissä on myös erilaiset reaktioajat eri liuskojen määrittäysherkkyyksille.

Liuskat itsessään ovat pieniä muovisia suikaleita, joissa on toisessa päässä kaksi neljänmuotoista määrittäysaluetta. Määrittäysalueiden on tultava kosketuksiin määrittettävän nesteen kanssa, jotta reaktio näissä kohdissa voisi tapahtua. Reaktioiden mukaisesti liuskojen määrittäysalueet vaihtavat väriä. Esimerkiksi nitraattiliuskoissa väri vaihtuu violetiksi ja ammoniumliuskoissa vihertävänsinisiksi. Liuskat ovat kohtalaisen helppoja käsitellä, ja ne saa helposti laitettua reflektometrin lukijaan, kuten kuviossa 2 on demonstroitu. Liuskoja säilytetään viileässä (2 - 8 °C) ja ilmatiiviissä astiassa, jottei ilmankosteus pilaisi niitä.



KUVIO 2. Määrittäysliuska laitetaan reflektometrin lukija osaan (RQflex 10 manual n.d. 16.)

Näytteiden ammonium- ja nitraattipitoisuuksien arvioimiseen sekä nitriitti-ionin tutkimiseen käytettiin Mercoquant-määrittäysliuskoja. Liuskoja ei lueta reflektometrillä vaan liuskojen purkin kyljessä olevasta väriasteikosta. Mercoquant-liuskat eivät eroa

Reflectoquant-liuskoista kuin käytön ja liuskan leveyden puolesta. Nitriittitesti on Mercoquant-nitraattitestin yhteydessä, jolloin toinen määrittämisalueista mittaa nitriitin ja toinen nitraatin. Nitriitti on reflectoquant-liuskojen reaktioita häiritseväioni, jonka pitoisuuksia seurattiin jonkin verran pikatestimäärittysten yhteydessä. Jos nitriittiä olisi löytynyt, se olisi pitänyt poistaa aminosulfonihapon kanssa lämmittämällä. Kuitenkaan tämän opinnäytetyön aikana nitriittiä ei löydetty määrittämisalueista tehtäessä ja siksi siihen ei kiinnitetty huomiota tutkimuksissa.

### 4.3 Laitteen käyttäminen

Ennen määrittämisaluetta maanäytteet täytyy käsitellä asianmukaisesti. Näytteiden käsittely on esitetty luvussa 8. Kun määrittäminen aloitetaan, laitteesta valitaan ohjelma, joka on ohjelmoitu ohjelmapaikkaan. Ohjelmapaikkoja on viisi, eli laitteella voi määrittää viittä erilaista määrittämisaluetta ilman, että joutuisi ohjelmoimaan laitteen uudestaan määrittämisaluetta välissä. Määrittämisohjelma ohjelmoidaan muovisella lehdykällä, jossa on monimutkainen viivakoodin tapainen kuviointi. Lehdykettä työnnetään ohjelmointiaukkoon, jolloin laite tunnistaa sen ja muodostaa ohjelman valitulle ohjelmapaikalle.

Kun ohjelma on valittu, näyttöön ilmestyy kello, jossa on määrittämisaluetta kesto sekunteina. Sekunnit alkavat juosta kohti nolaa, kun painetaan start-painiketta. Samanaikaisesti määrittämisliuska laitetaan määrittämisaluetta nesteeseen. Liuskaa pidetään nesteessä tietyn ajan määrittämisaluetta riippuen. Nitraattitestissä liuskaa pidetään kaksi sekuntia, minkä jälkeen se otetaan pois ja odotetaan, kunnes kellossa on noin kymmenen sekuntia jäljellä, silloin liuska laitetaan laitteen lukijaosaan. Kun aika juoksee nolaa, laite lukee automaattisesti liuskan värin, josta se laskee tuloksen ja syöttää sen näytölle.

Ammoniumin määrittämisalue poikkeaa jonkin verran nitraatin määrittämisaluetta. Määrittämisaluetta nesteeseen tehdään ensin reagenssilisäykset. Tämän jälkeen samanaikaisesti, kun kello laitetaan juoksemaan, liuska asetetaan nesteeseen. Liuska on nesteessä joko neljä tai kahdeksan minuuttia riippuen liuskojen pitoisuusalueesta. Jos pitoisuus ei osu liuskojen oikealle pitoisuusalueelle, laitteen näyttöön tulee teksti HI tai LOW sen mukaan, onko pitoisuus yli tai alle määrittämisalueen. Tällöin pitää muuttaa näytteen laimennosta tai käyttää toisenlaisia liuskoja, joissa on eri pitoisuusalue.

## 5 PIKATESTIMENETELMÄN LUOTETTAVUUSTUTKIMUS

### 5.1 Tutkimuksen tavoitteet ja toteutus

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksessa on tehty kasvualustojen typpimäärityksiä pikatestillä. Harjoitteluni aikana MTT:llä tein kasvualustatutkimuksen typpimäärityksiä tähän opinnäytetyöhön, ja tällöin heräsi keskustelua pikatestimenetelmän luotettavuudesta. Tutkija Sanna Kukkonen, joka ohjasi töitäni typpimääritysten yhteydessä, ehdotti minulle pikatestin luotettavuuteen liittyvää tutkimusta. MTT:llä ei ollut aikaisempaa tietoa, kuinka paljon tulokset saattaisivat poiketa laboratorioden standardimenetelmien antamista tuloksista ja millainen vaikutus näytteen erilaisella käsittelyllä olisi. Lisäksi käytetyllä uuttomenetelmällä liukenevien muiden ravinteiden kuin typen pitoisuuksista ei ollut paljonkaan tietoa. Liuenneet ionit saattavat vaikuttaa pikatestin antamiin typpituloksiin.

Pikatestin luotettavuustutkimuksessa keskityttiin seuraaviin asioihin: 1) Vertailtiin normaalin vesiuuton pikatestillä ja standardimenetelmällä saatuja tuloksia. 2) Vesiuuttoa vertailtiin KCl-uuton kanssa. 3) Molemmista uuttomuodoista tutkittiin ionipitoisuudet, jotka häiritsevät pikatestiä. 4) Selvitettiin, minkälaisia tuloksia laboratorion saa, jos he määrittävät typen vertailumaanäytteestä. 5) tutkittiin muutamasta nollänäytteestä, mitä tuloksia pikatesti antaa niistä. Lisäksi oli tarkoitus tutkia näytteen jauhamista ja uuton värin vaikutusta, mutta näistä luovuttiin, koska niitä ei ollut mahdollista suorittaa ja pidimme niiden vaikutusta vähäisinä.

KCl-uutossa käytetään 2 mol/l kaliumkloridia. KCl-liuoksen oletettiin parantavan typen liukoisuutta kasvualustasta. Kun pikatesteissä käytetty vesiuutto kestää tunnin, KCl-uutossa uuttoaika on 12 - 16 tuntia. Tutkimusta varten tein kaliumkloridista ja tislatus vedestä 2 molaarista liuosta, jolla tein uutot.

Pikatestiä häiritseviä ioneja, joita ICP-ionimittauksella voitiin määrittää, olivat  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{B}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{K}^{+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{+}$ ,  $\text{P}$ ,  $\text{S}$  ja  $\text{Zn}^{2+}$ . Määrittämissuositusten ohjeissa (ks. Liite 1) on lueteltu eri pitoisuudet, joiden ylittyessä ionit alkavat vaikuttaa määrittä-

seen häiritsevästi. Ioneja, jotka vaikuttavat määrittelyyn, on enemmän kuin edellisessä listassa mutta emme tämän opinnäytetyön aikatauluun saaneet mahdollisuutta tutkia niitä. Lisäksi tuossa listassa on ioneja, jotka eivät häiritse pikatestiä, mutta ne tulevat joka tapauksessa ICP-mittauksen mukana määritetyiksi.

Vertailumaanäytteistä tutkittiin myös näytteenkäsittelyn vaikutusta tuloksiin. Jokioisten laboratoriossa käytetään standardoitua näytteenkäsittelymenetelmää maanäytteissä typpimäärittelyä varten, joten oli mielenkiintoista nähdä, miten paljon standardisoidulla näytteenkäsittelyllä oli vaikutusta tuloksiin. MTT:llä Laukassa käytetään standardiin pohjautuvaa menetelmää. Maanäytteitä varten mitattiin 300 ml kasvualustaa kutakin näytettä kohden Jokioisiin lähetettäväksi.

Valittiin kolme eri kasvualustan raaka-ainetta, joista kustakin otettiin viisi näytettä. Raaka-aineena käytettiin vaaleaa turvetta, tummaa turvetta ja seosta, jossa oli vaaleaa turvetta ja palaturvetta. Alkuperäinen ajatus oli käyttää kolmantena raaka-aineena biokompostia, mutta jouduimme hylkäämään kompostit, koska kompostissa oli niin paljon pieniä hiukkasia, että imusuodatusvaiheessa suodattaminen oli äärimmäisen hankalaa. Kompostia sai kyllä pienen määrän suodatettua, mutta koska suodosta tarvittiin runsas määrä laboratorioon lähetettäväksi, kompostia ei voitu käyttää. Turpeet kalkittiin ja lannoitettiin 24.3.10. Niihin laitettiin Puutarhan yleislannos 1:stä 1 g/l sekä dolomiittikalkkia 7 g/l vaaleaan turpeeseen ja 8 g/l tummaan turpeeseen. Turpeet olivat 10 litran astioissa huoneenlämmössä 21.4.10 asti.

Alkuperäinen ajatus oli, että olisin itse tehnyt vertailumäärittelyt, mutta koska aika oli tiukalla, päätimme lähettää näytteet MTT:n Jokioisten kemian laboratorioon, jossa henkilökunta suoritti kaikki tarvittavat typpianalyysit sekä ICP-ionimäärittelyt. Laboratorioon lähetettiin 15 (3 x 5) KCl- ja vesiutunäytettä, joista olin tehnyt pikatestin ja joista määritettiin ionit. KCl-uutoista oli tarkoitus myös tutkituttaa laboratoriossa ammoniumin ja nitraatin pitoisuudet, mutta sitä ei saatu kuitenkaan toteutettua. Lisäksi lähetettiin 15 (3 x 5) maanäytettä, joista typpi määritettiin laboratorion standardinäytteenkäsittelymenetelmin. Heti näytteiden oton jälkeen näytteet pakastettiin, jotta typpi ei haihtuisi näytteistä. Näytteet lähetettiin laboratorioon kylmänä, jotta saataisiin pidettyä näytteillä samat olosuhteet koko ajan.

## 6 KASVUALUSTATUTKIMUS

### 6.1 Tutkimuksen koeasetelma ja kulku

Tämän opinnäytetyön tyypitutkimus kuuluu MTT:n kasvualustatutkimuksen toiseen vaiheeseen, jossa kasvualustoja testataan hyötymikrobien toiminnan, ravinnetalouden ja kasvuominaisuuksien kannalta. Toisessa vaiheessa tutkitaan kasvualustaseoksia astiataimiviljelyssä, johon kasvualustaseokset valittiin ensimmäisestä vaiheesta saatujen tulosten perusteella. Koe kesti 16 kk ja näytteenotot tehtiin toukokuun 2008 ja joulukuun 2009 välisenä aikana. Kokeen aikana tutkittiin mykorritsasienten vaikutusta kasveihin. Mykorritsatutkimus on osa kasvualustatutkimusta, siksi se vaikuttaa joidenkin kasvualustojen raaka-aineisiin ja lannoitukseen. Tyypitutkimuksessa ei ole otettu huomioon mykorritsasieniä. Koekasvina toimi kuunlilja (*Hostasieboldiana* ”Frances Williams”).

Tutkimuksessa käytettiin jokaiseen kasvualustaseokseen 12 kappaletta pieniä yhden litran kasvittomia ruukkuja ja viisi isoa kolmen litran kasvillisia ruukkuja. Koeasetelma oli satunnaisten täydellisten lohkojen koe, mikä tarkoittaa kasvatushuoneen jakamista lohkoihin ja jokaiseen lohkoon oli laitettu kaikista kasvualustaseoksista saman verran ruukkuja satunnaiseen järjestykseen. Tällä tavoin tasoitetaan kasvatushuoneen eri osissa tapahtuvaa olosuhdevaihteluiden vaikutusta tutkimuksen tuloksiin. Olosuhteiden, esimerkiksi lämpötilan vaihtelut, voivat vaikuttaa muun muassa lannoituksen liukoisuuteen. Kasvatushuone oli siis jaettu moneen lohkoon, joista lohkojen A, B, C, H, I, J, K, L ja M pienien ruukkujen toistoja on käytetty suotovesinäytteisiin. Näin montaa toistoruukkua käytettiin, koska oli kolme näytteenottokertaa. Jokaisessa näytteenotossa oli käytetty kolme rinnakkaista ruukkua, jotka hylättiin näytteenoton jälkeen. Lohkojen D ja E toistoista oli otettu tutkimuksen maanäytteet, joista viimeiseen näytteenottoon toistojen ruukut oli yhdistetty, jolloin 16 kuukauden näytteiden toisto oli DE. Ruukut olivat 1 litran vetoisia.

Kasvatushuoneessa päivän pituus ja lämpötila vaihteli vuodenaikojen mukaan. Kasvukausina (16.5. - 30.10.2008 ja 3.3.2009 - 16.9.2009) päivän pituus oli 14 h. Kasveille järjestettiin noin 4 kk:n lepojako marras-maaliskuussa. Lepotilaa edelsi akklimointivaihe kasvatushuoneen lämpötilaa ja päivän pituutta säätämällä. Käytännössä lämpö-

tila pidettiin tasaisena (päivä  $21 \pm 1,5$  °C, yö  $18 \pm 1,5$  °C) syyskuun alkuun asti, minkä jälkeen lämpötilaa laskettiin noin 10 päivän välein marraskuun alkuun saakka. Käytännössä päivälämpötilat laskivat aina  $0,5 - 1$  °C ja yölämpötilat  $2 - 3$  °C. Talvilevon aikana lämpötila oli enimmäkseen  $1 - 3$  °C helmikuun alkupuolelle, minkä jälkeen lämpötila nousi ajoittain päivällä  $10$  °C tienoille.

Kasvualustat lannoitettiin alussa Osmocote exact (8 - 9 kk) lo-start-lannoitteella (mykorritsakokeelle 1 ja seoskokeelle 3 g/l), jonka ravinnepitoisuudet ovat  $15 \text{ N} + 8 \text{ P} + 10 \text{ K} + 3 \text{ Mg}$ . Lo-start-lannoite tarkoittaa lannoitteen liukenevan aluksi hitaasti ja ajan myötä vapautuminen nopeutuu. Toisin sanoen lannoite on hitaasti vaikuttava. Lisäksi ensimmäisen kasvukauden alussa lannoitettiin 0,1-prosentisella Puutarhan täyslannoite 2:lla (50/150 ml ruukku), jonka ravinnepitoisuudet ovat  $18 + 5 + 20$ . Kasveille annettiin myös rautalannoitusta neljä kertaa kasvukauden aikana joissakin kasvualustoissa kasvaneissa kuunliljoissa ilmenneiden raudanpuutosoireiden vuoksi. Kastelu suoritettiin noin kerran viikossa ensimmäisellä kasvukaudella.

Toisella kasvukaudella lannoitusta annettiin kolme kertaa 0,1-prosentista Puutarhan täyslannoite 2:sta sekä Mykofert-lannoitetta mykokokeelle. Kastelu suoritettiin 1 - 2 kertaa viikossa. Talvilevon aikana kasteltiin harvemmin kuin kasvukaudella.

Typpinäytteet, joita tässä opinnäytetyössä käsiteltiin, oli kaikki otettu kasvittomistaruukuista. Tässä opinnäytetyössä ei vertailla kasvin vaikutusta typen pitoisuuteen, mutta yleisesti voidaan sanoa kasvin vähentävän ravinteiden määrää, koska se kuluttaa niitä omassa aineenvaihdunnassa. Lisäksi mykorritsasienien vaikutukseen ei keskitytä.

## 6.2 Kasvualustatutkimuksen näytteet

Kasvualustojen ravinnetalouden kuvausta varten kokeen alussa määritettiin kasvialustojen kationinvaihtokyky, seurattiin kokeen aikana kasvialustojen pH:ta, sähkönjohtokykyä, liukoisen fosforin ja typen ( $\text{NO}_3^-$  ja  $\text{NH}_4^+$ ) pitoisuuksia (5 näytteenottoa: 0, 2, 4, 10 ja 16 kk kokeen alusta) sekä kasvialustan läpi suotautuvan veden fosfori- ja typpipitoisuutta (kolme näytteen ottoa 0, 4 ja 16 kk kokeen alusta). Tässä opinnäyttyessä

keskitytään kasvualustojen typpitalouteen sekä tarkastellaan pH:ta ja johtokykyä. Tyypitutkimuksessa kasvualustoja oli yhteensä 14.

## 7 TUTKITTAVAT KASVUALUSTAT

### 7.1 Kasvialustojen raaka-aineet

#### 7.1.1 Yleisesti

Kasvialustaseoksissa on käytetty kymmentä ainesosaa, jotka voi lukea taulukoista 1 ja 2. MykoYmppiä on käytetty mykorritsa-tutkimuksessa. Se on valmistettu MTT:n Laukaassa olevasta mykorritsapankki-kokoelmasta.

TAULUKKO 1. Kasvialustoissa käytetyt orgaaniset raaka-aineet

	Raaka-aine	Kalkitus g/l	pH
1	Vapon vaaleiden rahkaturpeiden seos, jossa tupasviljaa mukana (VT)	8 g/l	ennen kalkitusta 4,4, kalkituksen jälkeen 6,5
2	Vapon maanparannusturve, H 5-6 (MT6)	10 g/l	ennen kalkitusta 4,6, kalkituksen jälkeen 6,3
3	Vapon maanparannusturve, H 8-9 (MT8)	13 g/l	ennen kalkitusta 4,3, kalkituksen jälkeen 6,3
4	Vapon palaturve, H 6-8	Ei kalkittu	3,9
5	Metsätalouden nollakuitu Pehtoorin kate (PK),	Ei kalkittu	8 (tuoteseloste) 8,4 (mitattu toukokuun erästä)
6	Jätekukon (Kuopio) karjantankomposti, seulottu 20 mm seulan läpi	Ei kalkittu	7
7	Biojättekompsti (Mustankorkea)	Ei kalkittu	7,5
8	MykoYmppi	Ei kalkittu	

TAULUKKO 2. Kasvialustojen kivennäisraaka-aineet

	Raaka-aine	Raekoko, mm	Ominaispaino g/ml
1	Seulottu, höyrytetty hiekka	0,1 – 4,0	1,5
2	Kevytsora, Leca	4 - 10	0,4
3	Granuloitu savi, Baramineraler	2 - 6	1,2



### **7.1.2 Turpeet**

Niin kuin taulukosta 1 nähdään, tutkimuksessa oli käytössä neljää eri maatumisasteista turvetta. Nämä kaikki, paitsi palaturve, kalkittiin pH:n nostamiseksi. Eri kasvualustaseoksissa käytettiin vaaleaa turvetta ja tummaa turvetta (MT6) myös kalkitsemana, koska niin säädettiin pH:ta sopivaksi (tavoite pH 6,5) muiden seoksissa olleiden raaka-aineiden (komposti ja nollakuitu) takia. Palaturpeen pH oli huomattavasti alhaisempi kuin muiden turpeiden kalkin puutteen vuoksi. Palaturvetta käytettiin parantamaan kasvualustan rakenteen kestävyyttä huonontamatta vedenpidätyskykyä. Palaturpeen paakkumaisuuden vuoksi sitä ei pystytty kalkitsemaan.

### **7.1.3 Nollakuitu ja kompostit**

Pehtoorin kate on metsäteollisuudessa syntyvää nollakuitua, jota tuoteselosteen mukaan voidaan käyttää kate- ja maanparannusaineksena kaikille kasveille. Tuotetta ei voi sellaisenaan käyttää kasvualustana. Nollakuitu otettiin mukaan, jotta saataisiin esille sen ominaisuuksia ja käyttömahdollisuuksia kasvualustoissa. Liitteenä 2 on Pehtoorin katteen tuoteseloste. Nollakuitua käytettiin palaturpeen tavoin parantamaan kasvualustan rakennetta. Nollakuidun oletettiin sitovan ravinteita ja vähentävän ravinteiden huuhtoutumista. (Humuspehtoori 2010.)

Tutkimuksessa käytettiin Kuopiossa sijaitsevan Jätekukko Oy:n karjanlantakompostia sekä Mustankorkea Oy:n biojätekompostia Jyväskylästä. Komposteista haluttiin selvittää niiden käyttökelpoisuutta kasvualustojen ainesosana ja miten se eroaa muihin alustoihin.

### **7.1.4 Kivennäiset**

Tutkimuksessa käytetty hiekka on seulottua ja höyrytettyä, jolloin hiekalle on saatu tarkka raekoko. Hiekkaa käytettiin kasvualustojen veden imeytymiskyvyn parantamiseen ja painon säätöön. Kevytsora on samanlaista mitä käytetään rakennustarvikkeenakin. Sitä käytettiin kasvualustojen ilmavuuden lisäämiseen. Granuloitu savi on

ruotsalaisen Baramineraler AB:n tuotetta. Savea lisättiin fosforinpidätyksen parantamiseen.

## 7.2 Seokset

Seuraavassa listassa kerrotaan mainitusta raaka-aineista valmistetut 14 kasvualustaseosta sekoitus suhteineen. Numerojärjestys on sama myös tuloksissa. Taulukoissa 1 ja 2 on mainittu raaka-aineiden lyhenteet. Mainittuun mykorritsasienikokeeseen kuului neljä ensimmäistä kasvualustaa, mutta typpitaloustutkimukseen kuuluivat kaikki 14 alustaa.

1. MT8 + Lecasora + Barasavi (6 : 2 : 1,5 : 0,5)
2. MT6 + hiekka + Lecasora + Barasavi (6 : 2 : 1,5 : 0,5)
3. Kalkitsematon MT6 + PK + hiekka (6 : 3 : 1)
4. VT + Lecasora + hiekka (6 : 3 : 1)
5. Verranne: VT
6. VT + MT6 + hiekka (4,5 : 4,5 : 1)
7. VT + lecasora + Barasavi (7,5 : 2 : 0,5)
8. Kalkitsematon VT + PK + hiekka (6 : 3 : 1)
9. Kalkitsematon VT + PK (6 : 4)
10. VT + Kalkitsematon VT + karjanlantakomposti + lecasora (3,8 : 2,2 : 3 : 1)
11. VT + Kalkitsematon VT + MT6 + karjanlantakomposti (2,6 : 1,4 : 3 : 3)
12. VT + Kalkitsematon VT + biojätekomposti + lecasora (3 : 3 : 3 : 1)
13. VT + Kalkitsematon VT + MT6 + biojätekomposti (2 : 2 : 3 : 3)
14. VT + palaturve + hiekka (6 : 3 : 1)

Vaikkakin nollakuitua sisältävissä seoksissa käytettiin vain kalkitsematomia raaka-aineita, alustoihin 8 ja 9 lisättiin kalkkia (1,5 - 3 g/l) sekoitusvaiheessa. Samassa vaiheessa alustoihin 10 ja 12 lisättiin kalkkia (2 - 3 g/l), joten täysin kalkitsematon kasvualusta oli vain 3, jossa oli nollakuitua.

## 8 TYÖOHJE JA MÄÄRITYKSET

### 8.1 Pikatestintyöohje

Liitteessä 3 ovat työohjeet kokonaisuudessaan. Ohjeet ovat MTT:llä tutkijana työskentelevän Sanna Kukkosen laatimat. Määritykset on käytännössä tehty niin kuin työohjeessa on kerrottu. Määrityksessä on monta työvaihetta, mutta koska näytteitä oli paljon, tutuksi tulleet rutiinit alkoivat suoriutua kuin itsestään. Seuraavassa on kerrottu määritysten kulusta.

### 8.2 Pikatestimääritysten kuvaus

#### 8.2.1 Näytteenkäsittely

Kasvialustanäytteet otettiin ruukuista muovisella kairalla (halkaisija 2,5 cm), yksi kairaus per ruukku. Näyte sekoitettiin ja siitä kairattiin 60 ml liukoisen typen, pH:n ja johtoluvun määrittämistä varten. Turpeissa ja maa-aineksissa yleensä näytteen tilavuus riippuu maa-aineksen tiivistämisestä, siksi yksi henkilö teki näytteenoton kaikissa tapauksissa. Kairauksen jälkeen näyte laitettiin minigrip-pussiin ja pakastettiin, jottei typpi haihtuisi näytteestä.

Ennen kuin määrityksiä pystyi tekemään, pakastetut näytteet piti sulattaa vesihautessa. Kun näyte oli sula, otettiin iso astia ja siihen laitettiin 300 ml tislattua vettä ja 60 ml maanäyte. Tällöin uutossuhde on 5:1. Syntyneen lietoksen lämpötilan piti olla  $22\pm 3$  °C astetta. Toisin sanoen maanäyte ei saanut olla liian viileä tai kuuma, kun se lisättiin veteen, koska uutolla oli tietty suorituslämpötila. Näytettä uutettiin tunnin verran ravistelijassa, joka säädettiin nopeuteen 120 rpm. Kun uutოს saatiin pois ravistelijasta, uutოს jaettiin kahtia kahteen pienempään astiaan, toisesta tehtiin pH ja johtokyky-määritykset ja toinen suodatetaan  $\text{NO}_3^-$  ja  $\text{NH}_4^+$ -mittauksia varten.

Suodatus tapahtui aluksi seulasarjan läpi, jossa oli 0,25 ja 0,073 mm seulat. Kun uutოს oli tullut seulasarjan läpi, se tyhjiöimusuodatettiin. Suodatus tapahtui yleisellä vesi-

hanajärjestelmällä, jossa veden virtaus aiheuttaa imupulloon tyhjiön. Suodatuksessa käytettiin Bühner-suppiloa ja lasikuitusuodatinpaperia (Whatman GFC). Suodoksesta tehtiin määritykset.

Suotovesityypinäytteet otettiin poikkeavalla tavalla. Ensinnäkin tarvittiin teline, johon laitettiin kolme puhdasta ruukkua niin, että niiden pohjat näkyivät alhaaltapäin. Näiden ruukkujen pohjissa oli reikiä. Telineessä olleiden ruukkujen alle laitettiin kasvu-alustaseosta sisältävät ruukut. Niiden alla oli astiat, joihin maa-aineksen läpi suotautunut vesi keräytyi. Päällimmäisiin ruukkuihin kaadettiin lannoiteliuosta aina 1 dl kerrallaan kuusi kertaa. Ruukuissa olleet reiät imitoivat tässä tapauksessa sadetta. Maa-aineksen läpi suotautunut vesi otettiin talteen ja pakastettiin. Ruukkuja oli kolme, joten silloin saatiin kolme rinnakkaista näytettä samanaikaisesti. Kun määrityksiä tehtiin, vesinäyte sulatettiin ja sen lämpötila tarkastettiin. Näytteestä tehtiin myös samat määritykset kuin kasvualustanäytteistä.

### 8.2.2. Määrittäminen

Määritykset tehtiin käyttäen Merkin reflectoquant-määritysluskoja, joita käytetään saman valmistajan reflektometrin kanssa. Määritykset suoritettiin lieriön mallisessa 15 ml astiassa. Sylinterit tulevat liuskojen mukana, joten ne ovat testin valmistajan tähän käyttöön valmistetut astiat. Käytin näytteen pipetoimiseen 5 ml automaattipipettiä (Finnpipett).

Nitraattitestissä näytettä pipetoitiin aluksi haluttu määrä ja halutulla laimennoksella sylinteriin. Näytteen lämpötila pitää tarkistaa ja tarvittaessa säätää se 15 - 25 °C:ksi. Tämän jälkeen reflektometristä valittiin ohjelma liuskojen käyttöalueen mukaisesti. Nitraattitesti kestää minuutin, josta aluksi liuskaa pidettiin liuksessa kaksi sekuntia ja viimeisen kymmenen sekunnin aikana liuska asetettiin laitteen lukijalle.

Ammoniumtestissä näyte laimennettiin sylinteriin siten, että lopputilavuus oli 5 ml. Tähän näytemäärään lisättiin liuskojen mukana tulleesta  $\text{NH}_4^+$ -1 reagenssipurkista 10 tippaa nestettä ja sekoituksen jälkeen  $\text{NH}_4^+$ -2 reagenssipurkista yksi mikrolusikallinen jauhetta ja sekoitettiin kunnes jauhe liukeni. Reagenssien takia näytetilavuus on 5 ml,

jos se on isompi, kuten esimerkiksi 10 ml, reagensseja laitettiin tällöin kaksinkertainen määrä.  $\text{NH}_4^+$ -1-reagenssi on natriumhydroksia, joka tekee näyteliuoksesta emäksistä.  $\text{NH}_4^+$ -2-reagenssi on natriumdikloori-isosyanyraattidihydraattia, joka vaikuttaa reaktion kulkuun.  $\text{NH}_4^+$ -2-reagenssi on ympäristölle vaarallista, joten se kerättiin talteen jäteastiaan määrittämisen jälkeen ja hävitettiin ongelmajätteenä. Reagenssilisäysten jälkeen määrittäslaitteesta valittiin oikea ohjelma. Määrittäminen kestää joko neljä tai kahdeksan minuuttia riippuen liuskojen herkkyudestä. Kun ohjelma käynnistettiin, liuska laitettiin nesteeseen, jossa se on aivan loppuun asti, kunnes viimeisen kymmenen sekunnin aikana se asetettiin laitteen lukijaan.

Johtokyky-määrittäykset on tehty kenttäkäyttöön tarkoitettulla eli mukana kulkevalla johtokyky-määrittäslaitteella. Siinä on lieriön muotoinen määrittäysastia, jossa on määrittäysanturi pohjassa. Tähän kaadettiin määrittettävää nestettä ja johtokyky mitattiin napia painamalla. Johtokyvyn määrittäyslaitte mittaa nopeasti tuloksen, ja siksi sitä on näissä määrittäyksissä käytetty. pH:n mittaus tapahtui pH-mittarilla (Schott pH-meter CG820), jossa lasielektrodi asetettiin lietokseen, ja kun lukemat oli asettunut, tulos voitiin ottaa ylös.

### 8.2.3. Typenmäärän laskeminen

Typenmäärä laskettiin milligrammoissa joko ammonium- tai nitraattityyppinä ( $\text{NH}_4^+$ -N tai  $\text{NO}_3^-$ -N) kasvualustalitraa kohden. Ensimmäinen tuloksen laskennassa otettiin huomioon määrittäyksessä tehty mahdollinen laimennus. Seuraavaksi otettiin huomioon uutossuhde, joka oli näissä tutkimuksissa aina 1:5. Tämän jälkeen, tulos kerrottiin ionin tyypipitoisuudella. Nitraatti-ionissa on yksi typpi-atomi ja kolme happiatomia. Kun lasketaan atomimassoja käyttäen typen paino-osuus nitraatti-ionissa, saadaan tulokseksi kutakuinkin 0,226. Ammoniumionissa vastaavasti on yksi typpi-atomi ja neljä vetyatomia, jolloin typen paino-osuudeksi saadaan 0,776. Kaavana tämä on  $N_m = X / k \times M \times (5 / 1)$ , missä  $N_m$  on typen pitoisuuskasvualustassa, X on reflektometrin antama nitraatti- tai ammoniumpitoisuus, k on laimennuskerroin ja M on typen paino-osuus ionissa. Tuloksen yksikkö on mg/l, koska reflektometri antaa tuloksen samassa yksikössä.

### **8.3 Typen mittaaminen standardimenetelmillä MTT:n kemian laboratoriossa**

Työohjeessa (ks. liite 3) kuvattu vesiututto perustuu standardiin EN 13652 (Soil improvers and growing media - Extraction of water soluble nutrients and elements), jota käytetään siis MTT:llä Laukaassa ja Jokioisissa kemian laboratoriossa. Standardi soveltuu ravinteiden uuttamiseen maa-aineksesta. Standardin mukaan ammonium- ja nitraattityppi voidaan määrittää ionikromatografialla, tislamalla tai spektrometrisesti, johon käy manuaalinen, automatisoitu tai flow-spektrofotometri. (EN 13652, 2002.)

Laboratoriossa liukoisen typen määrittämiseen käytettiin standardeja SFS 3030 (Veden nitriitti- ja nitraattitypen summan määrittäminen) ja 3032 (Veden ammoniumtypen määrittäminen). Määrittäminen tehtiin spektrometrisesti Skalar San++ -laitteella.

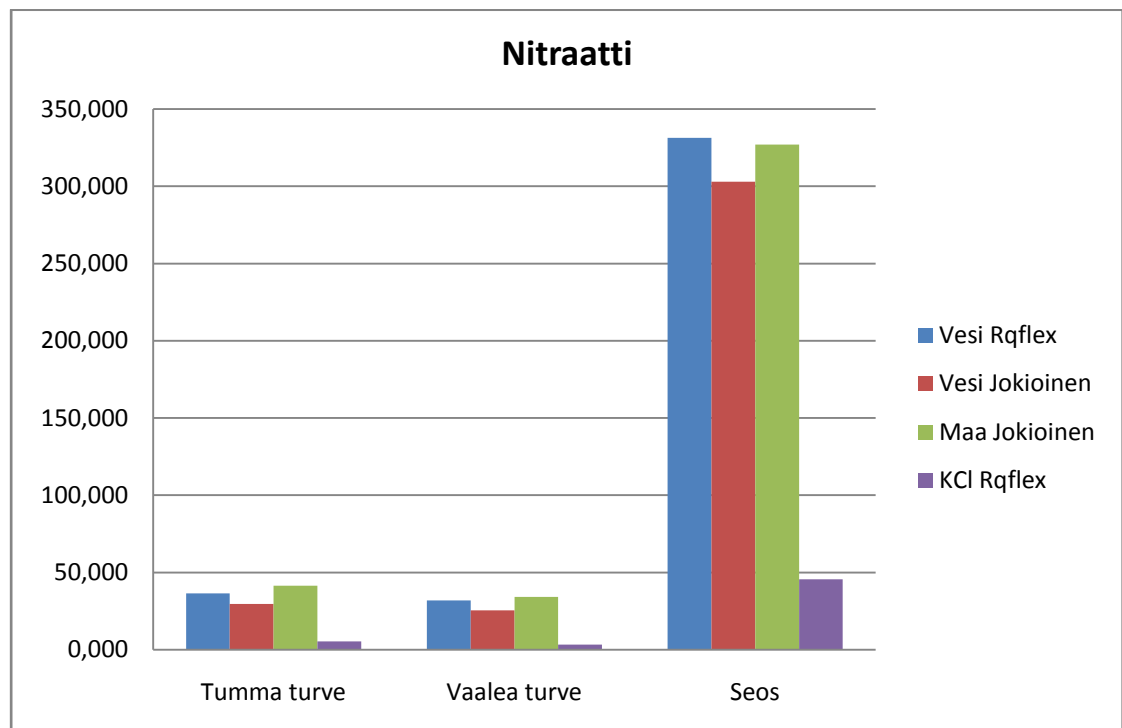
## **9 PIKATESTINLUOTETTAVUUSTUTKIMUKSEN TULOKSET**

### **9.1 Nitraatti- ja ammoniumtulokset**

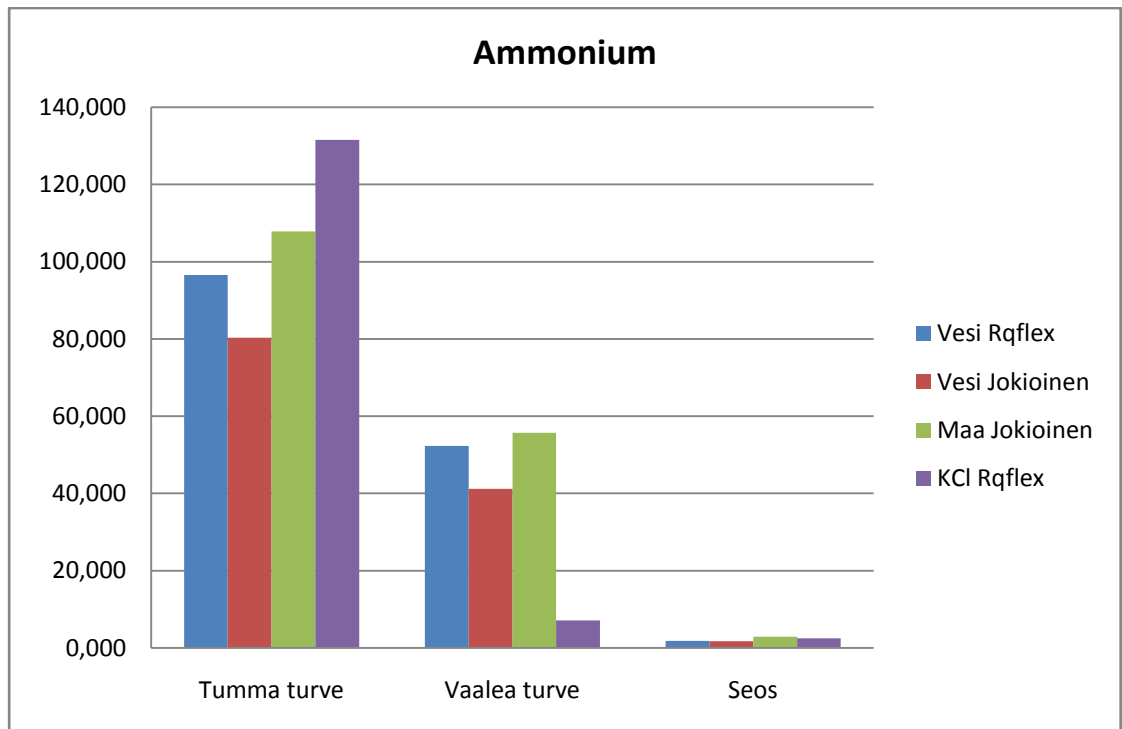
Luotettavuustutkimuksessa oli kolme erilaista kasvualustaa, jotka olivat tumma turve (TT), vaalea turve (VT) sekä vaalean ja palaturpeen seos. Vesiututon osalta näytteiden uuton jälkeen suoritettiin reflektometrillä määrittäminen ja sen jälkeen uutokset pakastettiin. Näytteet lähetettiin pakasteena Jokioisiin MTT:n kemian laboratorioon, missä suoritettiin standardoidut typpimäärittäminen ja ICP-ionimäärittäminen. KCl-uutoksesta tehtiin määrittäminen reflektometrillä ja uutokset lähetettiin pakastettuina Jokioisiin, missä näytteistä määritettiin ionien pitoisuudet. Maanäytteistä Jokioisissa määritettiin standardisoiduilla menetelmillä ammonium- ja nitraattipitoisuudet. Taulukossa 3 on esitettyä kaikkien määrittämuotojen nitraatti- ja ammoniumtulokset. Lisäksi kuvioissa 3 ja 4 on esitetty kuvaajina eri määrittäysten tulokset.

TAULUKKO 3. Liukoisen typen määrä kasvualustassa pikatestillä ja standardimenetelmillä (SFS 3030 ja 3032 sekä EN 13652 H<sub>2</sub>O) mitattuna.

Määrittely	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N Keskiarvo	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N Keskiarvo	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N Keskihajonta	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N Keskihajonta	pH Keskiarvo
TT H <sub>2</sub> O Rqflex	36,39	96,53	3,43	8,93	6,59
VT H <sub>2</sub> ORqflex	31,87	52,30	2,92	3,83	6,13
Seos H <sub>2</sub> ORqflex	331,32	1,78	29,92	0,21	6,29
TT H <sub>2</sub> Ostd.	29,65	80,30	1,37	3,72	
VT H <sub>2</sub> Ostd.	25,53	41,16	0,54	0,90	
Seos H <sub>2</sub> O std.	303,00	1,77	8,79	0,61	
TT KCl Rqflex	5,42	131,53	5,20	44,56	5,87
VT KCl Rqflex	3,39	7,14	1,38	9,05	5,53
Seos KCl Rqflex	45,65	2,48	14,44	0,35	6,01
TT maa std.	41,36	107,80	0,64	0,84	
VT maa std	34,18	55,72	3,33	4,64	
Seos maa std.	327,00	2,89	2,81	0,19	



KUVIO 3. Kootut pikatestin luotettavuus tutkimuksen tulokset nitraatin osalta. Nitraatti on määritetty itse tehdystä vesiuutteesta pikatestillä (Vesi Rqflex) ja standardimenetelmällä (SFS 3030, Vesi Jokioinen), maanäytteestä kokonaan standardimenetelmällä (Maa Jokioinen) sekä KCl-uutteesta pikatestillä (KCl Rqflex).



KUVIO 4. Kootut pikatestin luotettavuus tutkimuksen tulokset ammoniumin osalta. Ammonium on määritetty itse tehdystä vesiuutteesta pikatestillä (Vesi Rqflex) ja standardimenetelmällä (SFS 3032, Vesi Jokioinen), maanäytteestä kokonaan standardimenetelmällä (Maa Jokioinen) sekä KCl-uutteesta pikatestillä (KCl Rqflex).

Taulukosta 3 huomataan seoksen nitraattipitoisuuksien olevan korkeampia kuin tumman ja vaalean turpeen kohdalla. Nitraatin osalta reflektometrillä määritettäessä vesiuuton tuloksissa kaikilla kasvualustoilla keskihajonta on noin 10 prosenttia verrattuna keskiarvoon. Seoksella sen sijaan ammoniumarvot ovat pieniä. Ammoniumtuloksissa samoista näytteistä on myös keskihajonta hieman pienempi. Yleisesti voidaan sanoa kasvualustojen pH:n olevan sopiva tähän tutkimukseen, koska se oli kaikissa kasveille sopivalla alueella.

Kuten taulukosta 3 sekä kuvioista 3 ja 4 huomataan, vesiuuton tulokset ovat hyvin samankaltaisia pikatestillä ja standardimenetelmällä mitattuna. Seoksella on suurimmat nitraattitulokset ja vaalealla turpeella pienimmät. Standardimenetelmän tulokset ovat hieman pienempiä kuin pikatestillä määritetyt. Ero johtunee MTT:n laboratorioon lähetettyjen vesiuutosten pakastuksesta, kun taas pikatesti on tehty tuoreesta näytteestä. Pakastuksen ja sulatuksen aikana typpeä on saattanut haihtua näytteestä. Silmiinpistävä ero on kuitenkin keskihajonnassa, joka on selvästi pienempi kuin pikatestissä.



Vaikka pikatestin ja laboratorion tulokset poikkeavatkin toisistaan jonkin verran, niissä on samankaltainen trendi, mikä puoltaa pikatestin tulosten oikeellisuutta.

KCl-uutun osalta suoritettiin samanlaiset tutkimukset kuin vesiuutonkin, paitsi ettei tyypeä määritetty laboratoriossa. Reflektometrillä suoritettiin määritykset samalla tavalla kuin vesiuuton kohdalla. Jos verrataan yleisesti vesiuuton arvoihin, huomataan tulosten olevan matalampia nitraatin kohdalla ja ammoniumtulokset vaihtelevat.

Vaikka nitraatin osalta tulokset ovat pienentyneet, keskihajonta on kasvanut. Tummalta turpeella keskihajonta on yhtä suuri kuin keskiarvo. Ammoniumtulokset ovat poikkeavia verrattuna vesiuttotuloksiin. Tumman turpeen tulokset ovat suurempia kuin vesiuuton tulokset, seoksen tulokset ovat hieman suuremmat ja vaalean turpeen ovat reilusti alhaisemmat. Vaikea sanoa mistä tämä johtuu, koska tuloksista on vaikea löytää yhteneväistä linjaa. Toisaalta, kun katsoo keskihajontaa KCl-uuttojen tuloksissa, voidaan kyseenalaistaa tulosten keskiarvojen luotettavuus.

Maanäytteiden tuloksia voidaan sellaisenaan verrata vesiuttonäytteiden arvoihin, koska määritysten uutot ovat tehty standardisoidulla vesiutttomenetelmällä. Kun tarkastellaan taulukkoa ja kuvioita, voidaan sanoa maanäytteiden arvojen tukevan pikatestin luotettavuutta. Maanäytteiden pitoisuudet olivat hieman suurempia kuin pikatestillä saadut pitoisuudet, eikä tuloksissa ole poikkeamia sen suhteen. Tulokset ovat suurempia, koska standardoidulla uutttomenetelmällä saadaan varmaankin ravinteet liukenemaan paremmin kasvualustasta tai näytettä on mitattu uutteeeseen enemmän johtuen näytteen tiivistämisessä syntyvästä erosta. Keskihajonnat ovat suhteellisen pieniä, ainoastaan vaalealla turpeella hajonnat ovat suurempia. Keskihajonnat ovat kuitenkin pienempiä kuin reflektometrin tuloksissa.

Jos katsotaan tuloksia kokonaisuudessaan kuvioista 3 ja 4, huomataan vesiuuton ja maanäytteiden tulosten olevan keskenään vertailtavissa. Sen sijaan KCl-uuton tuloksissa huomataan, että ne poikkeavat huomattavasti vesiutolla saaduista tuloksista. Maanäytteiden ja vesiuuton osalta on yhtenevä trendi jokaisessa palkkiryhmissä: maanäytteillä isoin tulos, vesiuuton pikatestituloksilla toiseksi suurin ja vesiutoista Jokioisissa määritetyt pitoisuudet ovat pienimpiä.

Seuraavassa taulukossa 4 on pikatestillä määritettyjen nollanäytteiden tulokset. Nollanäytteille on suoritettu samanlaiset käsittelyt suodatuksineen kuin kaikille tämän tutkimuksen muille näytteille.

TAULUKKO 4. Nollanäytteiden reflektometrillä mitatut nitraatti- ja ammoniumpitoisuudet

Näyte	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg/l	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/l	pH
Nolla 1 vesi	1,13	1,16	6,48
Nolla 2 vesi	2,26	0,78	6,85
Nolla 3 vesi	2,26	1,16	6,45
Nolla 1 KCl	1,13	1,55	6,02

Nollanäytteissä esiintyi pieniä määriä sekä nitraatteja että ammoniumia. Tarkemmin ei selvitetty mistä saastuminen oli peräisin, mutta todennäköinen lähde on näytteiden suodatus. Toisaalta ei voida pois sulkea myöskään sitä, että ionivaihdetussa vedessä olisi tyypeä, koska suodattamattomia nollanäytteitä ei tehty. Seoksesta mitatut ammoniumpitoisuudet olivat peräisin näin ollen suurimmaksi osaksi muualta kuin näytteesestä, mutta muihin ammonium- ja nitraatinmääriin nähden näytteiden kontaminaatio oli pientä. Voidaankin todeta yleisesti, ettei ammonium- ja nitraattipitoisuuksien ollessa alhaisia, pikatestin tuloksiin voida täysin luottaa. Toisaalta pikatestiä ei ole tarkoitettu hyvin alhaisille nitraattipitoisuuksille, koska herkimmän pikatestiliuskan pitoisuusalue alkaa vasta 3 mg/l pitoisuudesta.

## 9.2 Pikatestiä häiritsevien ionien määritystulokset

Vesi- ja KCl-uutoista tehtiin häiritsevien ionien määritykset MTT:n kemian laboratoriossa. Määritykset tehtiin käyttäen ICP-ionienmäärityslaitteistoa käyttäen. Taulukossa 5 on vesiuuttonäytteistä tehtyjen ICP-mittausten tulokset.

TAULUKKO 5. Ionien pitoisuudet mg/l vesiuutolla uutettaessa. Keltaisella merkitty pitoisuus ylittää Reflectoquant -pikatestiliuskoja häiritsevän pitoisuuden.

Vesinäyte	Al	B	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	S	Zn
VT 1	0,04	0,03	3,83	0,05	0,06	20,4	4,61	0,04	2,49	4,30	16,2	0,15
VT 2	0,04	0,04	3,87	0,07	0,07	20,2	4,56	0,04	2,51	4,47	16,4	0,14
VT 3	0,03	0,03	3,83	0,04	0,06	20,5	4,62	0,04	2,45	4,44	16,9	0,16
VT 4	0,04	0,04	4,07	0,05	0,07	21,1	4,87	0,05	2,47	4,68	17,6	0,21
VT 5	0,04	0,03	3,94	0,05	0,06	20,6	4,69	0,04	2,44	4,45	17,1	0,21
Keskianvo	0,038	0,034	3,908	0,052	0,064	20,56	4,67	0,042	2,472	4,468	16,84	0,174
TT 1	0,10	0,05	3,04	0,17	0,17	17,0	4,20	0,02	3,17	0,63	19,1	0,18
TT 2	0,11	0,05	3,65	0,09	0,23	19,5	5,03	0,03	2,92	0,89	21,1	0,09
TT 3	0,11	0,04	3,16	0,11	0,22	17,7	4,49	0,02	3,13	0,63	20,0	0,17
TT 4	0,11	0,04	3,05	0,11	0,22	17,6	4,32	0,02	3,25	0,73	18,9	0,16
TT 5	0,11	0,05	3,11	0,12	0,21	17,6	4,44	0,02	3,22	0,76	19,0	0,17
Keskianvo	0,11	0,05	3,20	0,12	0,21	17,88	4,50	0,02	3,14	0,73	19,62	0,15
seos 1	0,22	0,15	86,5	0,15	0,74	26,0	45,6	0,63	17,6	0,45	70,7	0,45
seos 2	0,22	0,15	117	0,08	0,64	27,0	47,0	0,59	14,3	0,77	98,2	0,35
seos 3	0,20	0,15	86,9	0,07	0,59	25,8	43,7	0,49	14,2	0,44	69,7	0,31
seos 4	0,15	0,13	86,7	0,05	0,26	26,0	42,6	0,47	11,5	0,45	67,2	0,24
seos 5	0,14	0,13	77,9	0,08	0,26	88,4	38,7	0,45	10,6	0,39	59,9	0,33
Keskianvo	0,186	0,142	91	0,086	0,498	38,64	43,52	0,526	13,64	0,5	73,14	0,336
Raja-arvot	1000	1000	100	1	10	1000	1000	10	-	-	-	1000

Taulukossa 5 nähdään, etteivät raja-arvot, jotka ovat määritysliuskojen ohjeista, ole ylittyneet kuin yhdessä kohdassa: seoksen 2 näytteen kalsiumpitoisuudessa. Seoksen muissa näytteissä kalsiumin raja-arvo on alittunut. Pikatestimääritystä häiritsevä kalsiumpitoisuus nitraattiliuskoissa on 1000 mg/l ja ammoniumliuskoissa 100 mg/l eli saadun pitoisuuden ei ainakaan pitäisi vaikuttaa nitraatti tuloksiin. Yleisesti voidaan sanoa ionipitoisuuksien olevan hyvällä tasolla eikä sen vuoksi ole syytä epäillä, että ionit olisivat juurikaan häirinneet pikatestiliuskoilla tehtyjä määrittämiä. Taulukossa 6 on KCl-uutoista tehdyn ICP-mittauksen tulokset. Uuttojen korkea suolapitoisuus häiritsevä ICP-mittauksia, mikä johtui uutossa käytetystä 2 molaarisesta KCl-liuoksesta. Laboratoriossa jouduttiin laimentamaan 1:10 kaikki näytteet ennen määrittämiä.

Taulukosta 6 nähdään, että kuparin osalta raja-arvo ylittyy jokaisessa näytteessä ja kalsiumin osalta pitoisuudet ylittyvät seoksen ja tumman turpeen näytteissä. Laboratoriossa saatujen tietojen mukaan alle 5 mg/l pitoisuudet olivat epätarkkoja. Lisäksi alumiinin ja natriumin tulokset ovat jätetty pois, koska ne antoivat negatiivisia arvoja. Voidaan siis sanoa kaliumin häirinneen ionien määritystä jonkin verran. Myös pikatestin KCl-uuton tulosten poikkeavuus voidaan selittää ionien vaikutuksella. Toisaalta voidaan KCl-uuton toimivan oletetulla tavalla, koska siihen oli liuennut enemmän ioneja kuin vesiutossa.

TAULUKKO 6. KCl-uuton ICP-mittauksen ionipitoisuudet mg/l. Keltaisella merkityt pitoisuudet ylittävät Reflectoquant -pikatestiliuskoja häiritsevän pitoisuuden.

Näyte	B	Ca	Cu	Fe	Mg	Mn	P	S	Si	Zn
seos1 KCl	0,21	295,8	8,29	0,09	88,7	2,28	0,04	90,6	2,37	1,08
seos2 KCl	0,18	277,7	4,54	0,13	84,4	2,16	0,10	76,3	2,94	0,88
seos3 KCl	0,18	295,4	3,58	0,18	84,9	2,29	0,20	91,0	2,55	0,95
seos4 KCl	0,19	264,1	4,04	0,22	84,0	2,27	0,25	68,6	2,31	0,91
seos5 KCl	0,20	281,2	3,44	0,18	81,4	2,26	0,01	85,9	2,55	1,08
Keskianvo	0,19	282,84	4,78	0,16	84,68	2,25	0,12	82,48	2,54	0,98
VT1 KCl	0,02	85,8	1,75	0,04	60,1	1,20	3,39	16,4	1,49	0,27
VT2 KCl	0,03	86,0	1,24	0,04	60,1	1,20	3,68	16,8	1,54	0,27
VT3 KCl	0,05	92,3	1,76	0,04	64,3	1,22	3,69	18,0	0,85	0,40
VT4 KCl	0,03	80,2	1,66	0,03	55,2	1,19	3,35	15,2	0,90	0,42
VT5 KCl	0,03	83,4	1,51	0,03	59,4	1,17	3,41	15,8	0,86	0,33
Keskianvo	0,03	85,54	1,58	0,04	59,82	1,20	3,50	16,44	1,13	0,34
TT1 KCl	0,07	135,2	7,94	0,10	88,5	1,09	0,04	19,8	1,15	1,20
TT2 KCl	0,06	133,2	6,16	0,11	88,0	1,05	0,01	19,3	1,20	0,65
TT3 KCl	0,09	144,7	6,04	0,16	95,3	1,47	0,20	22,1	0,91	0,97
TT4 KCl	0,08	131,9	4,69	0,13	87,0	1,06	0,09	20,0	0,91	0,77
TT5 KCl	0,08	136,1	5,78	0,12	87,7	1,11	0,13	20,0	0,83	0,86
Keskianvo	0,08	136,22	6,12	0,12	89,30	1,16	0,09	20,24	1,00	0,89
Raja-arvot	1000	100	1	10	1000	10	-	-	-	1000

## 10 KASVUALUSTATUTKIMUKSEN TULOKSET

### 10.1 Tulosvaatimukset

Kasveille sopivan tuloksen analysoinnissa täytyy ottaa huomioon sekä liian korkeat typpi-arvot että liian alhaiset arvot. Tietysti ravinnearvot riippuvat hyvin paljon viljelyn kasvin vaatimuksista. Kasvualustojen liukoinen ja huuhtoutunut typpi, johtokyky sekä pH mukaan lukien, kertovat paljon kasvualustan ominaisuuksista.

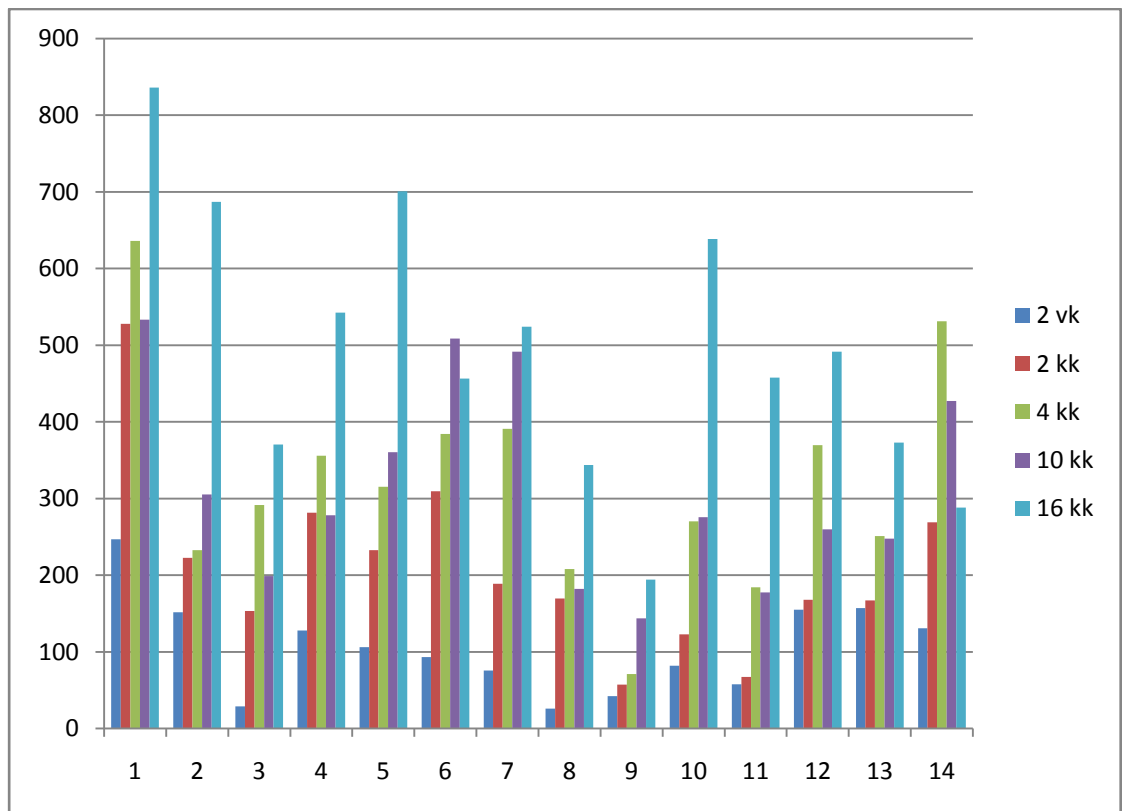
Kasvihuoneanalyysien tulkintaoppaassa (Hortilab, 1999) on annettu maa-analyysien ohjearvot kuivatusta ja jauhetusta näytteestä. Tämän tutkimukset typpimääritykset on tehty tuoreista jauhamattomista näytteistä, jolloin pitoisuudet ovat todennäköisesti pienempiä, koska näyte konsentroiduu, kun se jauhetaan ja kuivataan. Suositeltavat arvot ovat yleisesti 100 - 200 mg/l maanäytteen nitraattityypelle, mutta pienempiäkin arvoja on riippuen kasvista. Kaikilla mainituilla kasveilla maanäytteen suositeltu pH on 5,5 - 6,5. Johtokyky maanäytteessä vaihtelee jonkin verran riippuen kasvista. Tomaatille kelpaa 0,5 - 1,0 mS/cm johtokyky, mutta esikko tyytyy 0,2 - 0,6 mS/cm arvoihin. Keskiarvollisesti kaikille mainituille kasveille kelpaa 0,3 - 0,6 mS/cm johtokykyarvot. Ammoniumtyypelle ei sinänsä ole mitään tavoitetasoa, koska ammoniumia esiintyy merkittäviä määriä kasvualustassa, vain ei toivotuissa hapettomissa olosuhteissa. Hapettomat olosuhteet johtuen liiallisesta kastelusta pienentävät mikrobitoimintaa ja nitrifikaatiota. Viljavuuspalvelun Kasvihuoneanalyysien tulkintaoppaan mukaan puristenesteestä mitattaessa ammoniumtyypen pitoisuus tulisi olla alle 100 mg/l, mutta maanäytteet ovat hieman erilaisia kuin puristenestenäytteet.

### 10.2 Kasvualustanäytteet

#### 10.2.1. Nitraattityppi

Kuviossa 5 on esitetty nitraattityppipitoisuudet eri kasvualustoissa. Jokaiseen kuvion tulokseen on laskettu keskiarvo kahden rinnakkaisen ruukun näytteestä. Nitraattitulokset rinnakkaisten ruukkujen välillä erosivat 2 - 75 % ja keskimäärin ero oli 25 %. Ero

johtuu ruukkujen sijainnista kasvatushuoneen eri lohkoissa. Lisäksi eroja aiheuttaa kasvualustojen heterogeenisyys, mikä aiheuttaa epätarkkuutta näytemäärän mittaamisessa. Siten ei voida olettaa rinnakkaisten ruukkujen olevan täysin samanlaisia ja antavan tismalleen samoja tuloksia. Suurimmat erot rinnakkaisten välillä oli alustoilla 1, 8 ja 9, joilla erot olivat yli 40 prosenttia lähes kaikissa rinnakkaisissa näytteissä. Rinnakkaiset ruukut yhdistettiin kokeen lopussa, joten 16 kuukauden tuloksissa on vain yhdestä määrittäyksestä saatu tulos.



KUVIO 5. Kasvualustanäytteiden nitraattitulokset (mg/l). Selitteessä ovat näytteenottoajat kokeen alusta. Kasvualustojen numerointi löytyy luvusta 7.

Kuviossa 5 kokeen alun arvot, jotka näkyvät 2 viikon tuloksina, ovat alhaisia ja pääosin vihanneksille asetetuissa tavoitearvoissa tai niiden alle (Hortilab, 1999). Kokeen edetessä huomataan viimeistään 4 tai 10 kuukauden kohdalla pitoisuuksien runsasta nousua. Pitoisuudet nousevat osalla alustoista ylitse kasveille annetuista tavoitearvoista. Nouseva trendi johtui monesta syystä, mutta lannoituksella, joka oli hidasliukoista, oli merkittävä vaikutus. Lisäksi voidaan todeta ruukkujen kasvittomuuden vaikuttavan

nousevaan trendiin, koska kasvualustassa ei ollut kuin mikrobeja hoitamassa ravinteiden kulutusta, jolloin nitraattia kertyi kasvualustoihin runsaasti. Nitraatin määrää alustoissa lisää ammoniumin muuntuminen nitraatiksi nitrifikaation kautta, koska kasvualustoissa oli tasaiset olosuhteet ja kastelu oli kohtalaista, mikä piti yllä mikrobitoimintaa. Kasvukausien välinen lepojako näkyy kuviossa 4 ja 10 kuukauden tuloksista, jotka ovat ensimmäisen kasvukauden lopusta ja toisen alusta. Esimerkiksi alustoissa 5, 11 ja 13 näkyy selvästi, ettei 4 ja 10 kuukauden välisenä aikana nitraattipitoisuudet kasva niin paljon kuin muulloin kokeen aikana. Tämä ei tosin toistu aivan kaikissa alustoissa.

Suurimmat nitraattipitoisuudet olivat turpeita ja kivennäisiä sisältävissä alustoissa, mikä johtuneen turpeen hyvästä ravinteiden pidätys- ja luovutuskyvystä. Suurimmat arvot ovat alustassa 1, jossa on pitkälle maatunutta turvetta ja kivennäisiä. Tämä on poikkeuksellista, koska pitkälle maatuneesta turpeesta ei pitäisi vapautua typpeä enää samaan tapaan kuin vähemmän maatuneesta. Pienimmät arvot olivat nollakuitua sisältävissä alustoissa 3, 8 ja 9, mikä kertoo nollakuidun hyvästä nitraatin sitomiskyvystä. Alustassa 9 sitomiskyky näyttäisi olevan parempi kuin muissa, mikä johtuneen siitä, ettei alustassa ollut hiekkaa kuten alustoissa 3 ja 8. Alustoilla 4 - 7 oli lähes samankaltaiset palkit ja nouseva trendi, mikä johtuneen alustojen samankaltaisuudesta. Kaikissa on vaaleaa turvetta ja joissakin kivennäisiä.

Kompostialustoista 10 - 13 huomataan, että nouseva trendi on tasaisempi kuin esimerkiksi turpeita ja kivennäisiä sisältävissä alustoissa. Kompostien voisi siis olettaa sitovan nitraattia luovuttaen sitä kuitenkin kasveille vesiliukoiseen muotoon ja tasoittavan lannoituksista johtuvia nitraattipitoisuuden nousuja. Alustalla 14, jossa oli palaturvetta, on myös kompostimaisia piirteitä, mutta trendi ei ole läheskään samanlainen kuin muilla alustoilla. Tässä nitraattipitoisuus oli suurimmillaan 4 kuukauden kohdalla, jolloin voidaan sanoa alustan käyttäytyneen erilalla kuin muut.

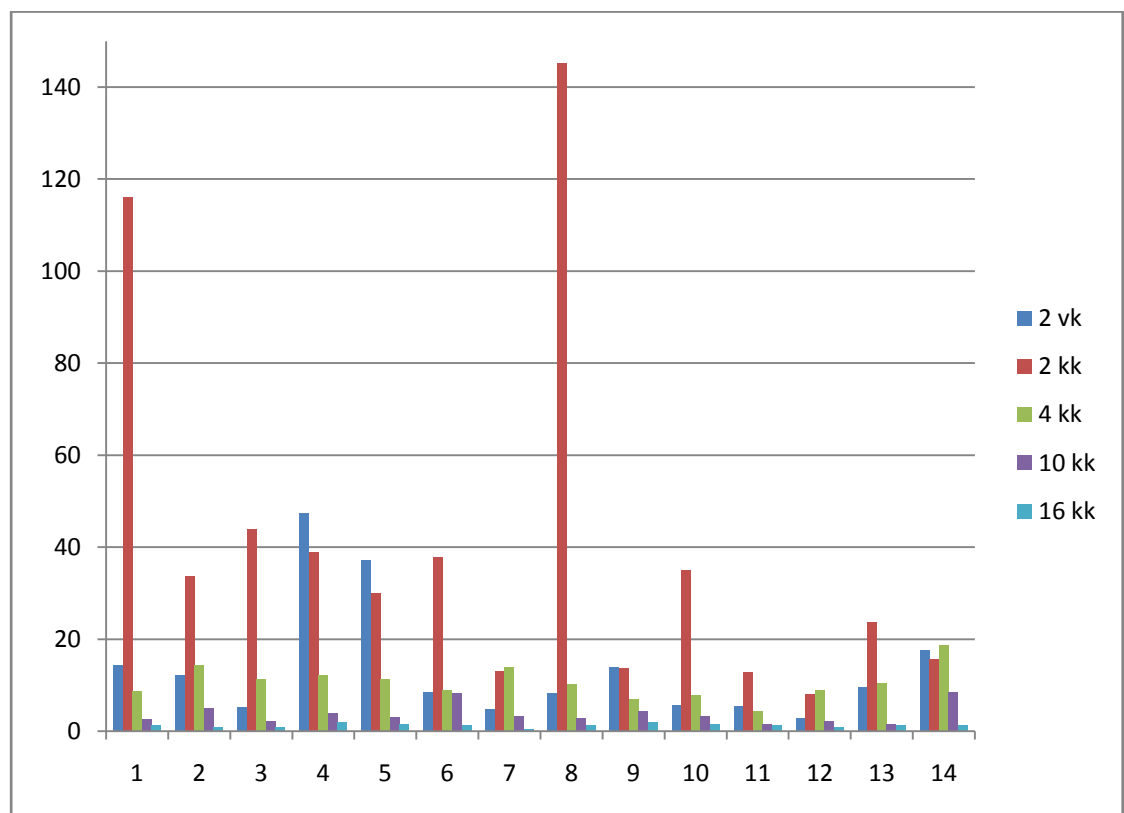
### **10.2.2. Ammoniumtyppi**

Ammonium ja nitraatti määritetään samoista näytteistä, joten ammoniumin tulokset ovat samoilta ajankohdilta rinnakkaisineen kuin nitraatin kohdalla. Tulokset poikkesi-



vat prosentuaalisesti enemmän kuin nitraattitulokset. Keskiarvollinen rinnakkaisten ero oli noin 47 %. Eron prosentuaalinen suuruus kertoo hyvin kuinka vaikea ruukkuihin on saada samoja olosuhteita. Ammoniumin pitoisuuden kasvualustassa vaikuttaa hapettomuus, ja hapen saa korvattua kasvualustassa vedellä, jos kastelee liikaa. Joten suurin syy rinnakkaisten eroon on varmasti kastelun epätasaisuus eri ruukkujen välillä. Kastelun ero ruukkujen välillä ei tarvitse olla suuri, koska ammoniumpitoisuudet ovat olleet niin pieniä, että toisen ruukun poikkeama on prosentuaalisesti näyttänyt suuremmalta. Jokaisen kasvualustan kastelu oli yksilöllistä. Kasvualustat koostuivat eri raaka-aineista, joten kaikilla kasvualustoilla oli erilainen kastelu tarve.

Prosenttien perusteella ei oikeastaan voida sanoa suurinta kasvualustakohtaista rinnakkaisten eroa, koska kaikilla alustoilla oli yli 60 % ero rinnakkaisten välillä jossakin vaiheessa koetta. Kuitenkin jos tulosten suuruuksia katsoo alustoilla 1 ja 8 on suurimmat erot. Kuviossa 6 on esitetty ammonium tulokset.



KUVIO 6. Ammoniumtulokset eri kasvualustoilla (mg/l)

Kuviossa 6 rinnakkaisista tuloksista on otettu keskiarvo, joka on esitetty kunkin kuukauden tuloksena. Jos katsotaan yleisesti kuvion palkkeja, voidaan todeta lähes kaikissa samankaltainen kuvio, jossa 2 kuukauden tulos on suurin ja muuten on laskevaa trendiä. Suuri tulos tuossa vaiheessa koetta kertonee nopeasta typen vapautumisesta orgaanisesta aineksesta, koska ammonitrifikaatio on suurimmillaan 2 - 3 kuukautta turpeen kalkitsemisen jälkeen. Alustoissa 1 ja 8 oli voinut olla hapettomat olosuhteet liiallisen kastelun vuoksi, koska ammoniumin tulokset ovat noin suuret 2 kuukauden kohdalla. Tuloksissa kuitenkin näkyy vain yksi piikki, joka kertoo siitä, että ammonium on muuttunut nitraatiksi tai sitoutunut orgaaniseen ainekseen näytteidenoton välisenä aikana. Tämä myös selittää nitraatin nousevan trendin. Esimerkiksi alustalla 8 on valtaisa piikki 2 kuukauden kohdalla, mutta jos katsomme nitraattituloksia, alustassa 8 ei ollut korkeita arvoja, mikä johtuu nollakuidun nitraattia sitovasta vaikutuksesta. Luultavasti nollakuitu ei pidätä paljon ammoniumia korkeasta piikistä päätellen.

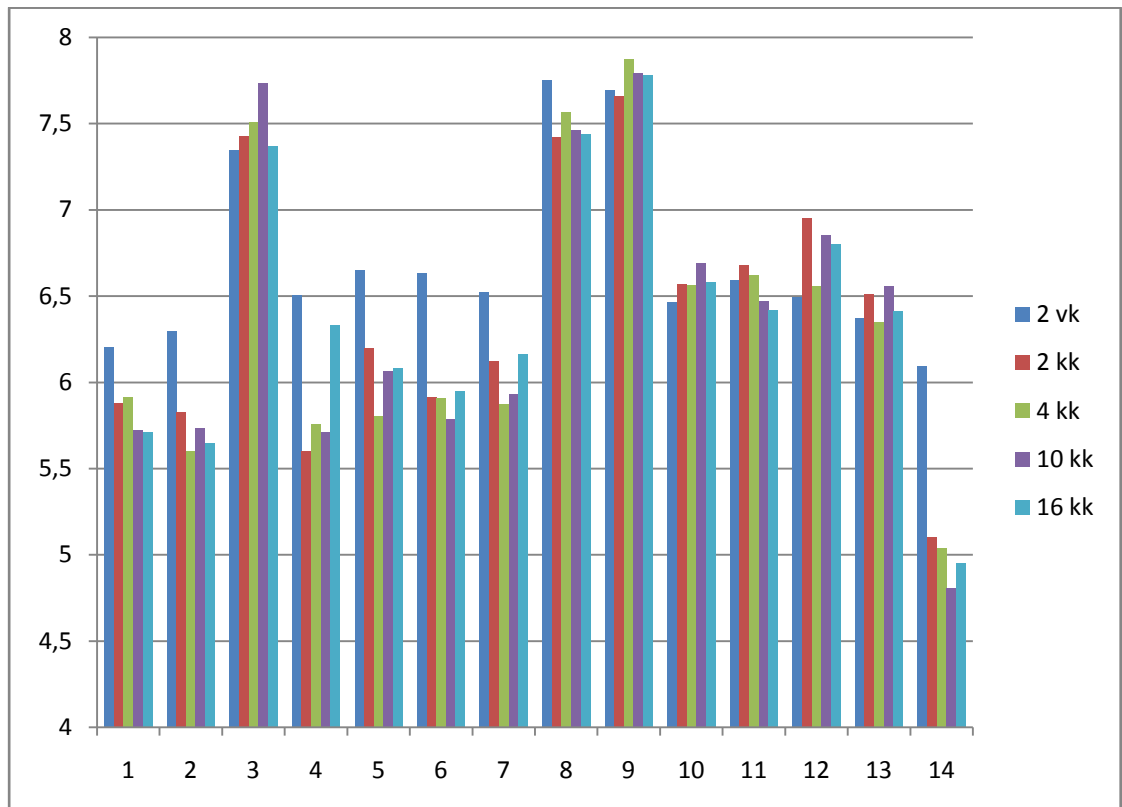
Tulosten pienuuden takia kuvioista ei voida löytää paljon yhteneväisyyksiä alustojen välillä. Turve-, kivennäis- ja nollakuitualustoissa on jokseenkin samankaltaisuutta, joten voidaan arvioida niiden pidättävän ammoniumtyyppiä yhtä paljon. Komposteissa on ehkä aavistuksen pienemmät tulokset, joten joko niillä on parempi ammoniumpidätyskyky tai niissä ammonium muuntuu nitraatiksi helpommin, koska niissä saattaa olla enemmän mikrobitoimintaa. Tasaisimmat tulokset ovat varmaankin alustassa 14, mikä johtunee kalkituksen vähäisyydestä. Tämän vuoksi alustan tuloksissa ei ole piikkiä 2 kuukauden kohdalla, kuten muilla.

### 10.2.3. pH

Kun tarkastellaan pH:ta, voidaan todeta tuloksien olevan suurimmaksi osaksi kasveille sopivalla alueella. Kuten kuvioista 7 nähdään, pH on korkea kasvualustoilla 3, 8 ja 9 sekä hieman alhainen alustassa 14. Korkeat arvot johtunevat nollakuidun vaikutuksesta ja sen lisäksi alustoihin 8 ja 9 oli lisätty kalkkia, mutta sen vaikutus näyttäisi olevan vähäinen verrattuna kalkittomaan kasvualustaan 3. Nollakuitu sisältää pH:ta nostavia aineksia, kuten kaoliinia, kalsiumkarbonaattia ja talkkia, jotka eivät näy tuoteselosteessa. Alustan 14 alhaista pH:ta ei voitane mitenkään muuten selittää kuin palaturpeella, koska muut vaaleaa turvetta sisältäneet alustat ovat saaneet kasveille sopivia

pH-tuloksia. Aikaisemmin raaka-ainetaulukosta voitiin lukea, ettei palaturvetta kalkit-  
tu, koska kalkitseminen oli mahdotonta palaturpeen rakenteen takia. Siksi alustalla on  
alhainen pH. Kun kuvaajaa tarkastellaan, huomataan komposteja sisältävien alustojen  
olevan kasveille sopivan pH-alueen ylärajalla. Turpeita sisältävissä alustoissa 1, 2 ja 4  
- 7 on osunut kalkitseminen aivan kohdalleen, arvojen ollessa lähellä kuutta lähes ko-  
ko tutkimuksen ajan.

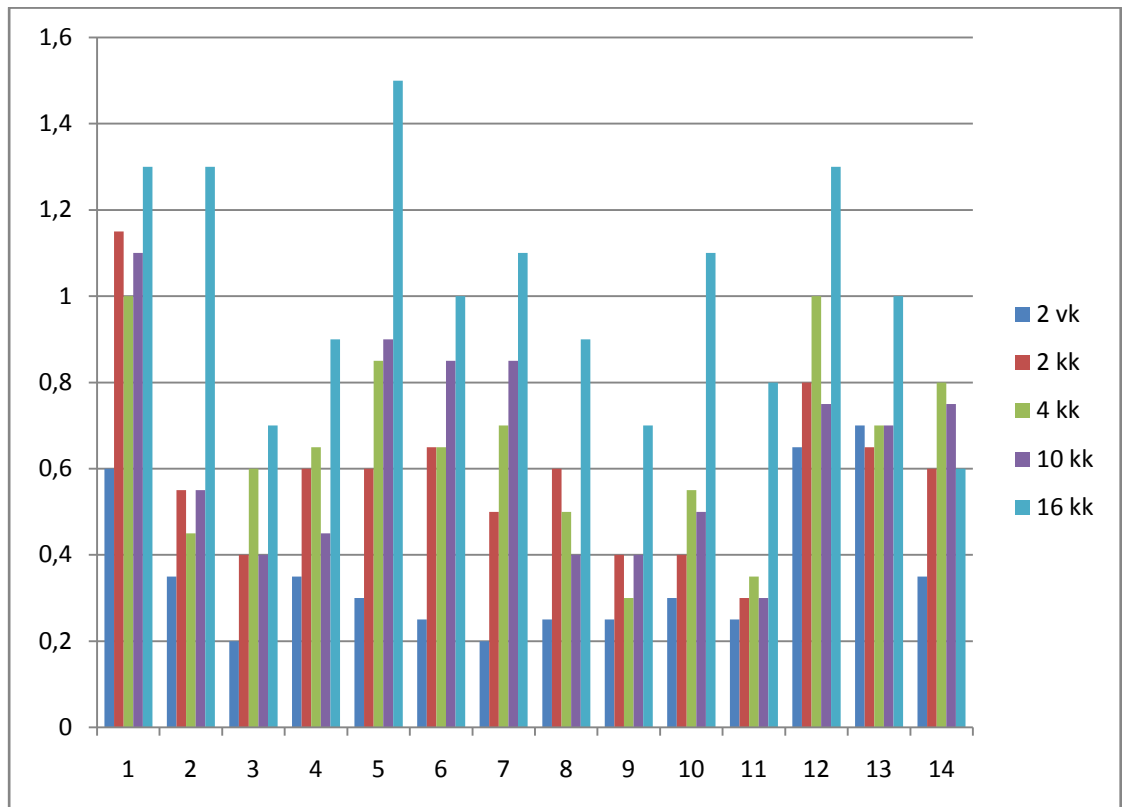
Lähes kaikissa turpeita ja kivennäisiä sisältävissä alustoissa 2 viikon tulos on kaikista  
suurin, alustassa 14 erikoisesti. Kalkitus nostaa kokeen alkuvaiheessa pH:ta kunnes  
typen vapautuminen ja nitrifikaatio alkavat happamoittaa alustaa.



KUVIO 7. Kasvialustanäytteiden pH-tulokset eri kasvialustoilla

### 10.2.4. Johtokyky

Johtokyky on yksi mielenkiintoisimmista asioista kasvualustassa, koska se kertoo paljon ionien liukoisuudesta kasvualustaan. Kuviossa 8 on eri kasvualustaseosten johtokyvyt kokeen eri ajankohtina.



KUVIO 8. Johtokykykaavio eri kasvualustaseoksista (mS/cm)

Kuviosta 8 nähdään johtokykykaavion muistuttavan hyvin paljon nitraattikaaviota, ja varmasti nitraattipitoisuudella on vaikutusta kasvualustan johtokykyyn, koska nitraattia oli reilusti kasvualustassa. Kasvihuoneanalyysien tulkintaoppaan mukaan tavoitteellinen johtokykyarvo on 0,3 - 0,6 mS/cm (Hortilab, 1999).

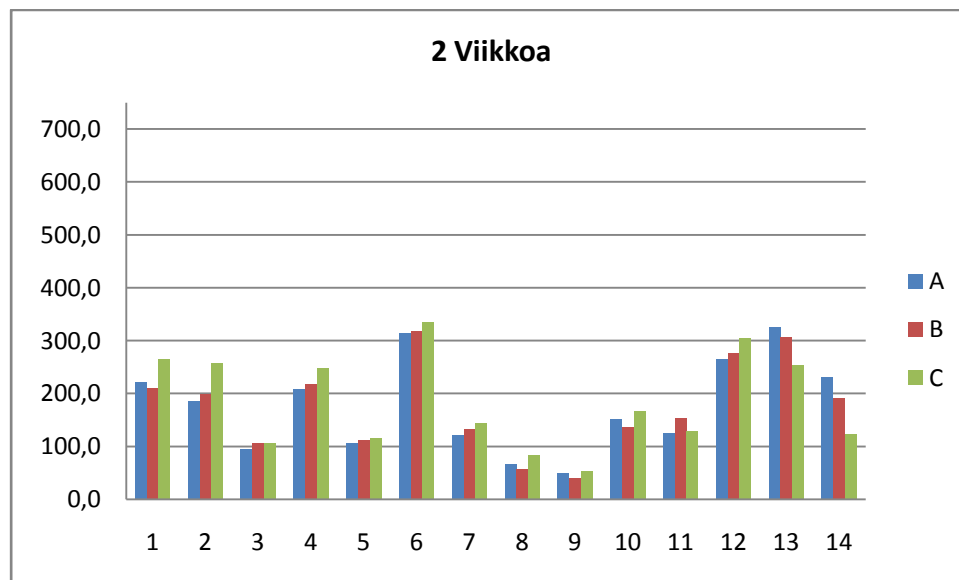
Kuviosta 8 nähdään suurimman osan tuloksista asettuvan kasveille sopivalle johtokykyalueelle. Tässäkin tapauksessa samankaltaisilla alustoilla on hyvin samankaltaisia tuloksia. Nollakuitua sisältävissä alustoissa on samankaltaiset sopivat tulokset ohjearvoihin nähden. Jälleen kuten nitraatti tuloksissa suurimmat arvot ovat alustassa 1.

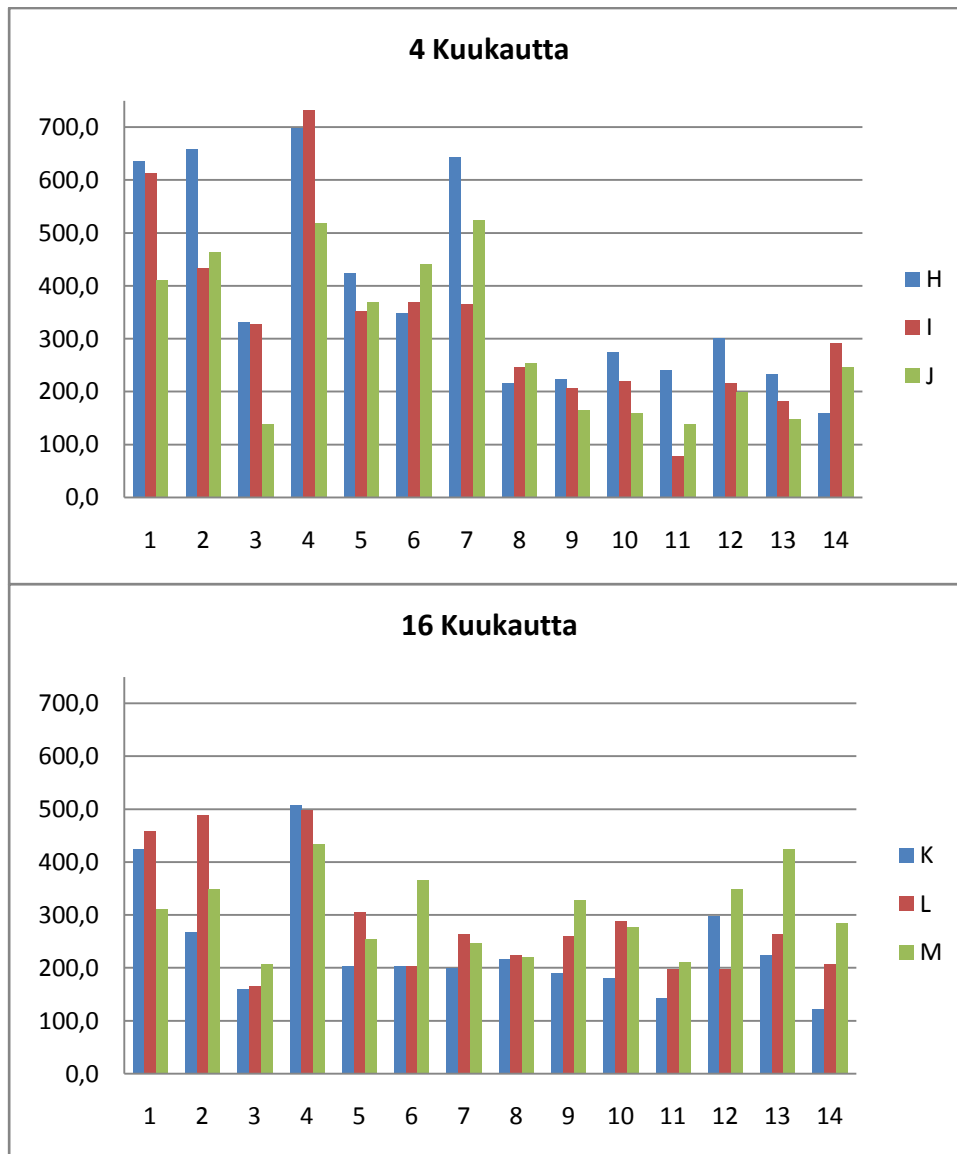
Mainittava ero komposteilla on biojäte- ja karjanlantakompostin välillä alustoissa 10 - 13. Biojättekompostilla on huomattavasti suuremmat johtokykyarvot kuin karjanlanta-kompostissa, vaikka nitraattiarvot olivat samankaltaisia kaikissa komposteja sisältävissä alustoissa. Alustan 14 palkit näyttävät täysin samalta kuin nitraattikaaviossa. Turvetta ja kivennäisiä sisältävissä alustoissa ei ole juurikaan erikoisuuksia.

## 10.3 Suotovesinäytteet

### 10.3.1 Nitraattityppi

Tarkastellaan aluksi kunkin alustan eri rinnakkaisia tuloksia kuviossa. Suotovesissä on siis kolme eri näytteenottoajankohtaa ja joka näytteenotossa kustakin alustasta on otettu kolme rinnakkaista näytettä. Kuvioissa 9 on kustakin näytteenottoajankohdasta kaikista kasvialustoista otettujen rinnakkaisten määritysten tulokset.

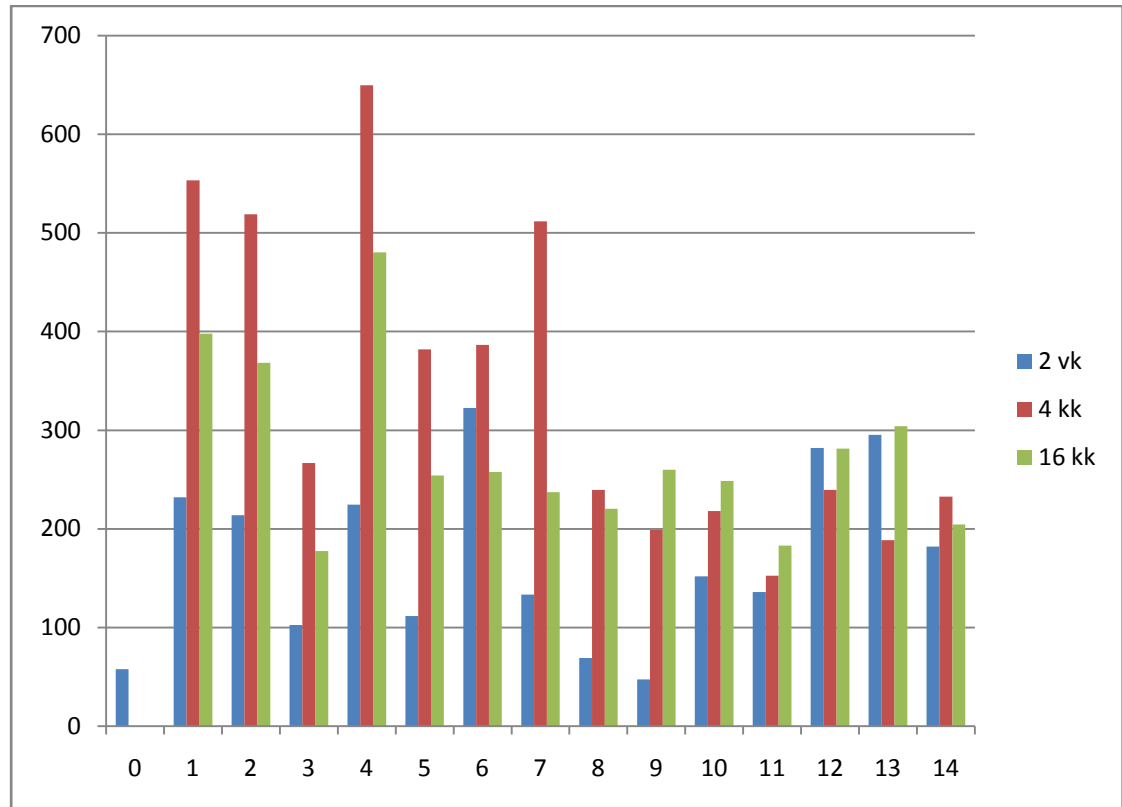




KUVIO 9. Suoto-vesien nitraattitulokset rinnakkaisineen tutkimuksen eri ajankohtina. Selitteessä kasvatushuoneen lohkon kirjain, mistä ruukku on peräisin.

Kuten kuvioista 9 huomataan, 2 viikon rinnakkaisissa tuloksissa ei ole suuria eroja. Eroja rinnakkaisissa on enemmän taas 4 kuukauden näytteissä ja 16 kuukauden tuloksissa on vähemmän. Kun on kolme rinnakkaista, huomataan selkeämmin oikeampi tulos, ja tuloksen poikkeavuus ei sinänsä kerro mitään, koska tulokset ovat erillisistä ruukuista. Kuviossa 10 on rinnakkaisista otettu keskiarvo ja alustojen tuloksia voidaan vertailla kokeen eri ajankohtina. Kuviossa on lisäksi näytteenotossa käytetyn lannoitusliuoksen nitraattipitoisuus. Lannoitusliuos on kuviossa alusta 0. Sen laskennallinen nitraattipitoisuus on noin 60 mg/l, ja siitä tehtyjen nitraatti määritysten perusteel-

la tarkaksi arvoksi on saatu 57,6 mg/l. Lannoitusliuoksen pitoisuutta ei ole vähennetty tuloksista, koska alustalla 9 tulos on pienempi kuin lannoitusliuoksen pitoisuus.



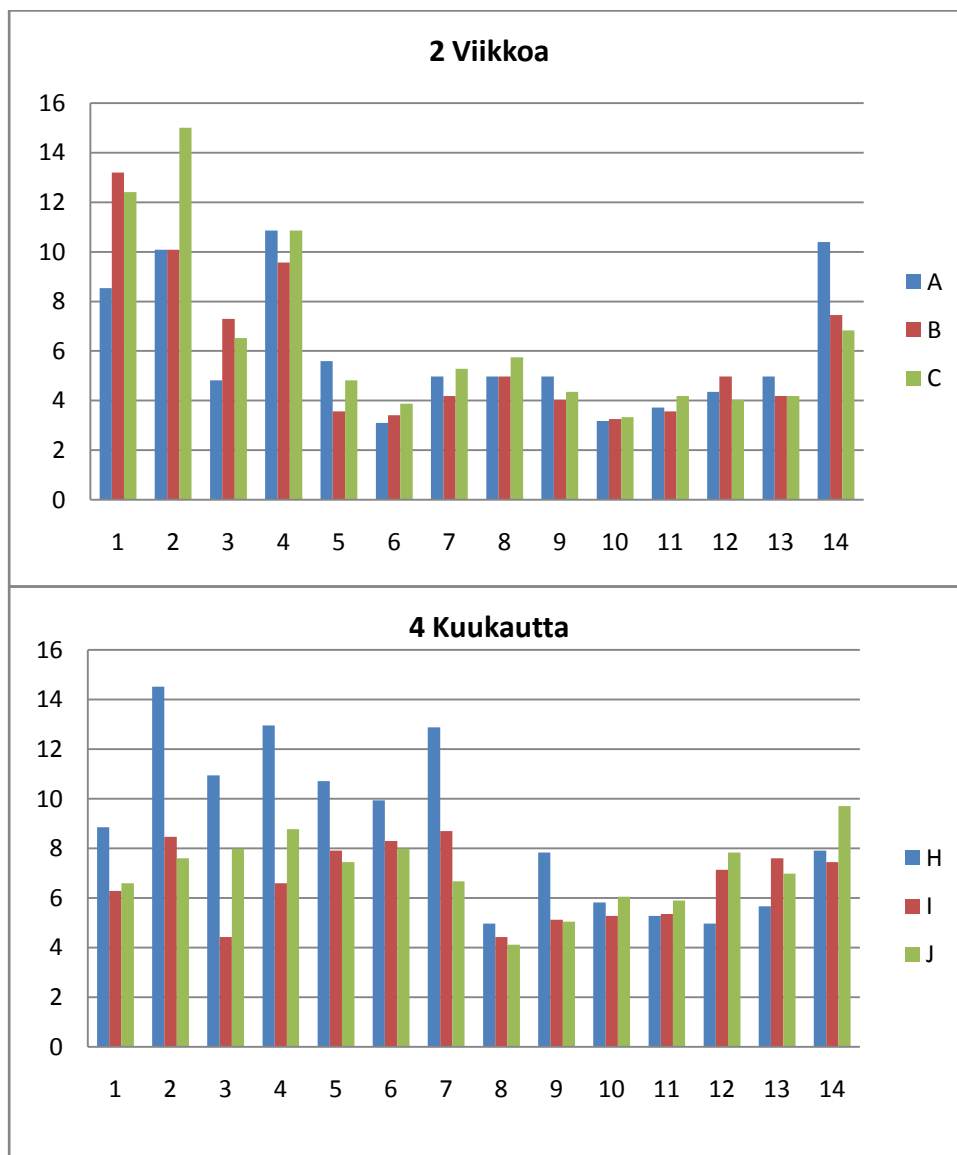
KUVIO 10. Suotovesien nitraattipitoisuudet eri kasvualustoilla. Alusta 0 on näytteen otossa käytetyn lannoitusliuoksen nitraattipitoisuus. Selitteessä on näytteenottoajankohdan kokeen alusta.

Kasvualustojen nitraattipäästöt olivat lähes kaikissa tapauksissa suuremmat kuin lannoitusliuoksen sisältämä nitraatti. Tämä viittaa suurimman osan kasvualustoista huuhtoutuvista nitraateista tulevan peruslannoituksesta ja turpeesta vapautumalla. Kuvioista 10 voidaan huomata, nollakuidun sisältävät kasvualustat 3, 8 ja 9 sitovat parhaiten nitraattia. Kun tutkimus oli edennyt pidemmälle, huomattiin myös näiden alustojen päästävän nitraattia, joten nollakuitu sitoo nitraattia tiettyihin pitoisuuksiin asti. Seuraavaksi parhaiten nitraattia näyttäisi pidättävän komposteja sisältävät alustat ja niistä karjanlantakomposti paremmin kuin biojätekomposti. Alustassa 14 on ehkä kaikista tasaisimmat tulokset ja palaturve näyttäisi olevan hyvä nitraatin pidättäjä. Turpeita ja kivennäisiä sisältävät alustat näyttäisivät päästävän nitraatin kohtalaisen helposti, eikä alustakohtaisia eroja suuremmin ole. Periaatteessa kaaviosta on luettavissa selvä nou-

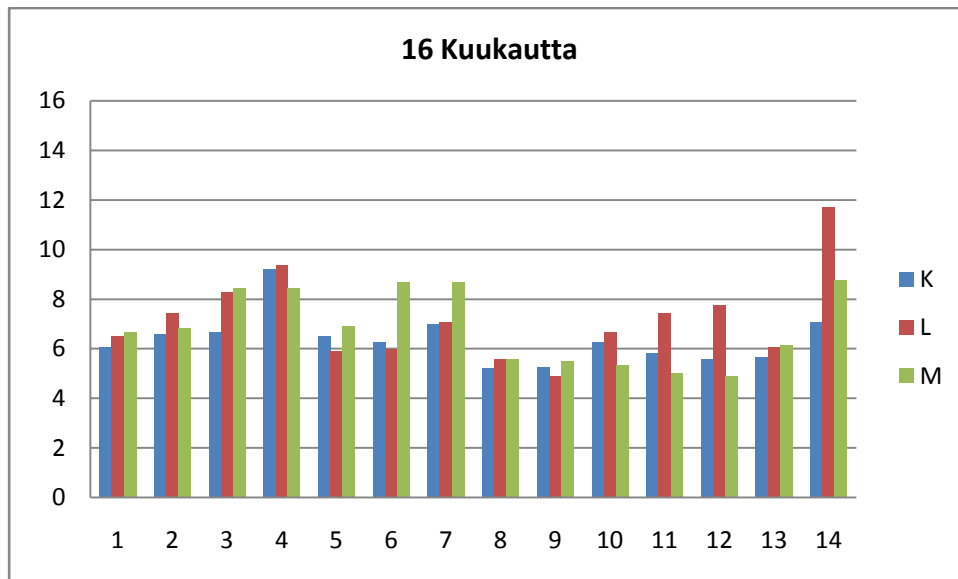
seva trendi nitraatin huuhtoutumisen suhteen, mikä noudattaa pitkälti kasvualustassa olevan nitraatin määrää.

### 10.3.2 Ammoniumtyppi

Tarkastellaan myös ammoniumin osalta rinnakkaisia tuloksia. Yleisesti ottaen ammoniumtulokset ovat melko alhaisia ja tasaisia. Kuviossa 11 on kustakin näytteenotosta kaikkien alustojen rinnakkaiset tulokset.



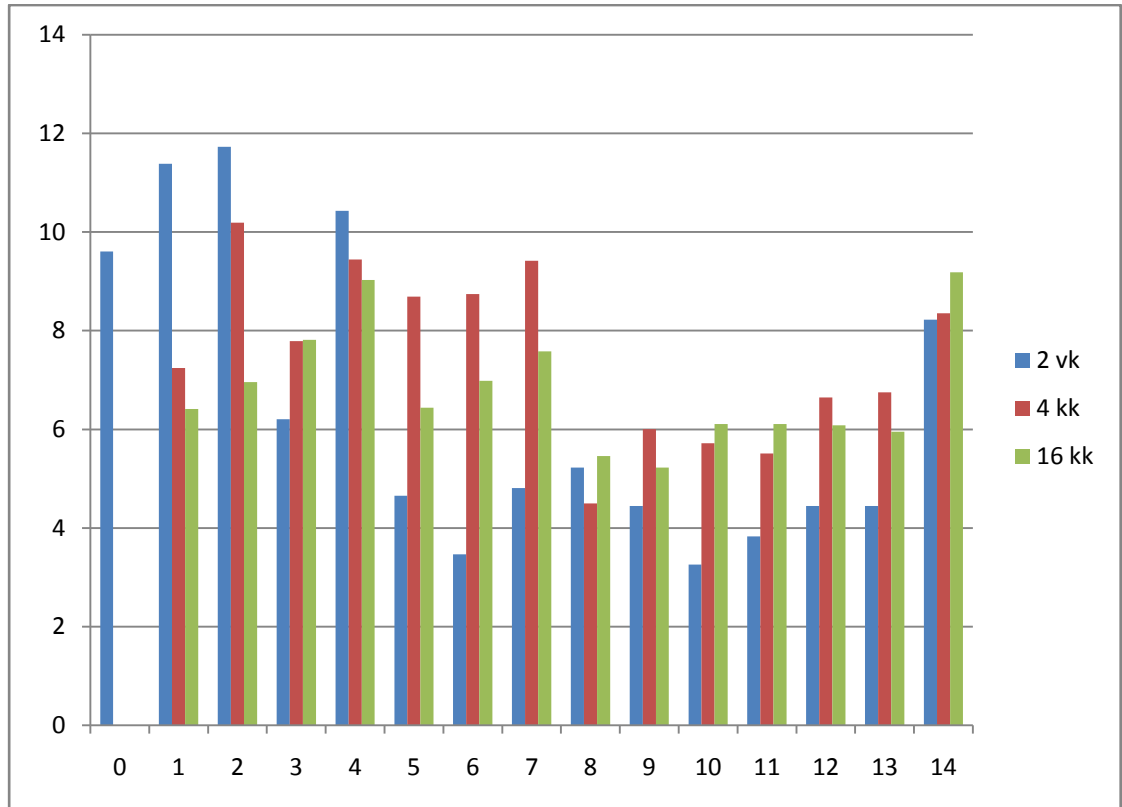




KUVIO 11. Suotovesien ammoniumtulokset rinnakkaisineen tutkimuksen eri ajankoh-  
tina.

Kuviosta 11 huomataan tällä kertaa 16 kuukauden tulosten olevan tasaisimpia. Tulokset eivät ole muutenkaan kovin kaukana toisistaan. 2 viikon tulokset ovat suurimpia ja pienimpiä. Rinnakkaisissa on hieman poikkeavuutta 4 kuukauden tuloksissa, mutta kuitenkin vähän poikkeavuuksia yleisesti ottaen. Kuviossa 12 on rinnakkaisten keskiarvoista tehty kaavio. Kaavion 0 alustana on jälleen lannoitusliuoksen ammoniumpitoisuus. Sen laskennallinen ammoniumpitoisuus on noin 10 mg/l, ja määräyksistä on saatu tarkka pitoisuus 9,6 mg/l.

Kuviosta 12 huomataan, lannoitusliuoksen ammoniumpitoisuus on suurempi kuin suurin osa tuloksista. Selityksenä tälle voisi olla ammoniumin muuntuminen nitraatiksi ja sitoutuminen kasvualustaan suurissa määrissä jokaisessa kasvualustassa. Kun suotovesinäytteitä on tehty, vähän ammoniumia sisältäneet kasvualustat ovat mieluummin sitoneet ammoniumia kuin päästäneet sen läpi. Osassa turvetta ja kivennäisiä sisältäneissä alustoissa on kaaviosta päätellen ollut hieman korkeampi ammoniumpitoisuus, koska ammoniumia on huuhtoutunut enemmän kuin lannoitusliuoksessa on ollut. Näissä seoksissa voi tietysti olla huonompi ammoniumin sitomiskyky, joten ammonium on päässyt huuhtoutumaan alustasta.



KUVIO 12. Suotovesien ammoniumtulokset eri kasvualustoilla. Alusta 0 näytteen otossa käytetyn lannoiteliuksen ammoniumpitoisuus.

Kuviosta 12 nähdään, että nollakuitu- ja kompostialustoissa on samanlaisia tuloksia. Nollakuitu ainakin sitoo hyvin nitraattia ja ilmeisesti myös ammonium sitoutuu jokseenkin hyvin alustaan. Kompostien suotovesien nitraattitulokset olivat myös pieniä verrattuna turpeisiin, joten ammonium sitoutuu hyvin kompostialustoihin. Alustalla 14 on samankaltaiset tasaiset ammoniumtulokset, kuten nitraattituloksetkin olivat.

### 10.3.3. Muita tuloksia

Huomioitavaa suotovesinäytteissä oli niiden pH:ssa ja johtokyvyssä. Suurimmasta osasta näytteitä näitä määrittäviä ei tehty, joten siksi niistä ei ole tehty kaavioita. Suotovesien pH oli suurin piirtein samoilla tasoilla kuin kasvualustanäytteissä, joskin hieman happamempia tuloksia osalla alustoilla. Sen sijaan johtokyvyssä oli huomattava ero kasvualustoista saatuihin tuloksiin, sillä johtokyvyt olivat huomattavan paljon suurempia. Johtokyky tulokset olivat yleisesti 3 - 5 mS/cm välillä, mikä oli huomatta-

van suuri tulos. Tietysti suotovesien näytteidenotossa käytetyssä lannoitusliuoksessa johtokyky oli 1,1 ja se oli hieman happamampaa kuin kasvualustat, mikä selittää happamamat tulokset. Suotoveden johtokykyä saattaa nostaa myös muiden suolojen (mm. kalium) huuhtoutuminen alustoista.

## 11 TULOSTEN TARKASTELUA

### 11.1 Pikatestinluotettavuustutkimus

Vesiuuton yhteydessä, jolla kasvualustatutkimuksen määrityksetkin tehtiin, pikatestiä voidaan pitää luotettavana tietyllä varauksella, koska pikatestillä saatiin keskimäärin 16 % suurempia nitraatti- ja 13 % suurempia ammoniumtuloksia. Kun katsotaan eroja pikatestillä ja standardimenetelmillä saatujen tulosten välillä, voidaan eroja pitää kohtalaisina pikatestissä olevien epävarmuustekijöiden ja Jokioisten kemian laboratorion olosuhteiden hallittavuuden vuoksi. Laboratoriossa on standardoidut menetelmät ja kaikki epävarmuustekijät ovat hallittavissa, jolloin tuloksista saadaan tasaisia pienillä keskihajonnoilla. Pikatesti on sen sijaan liuskan, laitteen ja tekijän ajoituksen varassa. Pikatesteissä pyrittiin tietysti hallitsemaan kaikki mahdolliset epävarmuustekijät muun muassa tarkoilla työhjeilla. Tietysti tulosten arvioinnissa täytyy ottaa huomioon näytteen pakastuksesta johtuva ero, koska pikatesti tehtiin tuoreesta näytteestä toisin kuin laboratorion standardimääritys. Voidaan olettaa, että tuoreessa näytteessä on suuremmat pitoisuudet typpeä.

Mielestäni KCl-uuton käyttö pikatestin yhteydessä voidaan unohtaa, koska sen antamat tulokset olivat epäluotettavia. Lisäksi runsas suolapitoisuus aiheutti Jokioisten kemian laboratoriossakin ongelmia ICP-mittauksissa. Uutossa liukenee runsaasti pikatestiä häiritseviä ioneja, joten varmasti sen takia pikatestillä saadut tulokset poikkeavat vesiuuton tuloksista. Olisi ollut mielenkiintoista saada tietää minkälaisia ammonium- ja nitraattipitoisuuksia standardimenetelmillä olisi saatu KCl-uutolla, koska uuttoa käytetään MTT:n laboratoriossa yleisesti liukoisen typen mittaamiseen maanäytteistä.

Maanäytteistä saatiin tutkittua myös itse tehdyn vesiutun eroa standardoituun vesiuttoon verrattuna. Standardiuuttomenetelmällä tuntuisi liukenevan ehkä hieman tehokkaammin ravinteita tai maanäyte oli tiiviimpi, koska keskiarvallisesti standardoitu vesiutto antoi 6 % suurempia nitraatti- ja 18 % suurempia ammoniumtuloksia. Tulosten perusteella voidaan todeta kasvualustatutkimuksen tulokset oikeiksi tietyn virhemarginaalin sisällä. Tuloksia voidaan pitää riittävän oikeina, jotta kasvualustoja voidaan vertailla pikatestillä saatujen tulosten perusteella. Häiritsevien ionien kannalta voidaan kasvualustatutkimuksen tuloksia pitää myös oikeina, koska vesiutossa ei liennut runsaasti näitä ioneja. Toki ionien liukenevuus riippuu paljon kasvualustasta, josta näyte on peräisin.

## 11.2 Liukoisen typen esiintyminen kasvualustoissa

Tutkimuksen tarkoituksena oli vertailla erilaisia kasvualustoja ja erilaisten raaka-aineiden vaikutusta kasvualustan typpitalouteen. Hyvän vertailupohjan antaa kasvualusta 5, jossa on pelkkää vaaleaa turvetta ja joka on yleisesti käytetty turvealusta. Alustan tuloksista huomataan, että nitraattipitoisuus on aika korkea ja nouseva, ammoniumpitoisuus laskeva, pH-arvot kasveille sopivat ja johtokyky aika korkea. Typpiä sitoutuu alustaan runsaasti, niin kuin on tyypillistä turpeelle.

Yleisesti nitraattipitoisuudet olivat kirjallisuudesta saatuja kasveille sopivia arvoja korkeampia. Koska ohjeelliset arvot oli annettu kuivatuille ja jauhetuille näytteille, ei ohjeellisia arvoja voida pitää sopivina tähän tutkimukseen. Toisaalta jauhatuksen luulisi suurentavan tulosta, koska se pienentää raekokoa parantaen liukenevuutta kasvualustasta ja vähentää ilman määrää tiivistäen näytettä.

Ammoniumtypen osalta pitoisuudet olivat pieniä eikä ohjeellisia arvoja kasvualustan ammoniumpitoisuudelle ollut, koska ammoniumia ei pidetä kasveille välttämättömänä ravinteena. Kasvualustoissakaan ei ole suuria pitoisuuksia ammoniumtyppiä nitrifikaation takia, mikä näkyi pH-tuloksissa kokeen alussa. Kahden viikon tuloksista pH laski huomattavasti, kun katsotaan tutkimuksen kahden kuukauden pH-tuloksia. Todennäköisesti nitrifikaatiota on kuitenkin tapahtunut, kuten myös ammoniumin sitoutumista orgaaniseen ainekseen.

Kasvualustat 1 ja 2 erosivat vain siten, että kasvualustassa käytetty turve oli eri maatumisasteista, mutta tuloksissa oli nähtävissä suurempia eroja. Alustalla 1 on suurimmat johtokyky- ja nitraattiarvot, kun taas alustalla 2 arvot olivat lähes koko ajan ohjeellisten arvojen tasolla. On aika vaikea selittää, miksi näin maatunut turve vapauttaa näin paljon typpeä alustasta. Luultavasti lannoituksena annettu typpi ei sitoudu maatuneeseen turpeeseen samalla tavoin kuin vähemmän maatuneeseen. Ammonium- ja pH-tulokset voidaan sanoa olevan yhteneväiset alustoilla, vaikka alustalla 1 onkin poikkeama 2 kuukauden ammoniumtuloksissa. Alustalla 2 on melkein samanlaiset tulokset kuin vertailualustalla 5. Kuitenkin alustalla 2 on hieman pienemmät nitraatti- ja johtokykytulokset, koska alustassa on maatuneempaa turvetta. Alusta 2 on varmasti hyvä vaihtoehto kasvualustaksi pelkän vaalean turpeen sijaan.

Nollakuitualustat 3, 8 ja 9 erottuvat selkeästi tuloksista. Jos verrataan nollakuitualustojen alustaan 5, nollakuitu antaa osittain parempia tuloksia. Suurin ongelma alustassa on sen pH. Nitraattipitoisuudet ja johtokyvyt ovat alhaisempia, ammoniumpitoisuudet samaa kuin alustassa 5 ja pH korkea. Vaikka alustaa 3 ei kalkittu ollenkaan, sen pH on kuitenkin lähelle 7,5. Vaikka turve onkin hapan ainesosa alustassa, silti seoksella ei päästä tavoitteellisiin pH-tuloksiin. Nollakuidun kanssa pitäisi käyttää jotakin ainesta, joka hapantaa hieman alustaa mutta ei aiheuta kasville haittaa. Nollakuitu on hyvä maanparannusainekasveille, jotka pitävät vähätyyppisistä olosuhteista.

Alustat 4, 6 ja 7, joissa oli vaalean turpeen lisäksi kivennäisiä ja alustassa 6 maatunutta turvetta, eivät mielestäni typpitulosten perusteella eroa kovin paljoa alustasta 5. Nitraatin osalta kaikilla alustoilla oli kohtalaisen samanlaiset tulokset, johtokyvyt ehkä hieman korkeita kaikilla ja pH antoi kasveille sopivia arvoja. Ammoniumin osalta kaikilla alustoilla tulokset oli alhaiset ja niiden epätasaisuus voidaan selittää kaste-lueroilla. Johtokyvyn ja nitraatin osalta voidaan todeta alustoihin kerääntyneen suuria määriä ravinteita. Nämä alustat ovat varmasti kaikki kasvien kasvuun sopivia riittäväällä lannoituksella. Kivennäiset vaikuttavat lähinnä kasvualustan rakenteeseen ja sitä kautta kasvin kasvuun, jolloin kasvualustojen väliset erot eivät välttämättä välity typpipitoisuuksiin.

Kompostialustoilla 10 - 13 oli mielestäni paremmat tulokset kuin alustalla 5 ja kompostien ominaisuudet tulivat näin hyvin esille. Nitraatti- ja johtokykytulosten huomattavat

tiin vaihtelevan vähemmän kokeen aikana kuin alustan 5. Tosin karjanlannan ja biojätteen ero oli selkeästi erotettavissa. Ammoniumin osalta tulokset olivat samankaltaiset kompostialustojen kesken. Komposteilla on mielestäni parhaimmat pH tulokset, koska ne ovat tasaisesti 6,5 vaiheilla. Jos haluaa vertailla, kumpi on parempi kasvualusta, niin nitraatin perusteella biojäte on parempi hieman suuremmilla tuloksilla, mutta johtokyvyn perusteella karjanlanta on hieman parempi. Tosin riippuu minkälaisista olosuhteista kasvi pitää.

Kasvualusta 14 on palaturvetta sisältänyt seos, joka poikkeaa alustasta 5 täysin. Erot johtunevat pH:n vaikutuksesta, koska alhainen pH vaikuttaa ravinteiden liukoisuuteen. Muuten nitraatti-, ammonium- ja johtokykytulokset poikkeavat muista, koska ne ovat hieman tasaisempia kuin muilla alustoilla. Jos tämän alustan pH:n säätö olisi ollut parempi, tuloksetkin olisivat varmasti olleet hieman erilaiset. Jos oletettaisiin, ettei pH:n nosto vaikuttaisi ratkaisevasti typpi-ioni- ja johtokykytuloksiin, tämä kasvualustaseos olisi yksi onnistuneimmista. Kuitenkin oletan, että kasveille sopivalla pH-alueella tulokset olisivat lähellä alustan 5 tuloksia, koska alustassa on suurin osa vaaleaa turvetta ja palaturve on vain rakenteen parannusta varten.

On vaikea sanoa näiden tulosten perusteella, mikä olisi paras kasvualusta, koska se riippuu hyvin paljon viljeltävästä kasvista. Mutta on mahdollista, että tämän tutkimuksen perusteella voidaan määrittää jollekin kasville uudenlainen optimaalinen kasvualusta, jolla saadaan pienemmillä kustannuksilla aikaan parempi kasvuteho. Lisäksi kompostien osuutta tutkimuksissa pidän merkittävänä, koska ne ovat oiva vaihtoehto kasvualustan rakennusaineena.

### **11.3 Typen huuhtoutuminen kasvualustoista**

Suotovesitulokset kertovat kuinka paljon typpeä huuhtoutuu kasvualustoista. Mitä enemmän ravinteita huuhtoutuu kasvialustasta, sitä vähemmän ravinteita kasville käytettävissä. Jos katsotaan vaaleata turvetta sisältäneen kasvialustan 5 tuloksia, huomataan nitraattia huuhtoutuvan runsaasti ja ammoniumia vähän.

Kasvualustoilla 1 ja 2 vähäiset erot seoksissa näkyvät myös huuhtoutumistulosten samankaltaisuudessa. Molemmat päästävät runsaasti nitraattia, mutta toisaalta ammoniumia vähän. Kasvualustoissa yleisesti on paljon nitraattia ja vähän ammoniumia, joten nitraatin pidättäväisyydestä näin suurilla pitoisuuksilla voidaan tehdä vain vähän johtopäätöksiä. Ammoniumin kohdalla alustat alkavat sitoa kokeen edetessä enemmän, koska pitoisuudet alustassa pienenevät. Alustoista 1 ja 2 huuhtoutuu enemmän typpeä kuin vertailualustasta 5.

Nollakuitualustat 3, 8 ja 9 sitovat hyvin nitraattia sen kertoivat jo kasvualustanäytteet. Nollakuidun ammoniumin sitovuus tulee näkyviin vasta tässä huuhtoutumiskokeessa, koska alustoilla on myös pienimmät tulokset tässäkin tapauksessa, mutta ero ei ole suuri alustaan 5 verrattuna. Joka tapauksessa nollakuitu alustoista huuhtoutuu typpeä huomattavasti vähemmän kuin alustasta 5.

Kivennäisainesten lisääminen vaaleaan turpeeseen lisää nitraatin huuhtoutumista. Alustalla 5 ovat pienemmät nitraattitulokset kuin vastaavilla vaaleaa turvetta ja kivennäisiä sisältävissä alustoissa 4, 6, ja 7. Sama kivennäisten vaikutus on varmasti näkyvissä alustojen 1 ja 2 osalla. Olisikin ollut mielenkiintoista nähdä millaisia tuloksia maaton turve ilman kivennäisiä olisi antanut huuhtoutumiskokeessa.

Komposteista ei myöskään huuhtoudu kovin paljoa typpeä verrattuna turvealustoihin. Kuten kasvualustanäytteissä komposteissa on tasaiset tulokset sekä karjanlanta- että biojätekompostin erot ovat huomattavissa. Karjanlanta sitoo hieman paremmin nitraattia ja ammoniumia.

Palaturvealusta antaa jälleen kerran täysin erilaiset tulokset kuin muut turvealustat. Tulokset eivät juuri vaihtele kokeen aikana kummassakaan typpimuodoissa. Nitraattipitoisuuksiltaan palaturvealusta muistuttaa kompostialustaa ja ammoniumpitoisuudet ovat keskiarvillisesti suuremmat kuin muilla. Alustan pH:n poikkeavuus voi olla yksi syy eroon muihin vaaleaa turvetta sisältäneisiin alustoihin.

Huuhtoutumiskokeen tuloksista on huomioitava kasvualustat, jotka eivät olleet kovin hyviä kasvualustanäytteiden perusteella, kuitenkin typen sitoutumisen kannalta alustat antoivat parempia tuloksia. Paras esimerkki on alusta 5, jolla oli liian suuret nitraatti-

pitoisuudet, mutta kuitenkin pidätysominaisuudet olivat parempia kuin muiden turvealustojen. Tämänkin koe varmasti antaa uusia näkökulmia kasvualustaseosten valinnassa tietyille kasveille.

## 12 TUTKIMUSTEN PÄÄTELMÄT

Jos tarkastellaan pikatestin tutkimuksia, ne olisivat voineet olla vieläkin perusteellisempia. Tietysti vastaan tulee kysymys, kuinka paljon rahaa tai aikaa pikatestin tutkimiseen kannattaa käyttää. Pikatestimääritys ei ole standardoitumenetelmä ja sen luotettavuus ei koskaan voi olla samaa tasoa kuin standardoiduilla laboratoriomenetelmillä on. Mielestäni pikatestin luotettavuuden perusteella, sitä ei voida käyttää tätä opinnäytetyötä suuremmissa virallisissa ja tarkoissa tutkimuksissa. Pikatesti on huomattavasti halvempi kuin standardimääritykset ja siksi karsii varmasti merkittävän osan laajojen tutkimusten kuluista.

Pikatestiä vertaillen standardimenetelmään huomataan tulosten olevan samansuuntaisia, mutta ero tuloksissa oli merkittävä, joten suhtaudun tietyllä varauksella pikatestin antamiin tuloksiin. Tässä opinnäytetyössä ei kuitenkaan olisi voitu tutkia enempää pikatestiä, koska pikatestin luotettavuustutkimuksen budjetti ja toisaalta aika rajoitti paljon, mitä voitiin tutkia. Kaikesta huolimatta mielestäni tähän opinnäytetyöhön tehtyyn pikatestitutkimukseen saatiin tuloksia, joista voitiin päätellä paljon pikatestin luonteesta ja käytettävyydestä.

Mielestäni MTT:llä kannattaisi tutkia vielä kattavammin pikatestiä ja sen käytettävyyttä erilaisilla kasvualustoilla ja kuinka erilaiset olosuhdemuutokset vaikuttavat tuloksiin. MTT:llä tulee varmasti myös jatkossa sellaisia tutkimuskohteita, joissa tarvitaan luotettavaa typen määritystä ja silloin pikatestin ominaisuudet kannattaisi olla paremmin selvillä. Mielestäni pikatestin tarkkuus on ollut kuitenkin riittävä tässä opinnäytetyössä käsiteltyyn kasvualustojen typpitaloustutkimukseen, koska nitraattipitoisuudet olivat korkeita, milloin luotettavuustutkimuksen perusteella pikatesti toimii luotettavammin. Korkeissa nitraattipitoisuuksissa ollaan paremmin pikatestiliuskojen toimivuusalueella, kuin alhaisissa pitoisuuksissa. Alhaisten ammoniumtulosten koh-



dalla tarkkuus on ollut myös riittävä, koska ammoniumtulokset eivät olleet yhtä oleelliset nitraattituloksiin verrattuna.

Tämän opinnäytetyön perusteella voidaan arvioida kasvualustatutkimuksessa kehitettyjen seosten typpitaloutta. Sitä mitattiin sekä kasveille käyttökelpoisen typen määrän että kasvualustasta huuhtoutuvan typen avulla. Nollakuitu sitoi voimakkaasti typpeä kokeen alkuvaiheessa ja huuhtoumat tältä alustalta olivat pienet. Ajan myötä kuitenkin nitraatteja vapautui enemmän. Typen saatavuus ja toisaalta liian korkea pH saattaa rajoittaa kasvien kasvua tällä alustalla. Muilla alustoilla oli enemmän vaihtelua nitraatin määrissä. Hyviä alustoja olivat kuitenkin kompostipohjaiset ja palaturvealustat, joissa nitraatin huuhtoutuminen oli samaa luokkaa kuin pelkästä vaaleasta turpeesta. Typpeä oli kuitenkin kasveille riittävästi saatavilla. Kevytsoran lisääminen vaaleaan turpeeseen puolestaan aiheutti nitraattien huuhtoutumisriskin kasvua. Maatuneessa turpeessa oli poikkeuksellisen korkeat nitraattipitoisuudet.

Typpitaloustutkimus oli tarkasti suunnitellun kasvualustatutkimuksen osa, jota oli mielestäni vaivatonta ryhtyä työstämään omaksi osakseen. Tietenkin opettelua uusiin asioihin oli runsaasti ja tulosten tulkinta oli erilaista, koska tuloksia täytyi ajatella kasvien näkökulmasta. Koska typpitaloustutkimus on yksi osa suurempaa kasvualustatutkimusta, typpitaloustutkimuksen laajuus ja toteutus olivat sidottu laajempaan tutkimukseen. Typpitaloustutkimuksen määrityksissä käytetty pikatesti oli varmasti tarpeeksi tarkka vaihtoehto tämän kaltaiseen tutkimukseen. Todennäköisesti tulokset olisivat olleet samankaltaiset ja samat johtopäätökset olisivat tulleet esille, vaikka typpi olisi määritetty standardoiduilla menetelmillä.

Kasvualustan raaka-aineilla on eroja ja ne vaikuttavat hyvin monella tapaa kasvin kasvuun, ravinteiden saatavuuteen ja kasvualustan rakenteeseen. Kasvualustassa raaka-aine voi vaikuttaa paremmin yhteen osa-alueeseen ja toiseen huonommin. Lisäksi kasville ominaiset kasvuvaatimukset vaikuttavat kasvualustan rakentamiseen. Kasvualustojen valinnassa ei ole yksi selitteistä ratkaisua, vaan kasvualusta täytyy pohtia tapauskohtaisesti. Tämä opinnäytetyö keskittyi typen esiintymiseen kasvualustoissa, mikä on hyvin tärkeä ravinne kasvin hyvinvoinnille. Kasvi tarvitsee toki muutakin kuin typpeä. Se, mikä kasvualusta on kokonaisuudessa kasveille hyvä alusta, selviää

MTT:llä tehtävästä kasvualustatutkimuksesta, jonka yksi osa oli tämän opinnäytetyön typpitutkimus.

## LÄHTEET

Antikainen, R. Holmberg, M. Kauppila, J. Kauppila, P. Ketola, T. Korpinen, P. Lepistö, A. Lepistö, L. Pietiläinen, O. Pitkänen, H. Rantanen, P. Rekolainen, S. Räike, A. Santala, E. Similä, J. Tamminen, T. Vuorenmaa, J. 2008. Yhdyskuntien typpikuormitus ja pintavesien tila. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.

Crompton, R. 1999. Determination of Organic Compounds in Soils, Sediments, and Sludges. Spon press.

EN 13652. 2002. Soil improvers and growing media. Extraction of water soluble nutrients and elements.

Faithfull, N.T. 2003. Methods in Agricultural Chemical Analysis : A Practical Handbook. : CABI Publishing

Harmoinen, T. Peltonen, J. 2009. Ravinteet kasvintuotannossa. Proagria keskusten liitto, Tietoa tuottamaan 127.

Hortilab. 1999. Kasvihuoneanalyysien tulkintaopas. Närpiö.

Humuspehtoori. 2010. Tuoteseloste. Pälkäne.

Puustjärvi, V. 1970. Mobilization of nitrogen in peat culture. Peat & plant news 3, 35-42.

Puustjärvi, V. 1991. Kasvu ja kasvunhallinta kasvihuoneviljelyssä. Vantaa: Kauppuutarhaliitto.

RQflex 10 manual n.d. Merck. Saksa.

SFS-verkkokaupan luettelo n.d. Suomen standardisoimisliiton verkkosivut. viitattu 11.11.2010. <http://sales.sfs.fi/>

# LIITTEET

## Liite 1.



### Ammonium Test

February 2008

1.16892.0001  
1.16899.0001

#### 1. Method

Ammonium ions react with a chlorinating agent to form monochloramine. This in turn reacts with a phenol compound to form a blue indophenol derivative that is determined reflectometrically.

#### 2. Measuring range and number of determinations

Cat. No.	Measuring range <sup>1)</sup>	Number of determinations
1.16892.0001	0.2 - 7.0 mg/l NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	50
	0.16 - 5.4 mg/l NH <sub>4</sub> -N	
1.16899.0001	5.0 - 20.0 mg/l NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	50
	3.9 - 15.5 mg/l NH <sub>4</sub> -N	

<sup>1)</sup> for conversion factors see section 8

#### 3. Applications

##### Sample material:

Wastewater

Soils and fertilizers after appropriate sample pretreatment (**applications see the website**)

Cat. No. 1.16892.0001: also for use with food (meats and sausages) after appropriate sample pretreatment

#### 4. Influence of foreign substances

This was checked - in the case of interfering ions up to concentrations of 1000 mg/l - in solutions with ammonium concentrations from the middle of the respective measuring range and with 0 mg/l NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. The concentrations of foreign substances given in the table lie below the limit at which the determination is interfered with.

Concentrations of foreign substances in mg/l or %			
Al <sup>3+</sup>	1000	Fe <sup>2+</sup>	10
Ascorbate	100	Fe <sup>3+</sup>	100
BO <sub>3</sub> <sup>3-</sup>	1000	K <sup>+</sup>	1000
Br <sup>-</sup>	1000	Mg <sup>2+</sup>	1000
Ca <sup>2+</sup>	1000	Mn <sup>2+</sup>	100
Citrate	1000	Ni <sup>2+</sup>	1000
Cl <sup>-</sup>	1000	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	50
CN <sup>-</sup>	1	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	100
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	1000	Oxalate	1000
Cr <sup>3+</sup>	100	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	1000
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	100	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	100
Cu <sup>2+</sup>	100	Tartrate	1000
		EDTA	1000
		Anionic surfactants <sup>1)</sup>	1000
		Cationic surfactants <sup>2)</sup>	1000
		Nonionic surfactants <sup>3)</sup>	100
		H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	10
		Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5 %

<sup>1)</sup> tested with Na-dodecyl sulfate

<sup>2)</sup> tested with N-cetylpyridinium chloride

<sup>3)</sup> tested with polyvinylpyrrolidone

#### 5. Reagents and auxiliaries

**Please note the warnings on the packaging materials!**

The test strips are stable up to the date stated on the pack when stored in the closed tube at +2 to +8 °C.

##### Package contents:

Tube containing 50 test strips  
1 bar-code strip  
1 bottle of reagent NH<sub>4</sub>-1  
1 bottle of reagent NH<sub>4</sub>-2  
1 test vessel with stopper

##### Other reagents:

Merckoquant<sup>®</sup> Ammonium Test, Cat. No. 1.10024.0001,  
measuring range 10 - 400 mg/l NH<sub>4</sub><sup>+</sup>  
Universal indicator strips pH 0 - 14,  
Cat. No. 1.09535.0001  
Sodium hydroxide solution 1 mol/l, Cat. No. 109137  
Sulfuric acid 0.5 mol/l, Cat. No. 109072  
Ammonium standard solution CertiPUR<sup>®</sup>, 1000 mg/l NH<sub>4</sub><sup>+</sup>,  
Cat. No. 1.19812.0500

Merck KGaA, 64271 Darmstadt, Germany,  
Tel. +49(0)6151 72-2440, Fax +49(0)6151 72-7780  
environmental.analysis@merck.de <http://fea.merck.de>

#### 6. Preparation

- Extract solid sample materials by an appropriate method (applications see the website).
- Check the ammonium content with the Merckoquant<sup>®</sup> Ammonium Test.  
Samples containing more than 7.0 mg/l NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (Cat. No. 1.16892.0001) or 20.0 mg/l NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (Cat. No. 1.16899.0001) must be diluted with distilled water.
- **The pH must be within the range 4 - 13.**  
Adjust, if necessary, with sodium hydroxide solution or sulfuric acid.

#### 7. Procedure

Observe the manual for the reflectometer.  
The following applies to the Ammonium Test:

##### Measurement procedure A

Stored reaction time:  
Cat. No. 1.16892.0001: 480 sec  
Cat. No. 1.16899.0001: 240 sec

Rinse the test vessel several times with the pretreated sample.		
Pretreated sample (20 - 30 °C)	5 ml	Fill the test vessel to the 5-ml mark.
Reagent NH <sub>4</sub> -1	10 drops <sup>1)</sup>	Add and swirl.
Reagent NH <sub>4</sub> -2	1 level blue microspoon (in the cap of the NH <sub>4</sub> -2 bottle)	Add, close the test vessel, and shake <b>vigorously until the reagent is completely dissolved.</b>

Press the START button of the reflectometer and - **this is imperative - at the same time** immerse **both reaction zones** of the test strip in the measurement sample for **8 min** (Cat. No. 1.16892.0001) or **4 min** (Cat. No. 1.16899.0001).

Approx. 10 sec before the end of the reaction time, remove the strip from the measurement sample and **carefully** allow excess liquid to run off via the long edge of the strip onto an absorbent paper towel.

**Immediately** insert the strip all the way into the strip adapter with the reaction zones facing the display.

After the end of the reaction time, read off the result from the display in mg/l NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.  
The result is automatically stored.

<sup>1)</sup> Hold the bottle vertically while adding the reagent!

##### Notes on the measurement:

- If the measurement value exceeds the measuring range (HI is shown on the display), repeat the measurement using **fresh**, diluted samples until a value of less than 7.0 mg/l NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (Cat. No. 1.16892.0001) or 20.0 mg/l NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (Cat. No. 1.16899.0001) is obtained. **This must then be multiplied by the corresponding dilution factor.**
- If the test strip is inserted into the adapter after the reaction time has expired, renewed depression of the START button may produce a false result.

#### 8. Conversions

Units required	=	units given	x	conversion factor
mg/l NH <sub>4</sub> -N		mg/l NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		0.776
mg/l NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		mg/l NH <sub>4</sub> -N		1.29

#### 9. Method control

To check test strips, test reagents, measurement device, and handling:  
Dilute the ammonium standard solution with distilled water to 2.5 mg/l NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (Cat. No. 1.16892.0001) or 10.0 mg/l NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (Cat. No. 1.16899.0001) and analyze as described in section 7.

#### 10. Notes

- **Reclose** the reagent bottles and **the tube containing the test strips immediately after use.**
- Rinse the test vessel **with water only.**
- At the end of each workday, cleanse the strip adapter thoroughly with water or ethanol.

November 2009

	Ammonium Test	1.10024.0001 <b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>
---	---------------	---

### 1. Method

Ammonium ions react with Neßler's reagent to form a yellow-brown compound. The concentration of ammonium is measured **semiquantitatively** by visual comparison of the reaction zone of the test strip with the fields of a colour scale.

### 2. Measuring range and number of determinations

Measuring range / colour-scale graduation <sup>1)</sup>	Number of determinations
10 - 30 - 60 - 100 - 200 - 400 mg/l NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	100
8 - 23 - 47 - 78 - 155 - 311 mg/l NH <sub>4</sub> -N	

<sup>1)</sup> for conversion factors see section 8

### 3. Applications

#### Sample material:

Groundwater and surface water  
Wastewater  
Fertilizers  
Process water (e. g. textile industry, plastics industry)

### 4. Influence of foreign substances

This was checked in solutions with 200 mg/l NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. The concentrations of foreign substances given in the table lie below the limit at which the determination is interfered with.

Concentrations of foreign substances in mg/l					
Al <sup>3+</sup>	1000	Cu <sup>2+</sup>	1000	Ni <sup>2+</sup>	100
Ca <sup>2+</sup>	100	Fe <sup>2+</sup>	10	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	1000
Cl <sup>-</sup>	1000	Fe <sup>3+</sup>	1000	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1000
CN <sup>-</sup>	10	K <sup>+</sup>	1000	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	1000
Cr <sup>3+</sup>	100	Mg <sup>2+</sup>	1000	S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	1000
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1000	Mn <sup>2+</sup>	10		

### 5. Reagents and auxiliaries

**Please note the warnings on the packaging materials!**

The test strips and the test reagent are stable up to the date stated on the pack when stored closed at +15 to +25 °C.

#### Package contents:

Tube containing 100 test strips  
2 bottles of reagent NH<sub>4</sub>-1  
1 test vessel

#### Other reagents:

Ammonium standard solution CertiPUR®,  
1000 mg/l NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Cat. No. 119812

### 6. Preparation

Samples containing more than 400 mg/l NH<sub>4</sub><sup>+</sup> must be diluted with distilled water.

### 7. Procedure

Rinse the test vessel several times with the pretreated sample.		
Pretreated sample (15 - 25 °C)	5 ml	Fill the test vessel to the 5-ml mark.
Reagent NH <sub>4</sub> -1	10 drops <sup>1)</sup>	Add and swirl.
Immerse the reaction zone of the test strip in the measurement sample <b>for 3 sec.</b>		
Allow excess liquid to run off via the long edge of the strip onto an absorbent paper towel and <b>after 10 sec.</b> determine with which colour field on the label the colour of the reaction zone coincides most exactly.		
Read off the corresponding result in mg/l NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> or, if necessary, estimate an intermediate value.		

<sup>1)</sup> Hold the bottle vertically while adding the reagent!

#### Notes on the measurement:

- The colour of the reaction zone may continue to change after the specified reaction time has elapsed. This must not be considered in the measurement.
- If the colour of the reaction zone is equal to or more intense than the darkest colour on the scale, repeat the measurement using **fresh**, diluted samples until a value of less than 400 mg/l NH<sub>4</sub><sup>+</sup> is obtained.

Concerning the result of the analysis, the dilution (see also section 6) must be taken into account:

Result of analysis = measurement value x dilution factor

### 8. Conversions

Units required	=	units given	x	conversion factor
mg/l NH <sub>4</sub> -N		mg/l NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		0.776
mg/l NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		mg/l NH <sub>4</sub> -N		1.29


### 9. Method control

To check test strips, test reagent, and handling: Dilute the ammonium standard solution with distilled water to 100 mg/l NH<sub>4</sub><sup>+</sup> and analyze as described in section 7.

### 10. Notes

- **Reclose** the reagent bottle and the tube containing the test strips **immediately after use.**
- Rinse the test vessel **with distilled water only.**

October 2009



# Nitrate Test

1.16971.0001  
1.16995.0001

NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

## 1. Method

Nitrate ions are reduced to nitrite ions by a reducing agent. In the presence of an acidic buffer, these nitrite ions react with an aromatic amine to form a diazonium salt, which in turn reacts with N-(1-naphthyl)-ethylene-diamine to form a red-violet azo dye that is determined reflectometrically.

## 2. Measuring range and number of determinations

Cat. No.	Measuring range <sup>1)</sup>	Number of determinations
116995	3 - 90 mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	50
	0.7 - 20.3 mg/l NO <sub>3</sub> -N	
116971	5 - 225 mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	50
	1.1 - 50.8 mg/l NO <sub>3</sub> -N	

<sup>1)</sup> for conversion factors see section 8

## 3. Applications

### Sample material:

Groundwater, wellwater, and drinking water  
 Spring water and mineral water  
 Industrial water, wastewater, percolating water  
 Aquarium water  
 Pressed plant and fruit juices  
 Food and animal fodder after appropriate sample pretreatment (**applications see the website**)  
 Soils and fertilizers after appropriate sample pretreatment (**applications see the website**)  
 This test is **only conditionally suited** for seawater (false-low readings).

## 4. Influence of foreign substances

This was checked - in the case of interfering ions up to concentrations of 1000 mg/l - in solutions with nitrate concentrations from the middle of the respective measuring range and with 0 mg/l NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. The concentrations of foreign substances given in the table lie below the limit at which the determination is interfered with.

Concentrations of foreign substances in mg/l or %			
Al <sup>3+</sup>	1000	Fe <sup>2+</sup>	10
Ascorbate	1000	Fe <sup>3+</sup>	10
BO <sub>3</sub> <sup>3-</sup>	1000	K <sup>+</sup>	1000
Ca <sup>2+</sup>	1000	Mg <sup>2+</sup>	1000
Citrate	1000	Mn <sup>2+</sup>	1000
Cl <sup>-</sup>	500	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0.5 <sup>1)</sup>
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	1000	Oxalate	1000
C <sup>6+</sup>	100	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	1000
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	10	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	10
Cu <sup>2+</sup>	1	Tartrate	1000
		EDTA	1000
		<b>Anionic surfactants</b> <sup>2)</sup>	<b>10</b>
		<b>Cationic surfactants</b> <sup>3)</sup>	<b>10</b>
		Nonionic surfactants <sup>4)</sup>	1000
		H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	10
		Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1 %

<sup>1)</sup> In cases in which the nitrite concentration is higher, eliminate nitrite ions acc. to section 6.

<sup>2)</sup> tested with Na-dodecyl sulfate

<sup>3)</sup> tested with N-cetylpyridinium chloride

<sup>4)</sup> tested with polyvinylpyrrolidone

## 5. Reagents and auxiliaries

The test strips are stable up to the date stated on the pack when stored closed at +2 to +8 °C.

### Package contents:

Tube containing 50 test strips  
 1 bar-code strip

### Other reagents:

Merckoquant<sup>®</sup> Nitrite Test, Cat. No. 110007, measuring range 2 - 80 mg/l NO<sub>2</sub><sup>-</sup>  
 Amidosulfuric acid GR for analysis, Cat. No. 100103  
 Merckoquant<sup>®</sup> Nitrate Test, Cat. No. 110020, measuring range 10 - 500 mg/l NO<sub>3</sub><sup>-</sup>  
 Universal indicator strips pH 0 - 14, Cat. No. 109535  
 Sodium acetate anhydrous GR for analysis, Cat. No. 106268  
 L(+)-Tartaric acid GR for analysis, Cat. No. 100804  
 Nitrate standard solution CertiPUR<sup>®</sup>, 1000 mg/l NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cat. No. 119811

## 6. Preparation

- Extract solid sample materials by an appropriate method (applications see the website).

- Check the nitrite content with the Merckoquant<sup>®</sup> Nitrite Test.

If necessary, eliminate interfering nitrite ions:

To 5 ml of sample (pH < 10) add 5 drops of a 10 % aqueous amidosulfuric acid solution and shake several times.

- Check the nitrate content with the Merckoquant<sup>®</sup> Nitrate Test.  
 Samples containing more than 90 mg/l NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (Cat. No. 116995) or 225 mg/l NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (Cat. No. 116971) must be diluted with distilled water.
- **The pH must be within the range 1 - 12.**  
 If the pH is lower than 1, buffer the sample with sodium acetate; if it is greater than 12, adjust to approx. 3 - 5 with tartaric acid.

## 7. Procedure

Observe the manual for the reflectometer.

The following applies to the Nitrate Test:

### Measurement procedure A

Stored reaction time: 60 sec

Press the START button of the reflectometer and - **this is imperative - at the same time immerse both reaction zones** of the test strip in the pretreated sample (15 - 30 °C) for 2 sec.

Carefully allow excess liquid to run off via the long edge of the strip onto an absorbent paper towel.

Approx. 10 sec before the end of the reaction time, insert the strip all the way into the strip adapter with the reaction zones facing the display.

After the end of the reaction time, read off the result from the display in mg/l NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.  
 The result is automatically stored.

### Notes on the measurement:

- If the measurement value exceeds the measuring range (HI is shown on the display), repeat the measurement using **fresh**, diluted samples until a value of less than 90 mg/l NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (Cat. No. 116995) or 225 mg/l NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (Cat. No. 116971) is obtained.

Concerning the result of the analysis, the dilution (see also section 6) must be taken into account:

Result of analysis = measurement value x dilution factor

- If the test strip is inserted into the adapter after the reaction time has expired, renewed depression of the START button may produce a false result.

## 8. Conversions

Units required	=	units given	x	conversion factor
mg/l NO <sub>3</sub> -N		mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		0.226
mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		mg/l NO <sub>3</sub> -N		4.43

## 9. Method control


To check test strips, measurement device, and handling:

Dilute the nitrate standard solution with distilled water to 30 mg/l NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (Cat. No. 116995) or 50 mg/l NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (Cat. No. 116971) and analyze as described in section 7.

## 10. Notes

- **Reclose the tube containing the test strips immediately after use.**
- At the end of each workday, cleanse the strip adapter thoroughly with distilled water or ethanol.

November 2009



# Nitrate Test

1.10020.0001  
 1.10020.0002  
NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

## 1. Method

Nitrate ions are reduced to nitrite ions by a reducing agent. In the presence of an acidic buffer, these nitrite ions react with an aromatic amine to form a diazonium salt, which in turn reacts with N-(1-naphthyl)-ethylene-diamine to form a red-violet azo dye. The nitrate concentration is measured **semiquantitatively** by visual comparison of the reaction zone of the test strip with the fields of a colour scale.

Each strip also features a second reaction zone (**alert zone**), the colour of which changes in the presence of nitrite ions.

## 2. Measuring range and number of determinations

Measuring range / colour-scale graduation <sup>1)</sup>	Number of determinations
10 - 25 - 50 - 100 - 250 - 500 mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	25 (Cat. No. 1.10020.0002) or
2.3 - 5.6 - 11 - 23 - 56 - 113 mg/l NO <sub>3</sub> -N	100 (Cat. No. 1.10020.0001)

<sup>1)</sup> for conversion factors see section 8

## 3. Applications

The determination can be performed not only in liquid samples, but also on moist surfaces of e.g. freshly cut fruit and vegetables (see section 7).

### Sample material:

Groundwater, wellwater, and drinking water  
 Spring water and mineral water  
 Industrial water, wastewater, percolating water  
 Aquarium water  
 Pressed plant and fruit juices  
 Food and animal fodder after appropriate sample pretreatment  
 Soils and fertilizers after appropriate sample pretreatment  
 This test is **only conditionally suited** for seawater (false-low readings).

## 4. Influence of foreign substances

This was checked in solutions with 50 and 0 mg/l NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. The concentrations of foreign substances given in the table lie below the limit at which the determination is interfered with.

Concentrations of foreign substances in mg/l			
Ag <sup>+</sup>	50	Fe <sup>3+</sup>	250
Al <sup>3+</sup>	1000	[Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sup>4-</sup>	100
Ba <sup>2+</sup>	1000	[Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sup>3-</sup>	100
Ca <sup>2+</sup>	1000	Hg <sup>+</sup>	50
Cl <sup>-</sup>	1000	Hg <sup>2+</sup>	100
CN <sup>-</sup>	1000	K <sup>+</sup>	1000
Co <sup>2+</sup>	1000	Mg <sup>2+</sup>	1000
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	20	Mn <sup>2+</sup>	1000
Cu <sup>2+</sup>	1000	MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	10
Fe <sup>2+</sup>	500	Ni <sup>2+</sup>	1000
		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0.5
		Pb <sup>2+</sup>	1000
		PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	1000
		S <sup>2-</sup>	25
		SCN <sup>-</sup>	100
		SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	500
		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1000
		S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	250
		Zn <sup>2+</sup>	1000

## 5. Reagents and auxiliaries

The test strips are stable up to the date stated on the pack when stored closed at +2 to +8 °C.

### Package contents:

Tube containing 25 test strips (Cat. No. 1.10020.0002) or containing 100 test strips (Cat. No. 1.10020.0001)

### Other reagents:

Universal indicator strips pH 0 - 14, Cat. No. 109535  
 Sodium acetate anhydrous GR for analysis, Cat. No. 106268  
 L(+)-Tartaric acid GR for analysis, Cat. No. 100804  
 Amidosulfuric acid GR for analysis, Cat. No. 100103  
 Nitrate standard solution CertiPUR®, 1000 mg/l NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cat. No. 119811

## 6. Preparation

- Extract solid sample materials by an appropriate method.
- Samples containing more than 500 mg/l NO<sub>3</sub><sup>-</sup> must be diluted with distilled water.
- **The pH must be within the range 1 - 12.**  
 If the pH is lower than 1, buffer the sample with sodium acetate; if it is greater than 12, adjust to approx. 3 - 5 with tartaric acid.

## 7. Procedure

Immerse **both reaction zones** of the test strip in the pre-treated sample (15 - 25 °C) for **1 sec.**

Shake off excess liquid from the strip and **after 1 min** determine with which colour field on the label the colour of the NO<sub>3</sub><sup>-</sup> reaction zone coincides most exactly. **If the NO<sub>2</sub><sup>-</sup> alert zone changes colour see "Notes on the measurement".**

Read off the corresponding result in mg/l NO<sub>3</sub><sup>-</sup> or, if necessary, estimate an intermediate value.

### Determination on vegetable surfaces:

Cut plant material (e.g. fruit, vegetables, potatoes) with a knife, lightly press the reaction zone of the test strip on the moist surface **for 1 - 10 sec**, and **after 1 min** compare with the colour scale.

### Notes on the measurement:

- The colour of the reaction zone may continue to change after the specified reaction time has elapsed. This must not be considered in the measurement.
- If necessary (discolouration of the alert zone), eliminate interfering nitrite ions:  
 To 5 ml of sample (pH < 10) add 5 drops of a 10 % aqueous amidosulfuric acid solution and shake several times.  
 Subsequently repeat the nitrate measurement.
- If the colour of the reaction zone is equal to or more intense than the darkest colour on the scale, repeat the measurement using **fresh**, diluted samples until a value of less than 500 mg/l NO<sub>3</sub><sup>-</sup> is obtained.  
 Concerning the result of the analysis, the dilution (see also section 6) must be taken into account:

Result of analysis = measurement value x dilution factor

- **It is recommended to treat the measurement results obtained on moist surfaces only as guideline values.**

## 8. Conversions

Units required	=	units given	x	conversion factor
mg/l NO <sub>3</sub> -N		mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		0.226
mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		mg/l NO <sub>3</sub> -N		4.43

## 9. Method control

To check test strips and handling:

Dilute the nitrate standard solution with distilled water to 250 mg/l NO<sub>3</sub><sup>-</sup> and analyze as described in section 7.

## 10. Note

**Reclose the tube containing the test strips immediately after use.**

## Liite 2. Pehtoorin katteen tuoteseloste

<b>TUOTESELOSTE</b>	22.4.2010																																																							
	Viljavuuspalvelu Oy:n tutkimusraportit	3.10.2008 no 281399015	ja 28.4.2009 291310062																																																					
<b>Tyyppinimi</b>	1D5/4 Kuituliete																																																							
<b>Kauppanimi</b>	<b>Pehtoorin Kate</b>																																																							
<b>Raaka-aineet</b>	Metsäteollisuuden kuituliete																																																							
<b>Pakkauskoko</b>	Irtotavara																																																							
<b>Tilavuuspaino</b>	620 kg/m <sup>3</sup>																																																							
<b>Pääravinteet</b>	<table border="0"> <tr> <td>Typpi (N)</td> <td>2000</td> <td>mg/kg ka</td> <td>0,600</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Vesiliukoinen typpi</td> <td>190</td> <td>mg/kg ka</td> <td>0,040</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Fosfori (P)</td> <td>140</td> <td>mg/kg ka</td> <td>0,030</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Vesiliukoinen (P)</td> <td>1</td> <td>mg/kg ka</td> <td>0,001</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Kalium (K)</td> <td>400</td> <td>mg/kg ka</td> <td>0,150</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Magnesium Mg</td> <td>1100</td> <td>mg/kg ka</td> <td>0,240</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Calsium Ca</td> <td>130000</td> <td>mg/kg ka</td> <td>29</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> </tr> </table>	Typpi (N)	2000	mg/kg ka	0,600	kg/m <sup>3</sup>	Vesiliukoinen typpi	190	mg/kg ka	0,040	kg/m <sup>3</sup>	Fosfori (P)	140	mg/kg ka	0,030	kg/m <sup>3</sup>	Vesiliukoinen (P)	1	mg/kg ka	0,001	kg/m <sup>3</sup>	Kalium (K)	400	mg/kg ka	0,150	kg/m <sup>3</sup>	Magnesium Mg	1100	mg/kg ka	0,240	kg/m <sup>3</sup>	Calsium Ca	130000	mg/kg ka	29	kg/m <sup>3</sup>																				
Typpi (N)	2000	mg/kg ka	0,600	kg/m <sup>3</sup>																																																				
Vesiliukoinen typpi	190	mg/kg ka	0,040	kg/m <sup>3</sup>																																																				
Fosfori (P)	140	mg/kg ka	0,030	kg/m <sup>3</sup>																																																				
Vesiliukoinen (P)	1	mg/kg ka	0,001	kg/m <sup>3</sup>																																																				
Kalium (K)	400	mg/kg ka	0,150	kg/m <sup>3</sup>																																																				
Magnesium Mg	1100	mg/kg ka	0,240	kg/m <sup>3</sup>																																																				
Calsium Ca	130000	mg/kg ka	29	kg/m <sup>3</sup>																																																				
<b>pH</b>	7,2																																																							
<b>Johtokyky</b>	29 mS/m																																																							
<b>Kosteus</b>	63 %																																																							
<b>Neutralointikyky</b>	12 %																																																							
<b>Orgaaninen aines (hehkutushäviö)</b>	60 %																																																							
<b>Haitalliset metallit</b>	Haitallisten metallien pitoisuudet alittavat maa- ja metsätalousministeriön asettamat enimmäisrajat. Tutkimusnumero 291310155																																																							
	<table border="0"> <tr> <td>Arseeni (As)</td> <td>&lt; 3,4</td> <td>mg/kg ka</td> </tr> <tr> <td>Elohopea (Hg)</td> <td>&lt;0,06</td> <td>mg/kg ka</td> </tr> <tr> <td>Kadmium (Cd)</td> <td>&lt;0,1</td> <td>mg/kg ka</td> </tr> <tr> <td>Kromi (Cr)</td> <td>12,00</td> <td>mg/kg ka</td> </tr> <tr> <td>Kupari (Cu)</td> <td>12,00</td> <td>mg/kg ka</td> </tr> <tr> <td>Lyijy (Pb)</td> <td>1,50</td> <td>mg/kg ka</td> </tr> <tr> <td>Nikkeli (Ni)</td> <td>&lt;10</td> <td>mg/kg ka</td> </tr> <tr> <td>Sinkki Zn)</td> <td>&lt;10</td> <td>mg/kg ka</td> </tr> </table>	Arseeni (As)	< 3,4	mg/kg ka	Elohopea (Hg)	<0,06	mg/kg ka	Kadmium (Cd)	<0,1	mg/kg ka	Kromi (Cr)	12,00	mg/kg ka	Kupari (Cu)	12,00	mg/kg ka	Lyijy (Pb)	1,50	mg/kg ka	Nikkeli (Ni)	<10	mg/kg ka	Sinkki Zn)	<10	mg/kg ka																															
Arseeni (As)	< 3,4	mg/kg ka																																																						
Elohopea (Hg)	<0,06	mg/kg ka																																																						
Kadmium (Cd)	<0,1	mg/kg ka																																																						
Kromi (Cr)	12,00	mg/kg ka																																																						
Kupari (Cu)	12,00	mg/kg ka																																																						
Lyijy (Pb)	1,50	mg/kg ka																																																						
Nikkeli (Ni)	<10	mg/kg ka																																																						
Sinkki Zn)	<10	mg/kg ka																																																						
<b>Mikrobiologinen laatu</b>	Tuote täyttää lannoitevalmisteille asetetut mikrobiologiset laatuvaatimukset																																																							
<b>Käyttötarkoitus</b>	Maanparannusaine ja katemateriaali kaikille kasveille Tuote ei sovellu sellaisenaan käytettäväksi kasvualustana Tuote on hyväksytty käytettäväksi luomuviljelyssä																																																							
<b>Käyttöohje</b>	Pehtoorin Kate soveltuu käytettäväksi kasvualustan pinnalla katteena 1-5 cm paksuisena kerroksena. Tuote voidaan sekoittaa myös muokkauskerrokseen. Sekoitettaessa tuotetta muokkauskerrokseen tuote sitoo tyyppiä ja sitä on lisättävä 0,4 - 0,6 kg kuitutonna kohti. Tuote soveltuu myös lanta- yms. I pattereiden suojaukseen																																																							
			<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Ravinne</th> <th rowspan="2">kg/t</th> <th colspan="4">Ravinteita kg/ha, kun Levitysmäärä (t/ha)</th> </tr> <tr> <th>5</th> <th>10</th> <th>20</th> <th>30</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kokonaistyyppi N</td> <td>0,70</td> <td>3,5</td> <td>7,0</td> <td>14,0</td> <td>21,0</td> </tr> <tr> <td>Vesiliukoinen N</td> <td>0,06</td> <td>0,3</td> <td>0,6</td> <td>1,2</td> <td>1,8</td> </tr> <tr> <td>Fosfori P</td> <td>0,05</td> <td>0,3</td> <td>0,5</td> <td>1,0</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>Vesiliukoinen P</td> <td>0,002</td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>Calsium Ca</td> <td>48,00</td> <td>240,0</td> <td>480,0</td> <td>960,0</td> <td>1440,0</td> </tr> <tr> <td>Magnesium Mg</td> <td>0,41</td> <td>2,1</td> <td>4,1</td> <td>8,2</td> <td>12,3</td> </tr> <tr> <td>Kalium K</td> <td>0,04</td> <td>0,2</td> <td>0,4</td> <td>0,8</td> <td>1,2</td> </tr> </tbody> </table>		Ravinne	kg/t	Ravinteita kg/ha, kun Levitysmäärä (t/ha)				5	10	20	30	Kokonaistyyppi N	0,70	3,5	7,0	14,0	21,0	Vesiliukoinen N	0,06	0,3	0,6	1,2	1,8	Fosfori P	0,05	0,3	0,5	1,0	1,5	Vesiliukoinen P	0,002	0,0	0,0	0,0	0,1	Calsium Ca	48,00	240,0	480,0	960,0	1440,0	Magnesium Mg	0,41	2,1	4,1	8,2	12,3	Kalium K	0,04	0,2	0,4	0,8	1,2
Ravinne	kg/t	Ravinteita kg/ha, kun Levitysmäärä (t/ha)																																																						
		5	10	20	30																																																			
Kokonaistyyppi N	0,70	3,5	7,0	14,0	21,0																																																			
Vesiliukoinen N	0,06	0,3	0,6	1,2	1,8																																																			
Fosfori P	0,05	0,3	0,5	1,0	1,5																																																			
Vesiliukoinen P	0,002	0,0	0,0	0,0	0,1																																																			
Calsium Ca	48,00	240,0	480,0	960,0	1440,0																																																			
Magnesium Mg	0,41	2,1	4,1	8,2	12,3																																																			
Kalium K	0,04	0,2	0,4	0,8	1,2																																																			
	Fosforista huomioidaan vesiliukoinen fosfori i.																																																							
<b>Alkuperämaa</b>	Suomi																																																							
<b>Valmistaja</b>	Humuspehtoori Oy FIC029-00871/2006NA																																																							
<b>Osoite</b>	Kantokyläntie 63 36600 Pälkäne																																																							



### Liite 3. Työohjeet

#### NH<sub>4</sub>-N määrittely kompostista Reflectoquant järjestelmällä

##### Työohje

**Huom. Kaikki määrittelyt tehdään aina aiemmin mittaamattomasta alinäytteestä. Jos siis määrittät samasta näytteestä nitraattityyppien, pipetoi molempiin oma alinäyte. Vastaavasti Mercoquant – ja Reflectoquant–liuskoille oma näyte (yht. 4 alinäytettä).**

##### Tarvikkeet:

- RQFlex –reflektometri (Merck)
- Reflectoquant – ammonium testiliuskoja, joiden mittausalue 0.2-7 mg/l NH<sub>4</sub>
- Reflectoquant – ammonium testiliuskoja, joiden mittausalue 20-180 mg/l NH<sub>4</sub>
- (- Reflectoquant – ammonium testiliuskoja, joiden mittausalue 5-20 mg/l NH<sub>4</sub>)
- Mercoquant – ammonium testiliuskoja 10-400 mg/l NH<sub>4</sub>
- Reagent NH<sub>4</sub>-1 (tulee liuskojen mukana)
- (- Reagent NH<sub>4</sub>-2 (vain 0.2-7 mg/l ja 5-20 mg/l liuskoille, tulee liuskojen mukana))
- seulasarja: 0.25 ja 0.073 mm seulat ja seulan pohja
- tyhjiöimuvälineistö:
  - lasipullo, johon voi liittää letkun
  - hanaan kiinnitettävä kaksihaarainen kumiletku
  - pala kumimattoa, jonka keskellä reikä
  - keraaminen suodatin
- pyöreiksi leikattuja kahvinsuodattimia (keraamiseen suodattimeen sopivia)
- pyöreiksi leikattuja lasimikrokuitusuodattimia (keraamiseen suodattimeen sopivia)
- käsipaperia
- pieni mittasylinteri
- automaattipipetti 1-5 ml
- pipetin kärkiä
- lämpömittari, jonka voi upottaa nesteeseen
- Divergan jauhetta (polyvinyylipyrrolidoni)
- (- tarvikkeet nitriitin poistoon:
  - 25 ml erlenmeyer tai dekka
  - 10 % aminosulfoonihiapon vesiliuos (5 g/50 ml)
  - magneettisekoittaja, jossa keittomahdollisuus
  - pasteur –pipetti)

##### Lietoksen tekeminen

##### Tuoreesta näytteestä:

1. punnitse 60 ml vastaava kasvualustanäyte (tee näitä vähintään 2/näyte, toisesta uutetaan tyyppi, toinen kuiva-ainemäärittelyä varten)
2. mittaa 300 ml tislattua huoneenlämpöistä vettä
3. laita näyte ja vesi n. 1 litran vetoiseen astiaan, sekoita pyöräyttämällä
4. tarkasta, ja tarvittaessa säädä, lietoksen lämpötila  $22 \pm 3$  °C
5. korkki tai folio päälle
6. laita ravistelijaan tunniksi (120 rpm)

7. tällä välin valmistelee suodatusjärjestelmä (seulasarja + tyhjiöimuvälineistö + suppilotelineteline, suppilo ja kahvinsuodatin) ja ota esille muut tarvikkeet (herkemmat ammoniumliuskat säilytetään kuitenkin kylmässä mahdollisimman pitkään)

**Pakastetusta näytteestä:**

8. ota valmiiksi mitattu ja punnittu 60 ml vastaava kasvualustanäyte pakastimesta ja laita vesihautteeseen (+40-45°C) n. 10 min
9. mittaa 300 ml tislattua huoneenlämpöistä vettä
10. laita näyte ja vesi n. 1 litran vetoiseen astiaan, sekoita pyöräyttämällä
11. tarkasta, ja tarvittaessa säädä, lietoksen lämpötila  $22 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$
12. korkki tai folio päälle
13. laita ravistelijaan tunniksi (120 rpm)
14. tällä välin valmistelee suodatusjärjestelmä (ks. kohta 7)

**Suodatus**

15. Ota näyteastia pois ravistelijasta.
16. Jaa näyte kahteen astiaan (sekoita vielä ennen jakoa).
17. Suodata toinen puoli ensin seulasarjan läpi, ota talteen seulan pohjalle jäänyt suodos. Älä suodata toista satsia, jätä se varanäytteeksi tai pH- ja johtolukumäärityseen.
18. Suodata suodos vielä kahvinsuodattimen läpi tyhjiömulla. Voit vaihtoehtoisesti käyttää lasimikrokuitusuodatinta, jos näyte suodos vaikuttaa kovin tummalle tai samealle. Ennen kuin alat suodattaa, kytke tyhjiöimu päälle hanasta ja kastele suodatinpaperi muutamalla tipalla näyteliuosta (imee suodattimen tiiviisti). Kaada tämän jälkeen näyteliuosta pienissä erissä suodattimelle. Älä kaada koko nestemäärää kerralla, sillä suodatinpaperin voi joutua vaihtamaan tukkeutumisen vuoksi.
19. Mittaa suodoksen lämpötila ja merkitse ylös. Mittaus voidaan tehdä 15-25°C näytteestä liuskoilla, joiden mittausalue on 20-180 mg/l ja 20-30°C näytteestä liuskoilla, joiden mittausalue on 0.2-7 mg/l tai 5-20 mg/l.
20. Katso suodoksen väri ja merkitse se ylös.

**NH<sub>4</sub>-pitoisuuden määrittäminen**

21. Sekoita suodos ja pipetoi riittävä määrä 5 ml alinäytteitä.
22. Kun näyte on valmis mitattavaksi, ota Mercoquant ja Reflectoquant ammoniumliuskat (sekä Mercoquant nitraattiliuskat) esille. Ota tarvittava määrä liuskoja pöydälle lämpiämään. Sulje liuskojen säilytyskotelo aina välittömästi, sillä ilmankosteus pilaa liuskat. Säilytä muut liuskat kylmiössä, lukuun ottamatta ammoniumliuskoja, joiden mittausalue on 20-180 mg/l. Säilytä reagenssit NH<sub>4</sub>-1 ja NH<sub>4</sub>-2 huoneen lämmössä.
23. Mittaa yhdestä alinäytteestä Mercoquant–ammoniumliuskalla suodoksen pitoisuusluokka (10-30-60-100-200-400). Jos pitoisuus vastaa ylintä tasoa (300-400 mg/l), laimenna näyte 3+7. Jos taas toiseksi ylintä tasoa (200-300 mg/l), laimenna 1+1. Laimennus tislattuun veteen (huoneenlämpöinen). Jos pitoisuusluokka on 30-100 mg/l, laimennosta ei tarvita. Mittaa ammoniumpitoisuus Reflectoquant liuskoilla, joiden mittausalue 20-180 mg/l.
24. Jos pitoisuus vastaa alinta tasoa (n. 10-20 mg/l), käytä Reflectoquant ammoniumliuskoja, joiden mittausalue on 7-20 mg/l tai laimenna näyte 3+7. Jos Mercoquant–liuskassa ei ole havaittavissa värireaktiota, käytä liuskoja, joiden mittausalue on 0.2-7 mg/l. Ennen mittausta on tällöin syytä mitata Mercoquant–nitraattiliuskalla näytteen nitriittitaso (0, +, ++). Harkitse kuinka moneen näytteeseen tämä testi pätee ja tee testi tarpeen mukaan eri näytteille. Jos nitriittitesti osoittaa 0, ammoniumpitoisuus-

den voi mitata suoraan Reflectoquant-liuskoilla. Jos taas nitriittiä on enemmän (+ tai ++), poista nitriitti kohdan 15 ohjeen mukaan.

25. Jos tarpeen, poista nitriitti **toisesta alinäytteestä** ensin 10 % aminosulfonihapolla (1 tippa/1 ml näytettä). Hapon lisäyksen jälkeen näyte tulee siirtää kuumennusta kestävään astiaan esim. lasiseen kuiva-ainekuppiin, älä laita metalliastiaan. Kiehauta keittolevyllä nopeasti ja nosta jäähtymään. Varmista jäähtyminen (20-30°C) ennen mittausta!
26. Määritä ammoniumpitoisuus **toisesta alinäytteestä** seuraavasti:
- Avaa reflektometri ja valitse siihen tallennettu ammoniumtesti (testi 732, 746 tai 778 näytteen arvioidun ammoniumpitoisuuden mukaan).
  - Lisää näytteeseen NH4-1 reagenssi (10 tippaa/5 ml näytettä), laita tulppa ja sekoita hyvin.
  - Jos käytät testejä 746 tai 778, lisää vielä reagenssi NH4-2 (1 reagenssipullossa oleva mikrolusikallinen). Laita tulppa ja sekoita kunnes jauhe on liennut kokonaan.
  - Paina kerran Start-painiketta, jolloin näyttöön tulee reaktioaika (vaihtelee liuskojen mittausalueen mukaan 15 s – 8 min!).
  - Poista tulppa näyteastiasta ja ota ammoniiumliuska käteen.
  - Paina samanaikaisesti Start- näppäintä toisen kerran ja upota testiliuska näytteeseen. **On tärkeää, että tämä tapahtuu samanaikaisesti!** Jos käytät testiä 732, kasto aika on 2 s. Testille 778, kasto aika on 4 min ja testille 746 8 min.
  - Kastoajan kuluttua umpeen, ota liuska pois näytteestä ja valuta ylimääräinen neste pois pitkää sivua pitkin, imeytä neste käsipaperiin. Tämä tulee tapahtua nopeasti, sillä reaktioaika on tässä vaiheessa jäljellä 10-13 s.
  - Laita liuska lukulaitteeseen välittömästi kuivauksen jälkeen. Reflektometri mittaa jäljellä olevaa aikaa.
  - Mittaus käynnistyy automaattisesti, kun reaktioaika on kulunut. Kun näet lukeman, paina välittömästi Start-näppäintä uudelleen. Ota ylös molemmat lukemat. Käytä ensimmäistä lukemaa, jos olet varma, että olet upottanut liuskan näytteeseen tismalleen samaan aikaan kun painoit Start-näppäintä. Jos myöhästyit 1-2 sekuntia, käytä tätä toista lukemaa.

#### Kuiva-aineen määrittäminen:

27. laita kuiva-ainemäärittäystä varten punnittu näyte kuivuriin +105°C 24h  
 28. laita kuiva näyte eksikaattoriin jäähtymään väh. 30 min  
 29. punnitse kuivapaino

30. Laske näytteen NH4-N pitoisuus seuraavasti:

$$\text{NH}_4\text{-N mg/l näytettä} = \text{NH}_4 \text{ mg/l uutetta} \times 0.776 \times (300\text{ml}/60\text{ml})$$

tai

$$\text{NH}_4\text{-N mg/kg k-a näytettä} = \text{NH}_4 \text{ mg/l uutetta} \times 0.776 \times (300\text{ml}/A)$$

jossa A = 60 ml näytteen kuivapaino, g

## Nitraattityypen määrittäminen kasvualueen näytteestä Reflectoquant-järjestelmällä

### Työohje

**Huom.** Kaikki määrittäykset tehdään aina aiemmin mitaamattomasta alinäytteestä. Jos siis määrittät samasta näytteestä ammoniumtyypen, pipetoi sekä molempiin oma alinäyte. Vastaavasti Mercoquant – ja Reflectoquant-liuskoille oma näyte (yht 4 alinäytettä).

### Tarvikkeet:

- RQFlex –reflektometri
- Reflectoquant –nitraattiliuskoja. joiden mitta-alue 5-225 mg/l NO<sub>3</sub>-
- Mercoquant –nitraattiliuskoja
- seulasarja: 0,25 ja 0,074 mm seulat ja seulan pohja
- tyhjiöimuvälineistö:
  - lasipullo, johon voi liittää letkun
  - hanaan kiinnitettävä kaksihaarainen kumiletku
  - pala kumimattoa, jonka keskellä reikä
  - keraaminen suodatin
- pyöreiksi leikattuja kahvinsuodattimia (keraamiseen suodattimeen sopivia)
- pyöreiksi leikattuja lasimikrokuitusuodattimia (keraamiseen suodattimeen sopivia)
- käsipaperia
- pieni mittasylinteri
- automaattipipetti 1-5 ml
- pipetin kärkiä
- lämpömittari, jonka voi upottaa nesteeseen
- tarvikkeet nitriitin poistoon:
  - 25 ml erlenmeyer tai dekka
  - 10 % aminosulfoonihapon vesiliuos (5 g/50 ml)
  - magneettisekoittaja, jossa keittomahdollisuus
  - pasteur -pipetti

### Lietoksen tekeminen

#### Tuoreesta näytteestä:

1. punnitse 60 ml vastaava kasvualueen näyte (tee näitä vähintään 2/näyte, toisesta uutetaan tyyppi, toinen kuiva-ainemäärittystä varten)
2. mittaa 300 ml tislattua huoneenlämpöistä vettä
3. laita näyte ja vesi n. 1 litran vetoiseen astiaan, sekoita pyöräyttämällä
4. tarkasta, ja tarvittaessa säädä, lietoksen lämpötila  $22 \pm 3$  °C
5. korkki tai folio päälle
6. laita ravistelijaan tunniksi (120 rpm)
7. tällä välin valmistelee suodatusjärjestelmä (seulasarja + tyhjiöimuvälineistö + suppilotelineteline, suppilo ja kahvinsuodatin) ja ota esille muut tarvikkeet (nitraattiliuskat säilytetään kuitenkin kylmässä mahdollisimman pitkään)

#### Pakastetusta näytteestä:

8. ota valmiiksi mitattu ja punnittu 60 ml vastaava kasvualueen näyte pakastimesta ja laita vesihautteeseen (+40-45°C) n. 10 min
9. mittaa 300 ml tislattua huoneenlämpöistä vettä

10. laita näyte ja vesi n. 1 litran vetoiseen astiaan, sekoita pyöräyttämällä
- 11. tarkasta, ja tarvittaessa säädä, lietoksen lämpötila  $22 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$**
12. korkki tai folio päälle
13. laita ravistelijaan tunniksi (120 rpm)
14. tällä välin valmistelee suodatusjärjestelmä (seulasarja + tyhjiöimuvälineistö + suppilotelineteline, suppilo ja kahvinsuodatin) ja ota esille muut tarvikkeet (nitraattiliuskat säilytetään kuitenkin kylmässä mahdollisimman pitkään)

### Suodatus

15. Ota näyteastia pois ravistelijasta.
16. Jaa näyte puoliksi kahteen astiaan (sekoita vielä ennen jakoa).
17. Suodata toinen puoli ensin seulasarjan läpi, ota talteen seulan pohjalle jäänyt suodos. Älä suodata toista satsia, jätä se varanäytteeksi tai pH- ja johtolukumäärityseen.
18. Suodata suodos vielä kahvinsuodattimen läpi tyhjiöimulla. Voit vaihtoehtoisesti käyttää lasimikrokuitusuodatinta, jos näyte suodos vaikuttaa kovin tummalle tai samealle. Ennen kuin alat suodattaa, kytke tyhjiöimu päälle hanasta ja kastele suodatinpaperi muutamalla tipalla näyteliuosta (imee suodattimen tiiviisti). Kaada tämän jälkeen näyteliuosta pienissä erissä suodattimelle. Älä kaada koko nestemäärää kerralla, sillä suodatinpaperin voi joutua vaihtamaan tukkeutumisen vuoksi.
19. Mittaa suodoksen lämpötila ja merkitse ylös. Mittaus voidaan tehdä  $15\text{-}25^\circ\text{C}$  näytteestä.
20. **Katso suodoksen väri ja merkitse se ylös.**

### NO<sub>3</sub>-pitoisuuden määrittäminen

21. **Sekoita suodos ja pipetoi riittävä määrä 5 ml alinäytteitä.**
22. Kun näyte on valmis mitattavaksi, ota Mercoquant ja Reflectoquant liuskat kylmiöstä. Ota tarvittava määrä liuskoja pöydälle lämpiämään. Sulje liuskojen säilytyskotelo aina välittömästi, sillä ilmankosteus pilaa liuskat. Säilytä kaikki nitraattiliuskat kylmiössä.
23. **Mittaa yhdestä alinäytteestä** Mercoquant–nitraattiliuskalla suodoksen nitraattipitoisuusluokka (10-25-50-100-250-500) ja katso nitriitti-indikaattoraidasta nitriittitaso (0, +, ++). Harkitse kuinka moneen näytteeseen tämä testi pätee ja tee testi tarpeen mukaan eri näytteille. Jos nitriittitesti osoittaa 0, nitraattipitoisuuden voi mitata Reflectoquant–systemillä. Jos nitriittiä on enemmän (+ tai ++), poista nitriitti kohdan 14 ohjeen mukaan. Jos nitraattiraidan väri vastaa kahta ylintä tasoa, laimenna näyte joko 1+1 tai 3+7. Laimennus tislattuun veteen (huoneenlämpöinen).
24. Jos tarpeen, poista nitriitti **toisesta alinäytteestä** ensin 10 % aminosulfonihapolla (1 tippa/1 ml näytettä). Hapon lisäyksen jälkeen näyte tulee siirtää kuumennusta kestäväseen astiaan esim. 25 ml erlenmeyeriin, **älä laita metalliastiaan. Folio kanneksi.** Kiehauta keittolevyllä nopeasti ja nosta jäähtymään. Varmista jäähtyminen ( $15\text{-}25^\circ\text{C}$ ) ennen mittausta!
25. Määritä nitraattipitoisuus **toisesta alinäytteestä** näytteestä seuraavasti:
  - a. Avaa reflektometri ja valitse siihen tallennettu nitraattitesti (testi nro. 733).
  - b. Paina kerran Start–painiketta, jolloin näyttöön tulee 60 (reaktioaika 60 s.).
  - c. Poista tulppa näyteastiasta ja ota nitraattiliuska käteen.
  - d. Paina samanaikaisesti Start- näppäintä toisen kerran ja upota testiliuska näytteeseen 2 sekunniksi. **On tärkeää, että tämä tapahtuu samanaikaisesti!**
  - e. Ota liuska pois näytteestä ja valuta ylimääräinen neste pois **pitkää sivua pitkin**, imeytäkää neste käsipaperiin.

- f. Laita liuska lukulaitteeseen, kun reaktioajasta on jäljellä 10-20 sekuntia, mutta viimeistään kun kuulet ensimmäisen piippauksen (aikaa mittaukseen on tällöin 5 s.). Reflektometri mittaa jäljellä olevaa aikaa.
- g. Mittaus käynnistyy automaattisesti, kun reaktioaika on kulunut. Kun näet lukeman, paina välittömästi Start-näppäintä uudelleen. Ota ylös molemmat lukemat. Käytä ensimmäistä lukemaa, jos olet varma, että olet upottanut liuskan näytteeseen tismalleen samaan aikaan kuin painot Start-näppäintä. Jos myöhästyit 1-2 sekuntia, käytä tätä toista lukemaa.

**Kuiva-aineen määrittäminen:**

- 26. laita kuiva-ainemäärittäystä varten punnittu näyte kuivuriin +105°C 24h
- 27. laita kuiva näyte eksikaattoriin jäähtymään väh. 30 min
- 28. punnitse kuivapaino
  
- 29. Laske näytteen NO<sub>3</sub>-N pitoisuus seuraavasti:

$\text{NO}_3\text{-N mg/l näytettä} = \text{NO}_3 \text{ mg/l uutetta} \times 0.226 \times (300\text{ml}/60\text{ml})$  tai  
 $\text{NO}_3\text{-N mg/kg k-a näytettä} = \text{NO}_3 \text{ mg/l uutetta} \times 0.226 \times (300\text{ml}/A)$ ,  
jossa A = 60 ml näytteen kuivapaino, g