



# Maatalousinfo

## Typpitaselaskuri

[Käyttöohjeet](#) (avataan uuteen välilehteen tai ikkunaan)

Typpitase

Keu

Perustiedot

Typpitase ja tulkinta

Tilatiedot

Perustietojen syöttäminen

Luonnonvara- ja  
biotalouden  
tutkimus 67/2020

## Typpitaselaskurin käyttöohje

Eila Turtola, Tapio Salo, Antti Miettinen, Lauri Jauhiainen,  
Janne Kaseva, Elise Ketoja, Elena Valkama, Pertti Savela,  
Sari Peltonen, Janne Heikkinen, Mika Isolahti, Ari Rajala,  
Virpi Alhainen ja Teemu J. Heinimäki

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 67/2020

# Typpitaselaskurin käyttöohje

Eila Turtola, Tapio Salo, Antti Miettinen, Lauri Jauhiainen, Janne Kaseva,  
Elise Ketoja, Elena Valkama, Pertti Savela, Sari Peltonen, Janne Heikkinen,  
Mika Isolahti, Ari Rajala, Virpi Alhainen ja Teemu J. Heinimäki

Luonnonvarakeskus, Helsinki 2020



Viittausohje:

Turtola, E., Salo, T., Miettinen, A., Jauhiainen, L., Kaseva, J., Ketoja, E., Valkama, E., Savela, P., Peltonen, S., Heikkinen, J., Isolahti, M., Rajala, A., Alhainen, V. & Heinimäki, T.J. 2020. Typpitaselaskurin käyttöohje. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 67/2020. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 37 s.

Eila Turtola, ORCID ID, <https://orcid.org/0000-0003-3923-785X>



ISBN 978-952-380-050-2 (Painettu)

ISBN 978-952-380-051-9 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkajulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-051-9>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Eila Turtola, Tapio Salo, Antti Miettinen, Lauri Jauhiainen, Janne Kaseva, Elise Ketoja, Elena Valkama, Pertti Savela, Sari Peltonen, Janne Heikkinen, Mika Isolahti, Ari Rajala, Virpi Alhainen ja Teemu J. Heinimäki

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2020

Julkaisuvuosi: 2020

Painopaikka ja julkaisumyynti: PunaMusta Oy, <http://luke.juvenesprint.fi>

## Tiivistelmä

Eila Turtola<sup>1</sup>, Tapio Salo<sup>1</sup>, Antti Miettinen<sup>1</sup>, Lauri Jauhiainen<sup>1</sup>, Janne Kaseva<sup>1</sup>, Elise Ketoja<sup>1</sup>, Elena Valkama<sup>1</sup>, Pertti Savela<sup>2</sup>, Sari Peltonen<sup>2</sup>, Janne Heikkinen<sup>3</sup>, Mika Isolahti<sup>4</sup>, Ari Rajala<sup>1</sup>, Virpi Alhainen<sup>1</sup>, Teemu J. Heinimäki<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus, <sup>2</sup>ProAgria Keskusten Liitto, <sup>3</sup>Viljelijälähtöiset vesiensuojelutoimenpiteet Keski-Uudellamaalla, <sup>4</sup>Boreal Kasvinjalostus Oy

Typpitaselaskuri on tarkoitettu työkaluksi, jolla viljelijät ja neuvojat voivat laskea ja tulkita peltolohkojen typpitaseita sekä soveltaa tietoa viljelyn kehittämiseksi ympäristöä ja taloudellista tulosta silmällä pitäen. Peltolohkon typpitase eli lannoitteissa annetun ja sadon mukana poistuneen typen erotus vaihtelee riippuen mm. viljelykasvista, typpilannoituksen määrästä, maaperän laadusta ja kasvukauden säästä. Korkeaan ja ympäristön kannalta haitallisen suureen typpitaseeseen voidaan päätyä sekä liian suuren typpilannoituksen että heikoksi jääneen satotason vuoksi. Tämän vuoksi on tärkeää ymmärtää, mitä erisuuret typpitaseet merkitsevät erityyppisissä olosuhteissa ympäristön tai viljelyn onnistumisen kannalta. Typpitaselaskuri kehitettiin, jotta typpitaseita voitaisiin vertailla aiempaa paremmin ja taseisiin sisältyvää informaatiota päästäisiin hyödyntämään peltoviljelyssä.

Typpitaselaskurilla saa laskettua peltolohkojen typpitaseet ja laskuri antaa niille tulkinnan. Laskuri toimii seuraavilla viljelykasveilla: kaura, ohra, kevätvehnä, syysvehnä, syysruis, tärkkelysperuna, sokerijuurikas, kevätrypsi ja säilörehunurmi. Typpitaseiden tulkintaan sisältyy 1) tieto siitä, miten suuri typpitase on suhteessa viiteryhmäänsä, ts. samanlaisissa oloissa samalla kasvilajilla toteutuneisiin taseisiin, 2) arvio taseen aiheuttamasta ympäristöriskistä ja 3) ehdotuksia typpitaseesta aiheutuvan ympäristöriskin pienentämiseksi. Toimenpide-ehdotukset on sovitettu kuhunkin tilanteeseen ja niissä on huomioitu sekä typpitaseesta aiheutuva ympäristöriski että vertailu viiteryhmään.

Typpitaselaskurin avulla voi myös suunnitella kevätiljoille (kaura, kevätvehnä, ohra) taloudellisesti optimaalista typpilannoitusta kivennäismailla. Laskuri huomioi optimoinnissa peltolohkon satotason ilman typpilannoitusta ja antaa siitä tarvittaessa arvion viljelijän syöttämien tietojen avulla. Viljelijä voi myös antaa laskuriin edeltävän viljelyn (esikasvi, lannan käyttö, typpitase) tuoman typpilisän, joka vaikuttaa peltolohkon typpilannoitustarpeeseen. Optimoinnissa huomioidaan pellon aikaisempi satotaso ja käytetty lannoitus, lasketaan taloudellisesti optimaalinen typpilannoitus ja sitä vastaava typpitase sekä ilmoitetaan sadon valkuaispitoisuus. Taloudellisesti optimaalisella typpilannoituksella peltolohkolla viljeltävälle kasville saadaan suurin mahdollinen hehtaarituohto eli kasvin myyntituottojen ja lannoituskustannusten erotus.

Laskurin toiminta ja sen tekemät tulkinnot perustuvat laajaan tietovarantoon suomalaisilla peltolohkoilla vuosina 1988–2018 toteutuneista typpitaseista, typpilannoituskokeissa havaittuihin typpilannoitusvasteisiin ja viljelijöiden pelloilta vuosina 2016–2019 mitattuihin lannoittamattomien alueiden satotasoihin. Laskuri on vapaasti käytettävissä Luonnonvarakeskuksen Maatalousinfo-verkkopalvelun kautta.

Asiasanat: Typpitase, liukoinen typpi, satotaso, satotaso ilman typpilannoitusta, viljavuus, pellon tuotokky, kevätilja, kaura, ohra, kevätvehnä, syysvehnä, ruis, rypsi, sokerijuurikas, tärkkelysperuna, säilörehunurmi, typpilannoitus, taloudellinen optimi, ympäristöriski

# Sisällys

<b>1. Typpitaselaskurin toiminta .....</b>	<b>5</b>
1.1. Laskurin käyttötarkoitus .....	6
1.2. Laskuriin tarvittavat tiedot.....	6
<b>2. Typpitaselaskurin käyttö ja tulokset vaiheittain.....</b>	<b>7</b>
2.1. Typpitase.....	7
2.1.1. Perustiedot.....	7
2.1.2. Typpitase ja tulkinta .....	8
2.2. Kevätviljojen typpilannoitus .....	10
2.2.1. Tilatiedot .....	10
2.2.2. Lohkokohtaiset tiedot .....	12
2.2.3. Arvio taloudellisesta optimista.....	14
<b>Viitteet.....</b>	<b>18</b>
<b>Liite 1 .....</b>	<b>19</b>
<b>Liite 2 .....</b>	<b>23</b>
<b>Liite 3 .....</b>	<b>24</b>
<b>Liite 4 .....</b>	<b>31</b>
<b>Liite 5 .....</b>	<b>34</b>
<b>Liite 6 .....</b>	<b>36</b>

# 1. Typpitaselaskurin toiminta

Typpitaselaskuri laskee peltolohkojen typpitaseet yleisimmille viljelykasveille (kaura, ohra, kevätvehnä, syysvehnä, syysruis, tärkkelysperuna, sokerijuurikas, kevätrypsi, säilörehunurmi) ja antaa taseille tulkinnan. Tase lasketaan lannoitteissa annetun liukoisen typen ja sadon mukana poistuneen typen erotuksena. Typpitaselaskuria käytetään Luonnonvarakeskuksen (Luke) Maatalousinfon kautta osoitteessa <https://maatalousinfo.luke.fi/fi/laskurit/nitrogenbalance> (kuvat 1 ja 2).

Typpitasetta tulkitaan suhteessa viiteryhmäänsä, ts. samanlaisissa oloissa samalla kasvilajilla toteutuneisiin taseisiin (tarkempi kuvaus liitteessä 1), ja lisäksi suhteessa mahdollisesti aiheutuvaan ympäristöriskiin. Laskuri antaa myös toimenpide-ehdotuksia suuresta typpitaseesta aiheutuvan ympäristöriskin pienentämiseksi. Taseiden tulkinta perustuu tietovarantoon peltolohkojen toteutuneista typpitaseista vuosina 1988–2018 (tarkemmin liitteessä 2).

Tulevaa kasvukautta varten laskurilla voi arvioida taloudellisesti optimaalista typpilannoitusta kevätiljoille (kaura, kevätvehnä, ohra) kivennäismailla. Taloudellisesti optimaalisella typpilannoituksella peltolohkolla viljeltävälle kasville saadaan suurin mahdollinen hehtaarituohto eli kasvin myyntituottojen ja lannoituskustannusten erotus. Laskuri huomioi mineraalilannoitteiden lisäksi nautan ja sian lietalannan mahdollisen käytön, lannoituksen kustannukset ja viljojen tuottajahinnat (liite 3). Optimoinnissa hyödynnetään aikaisemmin julkaistuja typpilannoitusaineistoja (Valkama ym. 2013a, b) ja Luken ja Boreal Kasvinjalostus Oy:n tekemien uudempien kokeiden tuloksia (liite 4). Laskuri huomioi myös peltolohkolla edeltävinä vuosina toteutuneen satotason ja ilmoittaa optimilannoituksella saadun sadon valkuaispitoisuuden (liite 5). Optimilannoitukseen vaikuttaa myös peltolohkon tuottokyky ilman lannoitusta. Ilman typpilannoitusta saatavan sadon suuruus voidaan arvioida laskurin avulla (liite 6).

Kuva 1. Typpitaselaskurin aloitussivu.

**Typpitaselaskuri**  
Käyttöohjeet (avataan uuteen välilehteen tai ikkunaan)

Typpitase **1** Kevätviljojen typpilannoitus **1**

Perustiedot Typpitase ja tulkinta Tilatiedot Lohkokohtaiset tiedot Arvio taloudellisesta optimis-  
ta

**Perustietojen syöttäminen** **1**

Kunta \*  
Akaa

Vuosi \*  
2019 **1**

Käytettiinkö joillakin peltolohkoilla tarkasteluvuonna kotieläinlaintaa? \*  
Ei Kyllä

Tarkasteltavien peltolohkojen tiedot:

Käytetty typpilannoitus (kg/ha) <b>1</b>								
Välitse lohko	Lohkon nimi	Maalaji *	Kasvi *	Satolaso vuonna 2019 (kg/ha) *	Sadon kosteus (%) <b>1</b>	Sadon valkuaispitoisuus kuiva-aineesta (%)	Vakilannoitetyppi *	Lannan liukoinen typpi *
<input type="checkbox"/>	Rinnepelto	hiesu	oira	4500	14,0	12,6	30	70

Poista valitut lohkot

Lisää 1 peltolohko **1** lisää

Seuraava >

**Kuva 2.** Laskurissa siirrytään seuraavalle sivulle vaihenuolen avulla tai sivun alareunan kohdasta 'Seuraava'.

## 1.1. Laskurin käyttötarkoitus

Typpitaselaskuri on työkalu peltolohkojen typpitaseiden laskemiseksi ja tulosten hyödyntämiseksi viljelysuunnittelussa. Työkalu avustaa myös kevätiljojen typpilannoitusmäärän optimoinnissa kivennäismailla. Laskuria käyttämällä voi selvittää, onko kyseisellä peltolohkolla tarpeen parantaa typpitaloutta ja minkätyyppiset toimet olisivat suositeltavia tuotannon kestäväksi tehostamiseksi.

Laskuri yhdistää viljelijän antamat tiedot tutkimuksen ja neuvonnan keräämiin tietovarantoihin. Paikalliset olosuhteet voivat kuitenkin poiketa laskurin antamasta arviosta. Kevätviljojen typpilannoitusmäärän optimoinnissa ei huomioida viljojen tuottajahintoihin ja viljasatoihin liittyvää epävarmuutta. Näin ollen toteutunut myyntituotto ja kasvinviljelystä saatava hehtaarituohto voivat olla erisuuruisia kuin laskurin ennustamat tuotot. Tästä syystä työkalu sopii ainoastaan taloudellisen optimilannoituksen suuntaa antavaan suunnitteluun.

## 1.2. Laskuriin tarvittavat tiedot

Typpitaselaskuri kysyy käyttäjältä peltolohkokohtaisia tietoja maan ominaisuuksista, viljelykasvista, lannoituksesta ja satotasosta. Edeltävien vuosien viljelykirjanpito ja uusimmat viljavuustutkimuksen tulokset on hyvä ottaa esiin aloitettaessa työkalun käyttö.

Laskurissa on valmiina tietoja mm. viljelykasvien satojen valkuaispitoisuuksista, lannoitukseen liittyvistä kustannuksista ja lannan ravinnepitoisuuksista. Näitä tietoja voi hyödyntää tai antaa omaa tilanetta vastaavat tiedot laskelmien pohjaksi.

## 2. Typpitaselaskurin käyttö ja tulokset vaiheittain

Laskurin käyttö aloitetaan typpitaseen laskennasta ja edetään vaihe kerrallaan tekemällä tilanteeseen sopivat valinnat ja syöttämällä kysytyjä tietoja. Tähdellä merkityt kohdat ovat välttämättömiä tietoja. Laskurissa olevista infopalloista saa lisätietoja.

Typpitaseita lasketaan aikaisemmilta kasvukausilta. Yhtä kasvukautta kohden taseita voidaan tarkastella useilla käyttäjän määrittämällä peltolohkoilla.

Peltolohkojen typpitaseiden tarkastelun jälkeen laskurilla voi arvioida taloudellisesti optimaalista typpilannoitusta kevätiljoille kivennäismaalohkoilla, joille on laskettu typpitaseet. Optimaalista typpilannoitusta tarkastellaan yhdellä peltolohkolla kerrallaan tulevaa kasvukautta ajatellen.

### 2.1. Typpitase

Laskurin ensimmäisessä vaiheessa lasketaan peltojen typpitaseet annetun **liukoisen typen** ja sadon mukana korjatun typen erotuksena. Typpitase voidaan laskea tarkasteluvuonna seuraaville viljelykasveille: kaura, ohra, kevätvehnä, syysvehnä, syysruis, tärkkelysperuna, sokerijuurikas, kevätrypsi ja säilörehunurmi. Typpitaseen arvo voi olla myös negatiivinen.

Typpitaselaskuri laskee typpitaseen ja antaa sille tulkinnan peltolohkokohtaisesti. Typpitaseita kannattaa laskea usealta menneeltä vuodelta, jotta peltolohkon käyttäytyminen tulee esiin. Voit laskea ja saada tulkinnan typpitaseelle myös osalle peltolohkoa antamalla laskurin kysymät tiedot vain tarkasteltavalle peltolohkon osalle.

#### 2.1.1. Perustiedot

Aloita laskurin käyttö syöttämällä perustiedot: kunta (peltolohkon sijaintikunta), vuosi (tarkasteluvuosi, jolle typpitase lasketaan) ja tieto lannan käytöstä (käytettiinkö lantaa joillakin niistä peltolohkoista, joille aiot typpitaseen laskea) (kuva 3).

Siirry tämän jälkeen antamaan tarkasteltavien peltolohkojen tiedot. Syötä peltolohkon nimi, valitse maalaji ja viljelykasvi valikoista, ja syötä toteutunut sato. Mitä tarkempi satotieto<sup>1</sup> on käytettävissä, sitä tarkemman tuloksen saat typpitaseelle.

Anna lukuarvot niissä yksiköissä, jotka näkyvät sarakkeen otsikkorivillä. Muuta tarvittaessa laskurin oletuksena antamia sadon kosteuden ja valkuaispitoisuuden lukuarvoja. Huomioi erityisesti, että kosteuspitoisuuden oletusarvo säilörehunurmelle on laskurissa 75 %.

Syötä väkilannoitteessa ja lannassa annetun liukoisen typen määrät. Jos peltolohkolle ei levitetty kyseistä lannoitelajia, anna levitysmääräksi nolla.

Voit lisätä lohkojen määrää sivun alareunasta kohdasta 'Lisää X peltolohkoa tästä'. Voit myös poistaa laskurista lohkoja valitsemalla poistettavat lohkot ja painamalla 'Poista valitut lohkot' (kuva 3).

---

<sup>1</sup> Jos satomäärä on arvio, tästä aiheutuvan epävarmuuden vaikutusta typpitaseeseen voi tarkastella antamalla laskuriin erisuuruisia satoarvioita.



Kun olet täyttänyt kaikki tarvittavat lohkon/lohkojen tiedot, siirry seuraavaan vaiheeseen sivun alareunan kohdasta 'Seuraava' tai vaihtoehtoisesti ylhäältä vaihenuolesta 'Typpitase ja tulkinta' (kuva 2).

Perustietojen syöttäminen

Kunta \*  
Akaa

Vuosi \*  
2019

Käytettiin jollakin peltolohkoilla tarkasteluvuonna kotieläinlantaa? \*  
Ei Kyllä

Tarkasteltavien peltolohkojen tiedot:

Valitse lohko	Lohkon nimi	Maalaji *	Kasvi *	Satotaso vuonna 2019 (kg/ha) *	Sadon kosteus (%)	Sadon valkuaispitoisuus kuiva-aineesta (%)	Väkilannoitetyppi *	Lannan liukoinen typpi *
<input type="checkbox"/>	Rinnepelto	hiesu	ohra	4500	14,0	12,6	30	70
<input type="checkbox"/>	Notkoppelto	multa	kaura	5000	14,0	13,0	0	70
<input type="checkbox"/>	Päistepelto	savi	säilörehunurmi	20000	75,0	16,0	80	70

Poista valitut lohkot Lisää 0 peltolohkoa tästä

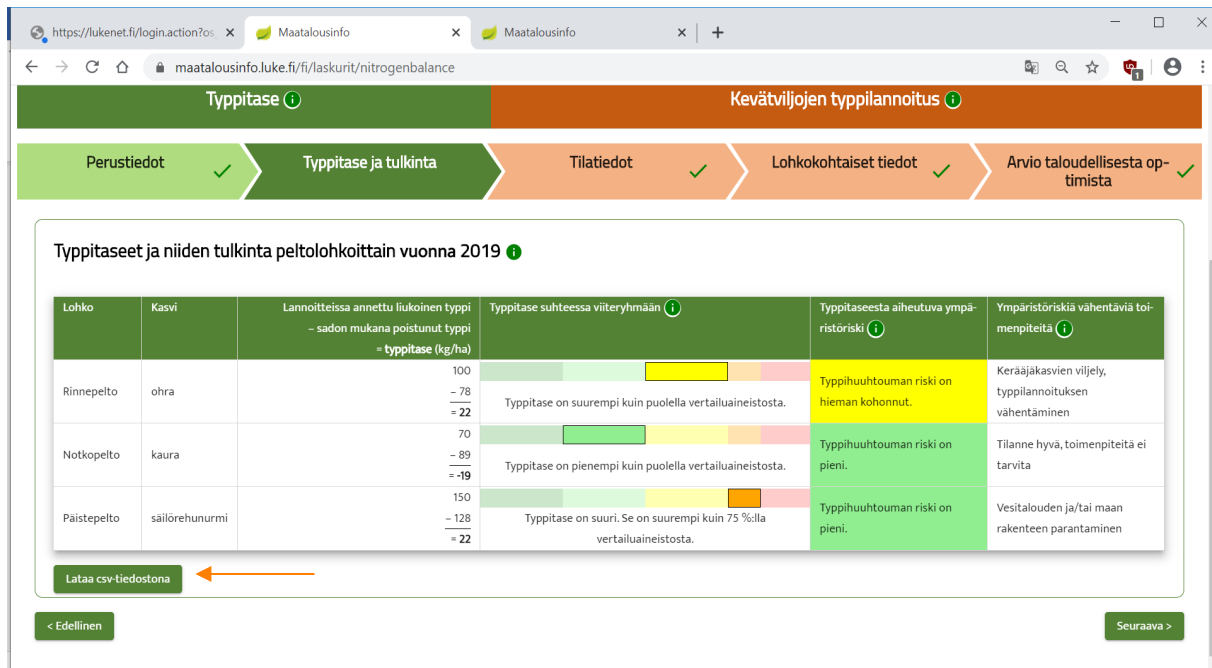
**Kuva 3.** Perustietojen antaminen typpitaseiden laskemista ja tulkintaa varten. Peltolohkojen poistaminen ja lisääminen on osoitettu nuolilla.

## 2.1.2. Typpitase ja tulkinta

Tältä sivulta näet tarkasteltavien peltolohkojen typpitaseiden lukuarvot, taseiden suuruudet suhteessa viiteryhmiinsä, arviot ympäristöriskeistä sekä laskurin ehdotukset toimista mahdollisten ympäristöriskeiden pienentämiseksi (kuva 4).

Peltolohkojen typpitaselaskelmat näkyvät kolmannessa sarakkeessa. Laskelmassa ylimpänä on lannoitteissa annettu liukoisien typen määrä ja tämän alapuolella viljelykasvin sadossa pelloilta poistunut typen määrä. Näiden erotuksena saadaan peltolohkokohtainen typpitase.

Seuraavassa sarakkeessa näkyy lohkon typpitaseen suuruus suhteessa viiteryhmään. Korostettu osa väripalkista osoittaa, mille alueelle peltolohkon typpitase asettuu verrattuna muihin samankaltaisissa oloissa toteutuneisiin typpitaseisiin. Pieni typpitase sijoittuu palkin vasempaan reunaan, keskimääräinen tase asettuu keskialueelle ja hyvin suuri tase palkin oikeaan reunaan. Pieni tase syntyy, kun annettuun typpimäärään nähden sadon mukana poistuva typpimäärä on suuri. Pellon typpitaseen sijainti viiteryhmään nähden riippuu paitsi sen lukuarvosta (kg/ha) myös viiteryhmästä, joka on erilainen riippuen viljelykasvista, maalajista, lannan käytöstä, maantieteellisestä alueesta ja kasvukauden sääoloista. Esimerkiksi kauran typpitaseet ovat tyypillisesti hieman pienempiä kuin ohran ja selvästi pienempiä kuin kevävehnän, mutta suurempia kuin säilörehunurmen typpitaseet. Eloperäisillä mailla taseet ovat pienempiä kuin kivennäismailla. Laskurin avulla pystyt vertailemaan omaa tulostasi oikeaan viiteryhmään.



**Kuva 4.** Peltolohkojen typpitaseet, niiden tulkinta viiteryhmään ja ympäristöriskiiin nähden ja ympäristöriskiä vähentävät toimenpide-ehdotukset. Tietojen lataaminen csv-tiedostona myöhempää käyttöä varten on osoitettu nuolella.

Seuraavaksi typpitasetta arvioidaan suhteessa ympäristöriskiiin puhtaasti sen lukuarvon perusteella (liite 1). Ympäristöriskiiin arvioinnissa huomioidaan ennen kaikkea typen huuhtoutumisen riski, mutta myös kasvihuonekaasu dityppioksidin päästöjen riski todennäköisesti lisääntyy typpitaseen kasvaessa. Jos laskurin antama arvio ympäristöriskiiistä on 'pieni', typpihuuhtouman riski peltolohkolta on pieni, eikä lohkolta todennäköisesti aiheudu lisääntynttä huuhtoumaa vesistöihin. Jos riski on 'hieman kohonnut', peltolohkolta voi aiheutua lisähuuhtoumaa esimerkiksi runsaiden sateiden seurauksena. 'Selvästi kohonnut' riski puolestaan tarkoittaa, että typpihuuhtoumat todennäköisesti kasvavat pellolle käyttämättä jääneen lannoitetyypen vuoksi.

Kuvan 4 esimerkissä ympäristöriski on hieman kohonnut vain Rinnepellon ohralla, koska typpitase ylittää 20 kg/ha kivennäismaalla. Sen sijaan Päistepellon nurmella samansuuruinen typpitase ei aiheuta kohonnutta ympäristöriskiä, sillä kivennäismaalla viljeltävälle nurmelle riskiraja on 50 kg/ha (liitteen 1 taulukko L1.1).

Viimeisessä sarakkeessa on ehdotuksia toimenpiteiksi typpitaseesta aiheutuvien ympäristöriskiiin vähentämiseksi (kuva 4). Ehdotukset perustuvat sekä peltolohkon typpitaseen lukuarvoon (ympäristöriskiiin) että viiteryhmään nähden toteutuneisiin typpitaseeseen ja satotasoon. Toimenpide-ehdotusten perusteet on selostettu tarkemmin liitteessä 1.

Kuvan 4 esimerkkitapauksessa Päistepellon typpitase (22 kg/ha) ei aiheuta kohonnutta ympäristöriskiä, koska kysymyksessä on nurmi. Sen sijaan satotaso on jäänyt alhaiseksi viiteryhmään nähden ja laskurin toimenpide-ehdotus kohdistuu pellon perusparannuksiin. Rinnepellolla samansuuruinen typpitase aiheuttaa hieman kohonneen ympäristöriskiiin, koska viljelykasvina on ohra. Tämä yhdessä viiteryhmään nähden suurehkon typpitaseen kanssa tuottaa toimenpide-ehdotukseksi viljellä kerääjäkasveja typpitaseesta aiheutuvan huuhtoumariskiiin torjumiseksi ja myös ehdotuksen tarkistaa typpilannoitusmäärää. Notkopellon multamaalla laskuri arvioi puolestaan kauran tilanteen hyväksi eikä toimenpiteitä tarvita.

Laskurin toimenpide-ehdotukset kivennäismailla viljeltäville kevätiljoille ovat liitteen 1 taulukossa L1.2. Muiden kasvien toimenpiteet on laskurissa sovellettu niiden viljelylle tyypillisiin mahdollisuuksiin pienentää korkeisiin typpitaseisiin liittyviä ympäristöriskejä. Toimenpide-ehdotukset on myös sovellettu erikseen kivennäismaille ja eloperäisille maille. Ehdotukset ovat yleisluontoisia ja suuntaa antavia. Tapauskohtaisesti myös muut kuin laskurin ehdottamat toimenpiteet voivat olla vaikuttavia ja soveltua peltolohkon tilanteeseen.

Myöhempää käyttöä varten lohkojen typpitaseiden tarkastelun voi ladata omalle tietokoneelle csv-tiedostona. Tiedot eivät tallennu laskuriin poistuessasi sieltä.

Typpitaseiden tarkastelun jälkeen voit siirtyä suunnittelemaan kevätiljojen typpilannoitusta käsillä olevilla kivennäismaiden peltolohkoilla sivun oikeasta alareunasta kohdasta 'Seuraava' tai vaihtoehtoisesti vaihenuolesta 'Tilatiedot'. Jos haluat tarkastella kevätiljojen typpilannoitusta sellaisella peltolohkolla, jolle ei vielä ole annettu perustietoja, palaa kohtaan 'Perustiedot' joko 'Edellinen'-painikkeilla tai laskurin yläosan vaihenuolien kautta ja syötä lohko-kohtaiset perustiedot.

## 2.2. Kevätiljojen typpilannoitus

Typpitaselaskurin toisessa osassa suunnitellaan kevätiljojen typpilannoitusta. Taloudellisesti optimaalinen typpilannoitus voidaan ratkaista kivennäismaalohkoilla viljeltäville kevätiljoille (kaura, kevätheinä, ohra).

Optimoinnissa otetaan huomioon viljan tuottajahinta, kotieläinlannan käyttö ja lannoituskustannukset sekä tavanomaista suuremman liukoisen typen määrä peltolohkolla ennen kasvukauden alkua, peltolohkolta ilman typpilannoitusta saatava sato, viljeltävän lajikkeen aikaisuus sekä peltolohkolta aiemmin samantyyppisellä lajikkeella tyypillisesti saatu sato ja tuolloin käytetty typpilannoitus. Laskuri kysyy myös sitoutumista maatalouden ympäristökorvausjärjestelmään, koska lannoitusrajoitteet ovat erilaisia ympäristösitoumuksen tehneille ja ympäristökorvausjärjestelmään kuulumattomille viljelijöille.

### 2.2.1. Tilatiedot

Aloita typpilannoituksen suunnittelu tilatiedoista (kuva 5). Arvioi viljelemiesi kevätiljojen tuottajahinnat ja valitse lannoitteet, joita aiot käyttää vastaamalla 'kyllä' tai 'ei' annetuille lannoitusvaihtoehdoille (naudan lietelanta, sian lietelanta, mineraalilannoite). Voit valita yhden, kaksi tai kolme annetuista lannoitusvaihtoehdoista. Tee valinta (kyllä/ei) jokaisen vaihtoehdon kohdalla.

Jos suunnittelet käyttäväsi lantaa, sivulle avautuu rivi, jossa näkyvät lannan siirtoajon ja levityksen kustannukset ja lannan ravinnepitoisuudet (kuva 5)<sup>2</sup>. Voit muuttaa arvoja vastaamaan omaa tilannettasi. Laskurissa lannan käytön oletuksena on kevätleivitys kylvön yhteydessä, ja lannan tyypestä huomioidaan vain liukoinen tyyppi, jonka lannoitusvaikutus on laskurissa sama kuin mineraalilannoitteen tyypellä.

---

<sup>2</sup> Oletusarvo lannan kuljetuskustannukselle on 0,41 €/m<sup>3</sup>/km ja lietelannan levityskustannukselle 2,80 €/m<sup>3</sup> (Palva 2019). Oletusarvot lannan ravinnepitoisuuksille ovat ns. nitraattiasetuksen liitteessä 2 mainittuja taulukkoarvoja (Valtioneuvoston asetus (1250/2014), joiden mukaan yhdessä kuutiometrissä naudan lietelantaa on liukoista typpeä 1,7 kg ja naudan lietelannan kokonaistyyppipitoisuus on 2,9 kg/m<sup>3</sup> ja kokonaisfosforipitoisuus 0,5 kg/m<sup>3</sup>. Sian lietelannalle vastaavat oletusarvot ovat: liukoisen typen pitoisuus 2,2 kg/m<sup>3</sup>, kokonaistyyppipitoisuus 3,4 kg/m<sup>3</sup> ja kokonaisfosforipitoisuus 0,8 kg/m<sup>3</sup>.

**Typpitase** **Kevätviljojen typpilannoitus**

Perustiedot **Typpitase ja tulkinta** **Tilätiedot** Lohkokohtaiset tiedot Arvio taloudellisesta optimista

**Yleiset (tilakohtaiset) tiedot kevätilviljojen typpilannoituksen suunnittelua varten**

Määrittele tuottajahinnat tarkasteltaville kevätilviljoille.

Kasvi	Tuottajahinta (€/t)
Kaura	150,00
Kevätvehnä	140,00
Ohra	120,00

**Käytettävät lannoitteet**

Tullaanko lannoituksessa käyttämään naudan lietelantaa? \*

Ei  Kyllä

Tullaanko lannoituksessa käyttämään siian lietelantaa? \*

Ei  Kyllä

Määrittele/tarkista käytettäväksi valituille lietelantatyypeille levitykseen tarvittavan siirtoajon ja itse levityksen kustannukset sekä pitoisuudet liukoiselle typelle, kokonaistypelle ja kokonaisfosforille.

Lantatyyppi	Kuljetuskustannus (€/m <sup>3</sup> /km)	Levityskustannus (€/m <sup>3</sup> )	Liukoista typpeä (kg/m <sup>3</sup> )	Kokonaistyyppipitoisuus (kg/m <sup>3</sup> )	Kokonaisfosforipitoisuus (kg/m <sup>3</sup> )
Naudan lietelanta	0,41	2,80	1,7	2,9	0,5

Tullaanko lannoituksessa käyttämään mineraalilannoitteita? \*

Ei  Kyllä

Määrittele/tarkista mineraalilannoitteilla suoritettujen lannoitustyön kustannusten laskemiseen käytettävät arvot.

Tuntihinta (€/h)	Lannoitustyön työmenekki (h/ha)
25,00	0,5

Lannoitetoimittaja \*

Belor Agro Oy

Hankinta-aika \*

lokakuu 2019

Määrittele/tarkista typen hinta.

Nimi	Typen hinta (€/kg)
Belor Agro Oy	0,95

Oletko sitoutunut maatalouden ympäristökorvausjärjestelmään? \*

En  Kyllä

< Edellinen Seuraava >

**Kuva 5.** Tilätiedot typpilannoituksen suunnittelua varten. Valittuun lantatyyppiin liittyvien tietojen antaminen on osoitettu nuolella.

Jos valitset mineraalilannoitteen, sivulle avautuu rivi, jolle voit syöttää lannoitustyön kustannukset. Laskurissa näkyvät oletusarvot ovat työn tuntihinnalle 25 €/h ja lannoitustyön työmenekille<sup>3</sup> 0,5 h/ha. Laskuri avustaa lannoitetyypin hinnan arvioinnissa kysymällä lannoitetoimittajaa ja lannoitteen hankinta-aikaa, joiden perusteella se arvioi lannoitetyppikilon hankintahinnan<sup>4</sup>. Voit halutessasi muuttaa tätä hintaa. Jos valitset vaihtoehdoksi 'Muu toimittaja', laskuri ei kysy hankinta-aikaa eikä laske hinta-arviota, mutta tiedossa olevan liukoisen typen kilohinnan voi tällöin syöttää laskuriin suoraan.

<sup>3</sup> Laskuri olettaa, että työmenekki on kaksinkertainen, jos lohkolle levitettävä liukoisen typen määrä ylittää 150 kg/ha vuodessa. Nitraattiasetuksen mukaan määrä on tällöin jaettava vähintään kahteen erään, joiden levittämisen välisen ajan on oltava vähintään kaksi viikkoa.

<sup>4</sup> Laskuri ratkaisee typen kilohinnan laskurin tietokantaan tallennettujen NPK-lannoitteiden hankintahintojen ja yhdistelmälannoitteiden sisältämien ravinnemäärien perusteella.

Anna lopuksi tieto sitoutumisesta maatalouden ympäristökorvausjärjestelmään. Kun kaikki valinnat on tehty, siirry seuraavalle sivulle lohko-kohtaisiin tietoihin.

## 2.2.2. Lohkokohtaiset tiedot

Jatka typpilannoituksen suunnittelua kevätiljoille valitsemalla ensin lohko (kuva 6, ylhäällä) ja antamalla tälle peltolohkolle lohko-kohtaisia lisätietoja (kuva 6, alhaalla). Voit valita tarkasteltavan lohkon edellä typpitaseiden laskennassa olleista kivennäismaalohkoista.

Valitse ensin tullaanko tarkasteltavalla peltolohkolla mahdollisesti käyttämään lannoitukseen naudan tai sian lietelantaa. Jos valitset 'käytetään naudan lietelantaa' tai 'käytetään sian lietelantaa', laskuriin on annettava myös lannan kuljetusmatkan pituus. Tieto tarvitaan, jotta pystytään laskemaan lannan kuljetuskustannus. Lantaa lannoitteena käytettäessä kysytään lisäksi fosforin viljavuusluokka ja lanta-poikkeuksen ja fosforin tasauksen käyttö sekä tieto peltolohkon multavuudesta (vähämultainen, multava, runsasmultainen tai erittäin runsasmultainen kivennäismaa).

Arvioi myös tulevana kasvukautena maaperästä kasvin käyttöön tulevan typen määrää. Onko se suurempi kuin mitä se on ollut aikaisempina vuosina keskimäärin tällä peltolohkolla? Käytettävissä oleva typpimäärä voi olla keskimääräistä suurempi esimerkiksi edellisen vuoden palkokasvin viljelyn, syksyllä tehdyn lannan levityksen tai edellisen vuoden korkean typpitaseen vuoksi. Käytä apuna lohkon edellisen vuoden typpitaselaskelmaa. Valitse valikosta se typpimäärä (kg/ha), joka vastaa edeltävän viljelyn tuomaa, normaalista poikkeavaa typpilisää. Esimerkkitapauksessa (kuva 6) on arvioitu, että Rinnepellon liukoisen typen määrä on tavanomaisella tasolla, koska edellisen vuoden typpitase oli 22 kg/ha ja viljelykasvina oli ohra eikä pellolle levitetty syksyllä lantaa.

Valitse seuraavaksi valikosta lohkolle viljeltävä kevätilja sekä mihin aikaisuusluokkaan viljeltävä lajike kuuluu (aikainen, keskimääräinen tai myöhäinen). Täytä tiedot siitä, kuinka suuri tyypillinen, keskimääräinen hehtaarisato<sup>5</sup> on ollut tarkasteltavalla peltolohkolla aikaisuudeltaan samantyyppisellä lajikkeella kuin mitä nyt aiota viljellä ja kuinka paljon peltolohkolle on tällöin annettu lannoitteissa liukoista typpeä. Tarkista, että sadon kosteus- ja valkuaisainepitoisuudet pitävät paikkansa.

Lopuksi arvioidaan ilman typpilannoitusta saatavan hehtaarisadon määrä viljeltäessä aikaisuudeltaan keskimääräistä lajiketta sitä samaa kevätiljaa, jota nyt suunnittelet lohkolle viljeltävän. Ilman typpilannoitusta saatava satotaso ei useinkaan ole tiedossa<sup>6</sup>, joten laskuri auttaa arvioimaan sitä viljavuustietojen ja peltolohkon tuottokyvyn perusteella (hyvätuottoinen/huonotuottoinen pelto viljelijän oman arvion perusteella, kuva 7). Jos maasta on määritetty myös hiilen ja typen suhde, laskuri antaa tähän perustuvan toisen lannoittamattoman satoarvion, jota voi myös hyödyntää lannoitusoptimin laskennassa. Valitse kumpaa arvoa haluat hyödyntää. Ilman lannoitusta saatavan sadon arviota on mahdollista vielä lopuksi muuttaa. Kun kaikki valinnat on tehty, siirry seuraavalle sivulle kohtaan 'Arvio taloudellisesta optimista'.

<sup>5</sup> Typpilannoitusoptimin voi arvioida myös peltolohkon eri osille. Siinä tapauksessa myös perustiedot ja lohko-kohtaiset tiedot annetaan erikseen kullekin peltolohkon osa-alueelle.

<sup>6</sup> Yksinkertaisimmillaan ilman typpilannoitusta saatavaa satoa voi arvioida jättämällä pellolle lannoittamattomia alueita, joilta leikataan tähkät ennen puintia useamman kylvörivimetrimin matkalta. Lisäksi kannattaa leikata vastaavalta kylvörivimatkalta tähkät lannoitetulta alueelta. Molemmat tähkänäytteet punnitaan ja punnitustulosten avulla arvioidaan karkeasti lannoittamattoman satotaso. Lohko-kohtaisista satomäärityksistä enemmän: <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/94184/Satotasojen%20lohko-kohtainen%20m%C3%A4%C3%A4ritt%C3%A4minen.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

The screenshot shows the Maatalousinfo website interface. At the top, there is a navigation menu with options: Etusivu, Rehutaulukot, Kasvinterveys, and Ympäristö- ja ilmasto vaikutukset. Below the menu is a banner image of a farm with the text 'Maatalousinfo'. A progress bar below the banner shows five steps: Perustiedot, Tyypitase ja tulkinta, Tilatiedot, Lohkokohtaiset tiedot, and Arvio taloudellisesta optimista. The 'Lohkokohtaiset tiedot' step is currently active.

**Tyypitase** | **Kevätviljojen typpilannoitus**

Perustiedot ✓ | Tyypitase ja tulkinta ✓ | Tilatiedot ✓ | Lohkokohtaiset tiedot | Arvio taloudellisesta optimista ✓

**Peltolohkokohtaiset tiedot kevätiljojen typpilannoituksen suunnittelua varten**

Valitse tarkasteltava peltolohko painamalla ensin nuolta palkin oikeassa reunassa ja valitsemalla sitten tarkasteltavaksi yksi lohko kerrallaan. Valittaviksi on tuotu perustiedoista kivennäismaalohkot (maalaji savi, hiesu tai karkea kivennäismaa).

Rinnepelto  
Päistepelto

The screenshot shows the detailed nitrogen balance tool for a field. The title is 'Peltolohkokohtaiset tiedot kevätiljojen typpilannoituksen suunnittelua varten'. Below the title is a text box explaining the selection process. A table lists various parameters and their values for the 'Rinnepelto' field. An orange arrow points to the 'laske arvio' button at the bottom of the table.

**Peltolohkokohtaiset tiedot kevätiljojen typpilannoituksen suunnittelua varten**

Valitse tarkasteltava peltolohko painamalla ensin nuolta palkin oikeassa reunassa ja valitsemalla sitten tarkasteltavaksi yksi lohko kerrallaan. Valittaviksi on tuotu perustiedoista kivennäismaalohkot (maalaji savi, hiesu tai karkea kivennäismaa).

Rinnepelto	
Kotieläinlannan aiottu käyttö loholla *	käytetään nautan lietelantaa
Lannan kuljetusmatka pellolle (m) *	100
Fosforin viljavuusluokka *	tydyttävä
Lantapöikkeen käyttö *	käytetään
Fosforin tasauksen käyttö *	käytetään
Fosforin tasausjakson pituus *	5 vuotta
Multavuus *	vähämiltainen
Tavanomaista suurempi liukaisen typen määrä keväällä (kg/ha) *	-
Suunniteltu kasvi *	kaura
Lajikkeen aikaisuus *	keskimääräinen
Tyypillinen sato (kg/ha) *	4 700
Tyypillinen typpilannoitus (liuk. N kg/ha) *	90
Sadon kosteus (%) *	14,0
Sadon tyypillinen valkuaispitoisuus (%) *	13,0
Ilman typpilannoitusta saatava sato (kg/ha) *	2 040
(Jos ei tiedossa, laske arvio) *	

**Kuva 6.** Rinnepellon tiedot typpilannoituksen suunnittelua varten. Nuolella on merkitty painike, josta pääsee arvioimaan ilman typpilannoitusta saatavan satotason.

Ilman typpilannoitusta saatavan sadon arviointi

Valitse/syötä lohkon tiedot siltä ilman typpilannoitusta saatavan kaurasadon arvioimiseksi.

Lohkon tasoluokitus (oman arvion mukaan)	<input type="radio"/> Huonotuottainen pelto <input checked="" type="radio"/> Hyvätuottainen pelto
Orgaanisten lannoitteiden käyttö	<input type="radio"/> Ei käytetty tai käytetty ajoittain <input checked="" type="radio"/> Käytetty säännöllisesti
Magnesium (Mg) (mg/l)	280,00
Kationinvaihtokapasiteetti (KVK) (cmol/l)	15,00
Happamuus (pH)	6,20
Hiili-typpisuhde (C/N)	
Johtoluku ( $10^{-4}$ S/cm)	0,70

Syötetyt arvot kelpaavat yhden laskentamallin soveltamiseen:

**Käytä arviota 2 039,99 kg/ha**

Sulje

**Kuva 7.** Ilman typpilannoitusta saatavan sadon arviointiin tarvittavien tietojen antaminen. Rinnepelloilta ei ole mitattu hiili-typpisuhdetta. Painamalla laskurin antamaa arviota saat sen käyttöösi.

### 2.2.3. Arvio taloudellisesta optimista

Tällä sivulla näet annettujen tietojen perusteella lasketun arvion taloudellisesti optimaalisesta typpilannoituksesta (kuva 8). Laskettu arvio optimilannoituksesta huomioi peltolohkon aikaisemman satotason, arvion ilman typpilannoitusta saatavasta sadosta, typpilannoituskokeiden antamat satovasteet, viljelykasvista saatavat myyntituotot ja lannoituksen kustannukset. Optimilannoituksella peltolohkolla viljeltävälle kasville saadaan suurin mahdollinen hehtaari tuotto eli myyntituottojen ja lannoituskustannusten erotus.

Koska kevätiljoista maksettava tuottajahinta ei ole tiedossa viljelyä suunniteltaessa, kannattaa laskuria kokeilla erilaisilla hinnoilla ja vertailla kuinka paljon taloudellisesti optimaalinen typpilannoitus muuttuu, jos viljan tai lannoitteen hinta muuttuu. On myös tärkeää huomata, että toteutuva satotaso voi poiketa laskurin antamasta arviosta esimerkiksi poikkeuksellisten sääolojen vuoksi<sup>7</sup>.

Laskuri laskee optimoidulla typpilannoituksella saatavalle satotasolle myös sadon valkuaispitoisuuden. Valkuaispitoisuuden muuttuminen otetaan huomioon, kun laskuri vertaa taloudellisesti optimaalisella typpilannoituksella toteutuvaa typpitasetta aikaisemman typpilannoituksen tuottamaan typpitaseeseen (kuva 8). Jos arvio taloudellisesti optimaalisesta typpilannoituksesta on aikaisempaa lannoitusta pienempi, typpitase on myös aikaisempaa alhaisempi. Typpilannoituksen lisääntyminen puolestaan nostaa typpitasetta (kuva 9).

Myöhempää käyttöä varten arvion lohkon optimilannoituksesta voi ladata omalle tietokoneelle csv-tiedostona. Tiedot eivät tallennu, kun vaihdat lohkoa tai poistut laskurista.

<sup>7</sup> Laskurin satoennusteen taustaoletuksena on tarpeen mukainen kasvinsuojelu.

**Arvio typpilannoituksen taloudellisesta optimista, Rinnepelto**

Paras taloudellinen tuotto peltolohkolla Rinnepelto voidaan saavuttaa käyttäen 0 m<sup>3</sup> lietelantaa ja 114 kg mineraalilannoitetyypä hehtaaria kohti:

		Arvio taloudellisesta optimista	
Kauran myyntituotot	(150,00 €/t)	5 058 kg/ha	758,70 €/ha
Mineraalilannoitetyypen ostokustannukset	(0,95 €/kg)	114 kg/ha	108,62 €/ha
Lannoitustyön kustannukset (miner.lann.)	(25,00 €/h)	0,5 h/ha	12,50 €/ha
Hehtaari tuotto			637,58 €/ha
• jolloin typpilannoituksella saatu sadonlisä on		3 018 kg/ha	
• ja typpilannoituksen avulla saatu lisätulo on			452,70 €/ha

**Typpitaseet, Rinnepelto**

Taloudellisesti optimoidulla typpilannoituksella saadulla satotasolla sadon valkuaispitoisuus on 13,8 %. Taloudellisen optimin laskennassa ei ole huomioitu valkuaispitoisuuden muutoksen mahdollista vaikutusta tuotteesta saatavaan hintaan. (Aiemmillä lannoituksella valkuaispitoisuus 13,0 %.)

	Arvio taloudellisesta optimista	Aiempi lannoitus
Lannoitteiden liukoinen tyyppi	114 kg/ha	90 kg/ha
Sadon tyyppi	96 kg/ha	84 kg/ha
Typpitase	18 kg/ha	6 kg/ha

Lataa csv-tiedostona

**Kuva 8.** Laskurin antama tulos typpilannoituksen taloudellisesta optimiratkaisusta Rinnepellolla viljeltävälle kauralle ja tulosta vastaava typpitase. Tietojen lataaminen csv-tiedostona myöhempää käyttöä varten on osoitettu nuolella.

• ja typpilannoituksen avulla saatu lisätulo on 452,70 €/ha

**Typpitaseet, Rinnepelto**

Taloudellisesti optimoidulla typpilannoituksella saadulla satotasolla sadon valkuaispitoisuus on 13,8 %. Taloudellisen optimin laskennassa ei ole huomioitu valkuaispitoisuuden muutoksen mahdollista vaikutusta tuotteesta saatavaan hintaan. (Aiemmillä lannoituksella valkuaispitoisuus 13,0 %.)

	Arvio taloudellisesta optimista	Aiempi lannoitus
Lannoitteiden liukoinen tyyppi	114 kg/ha	90 kg/ha
Sadon tyyppi	96 kg/ha	84 kg/ha
Typpitase	18 kg/ha	6 kg/ha

Aikaisempaa suuremman typpitaseen aiheuttamaa ympäristöriskiä voi pienentää esimerkiksi kerääjäkasvien avulla.

< Edellinen

**Kuva 9.** Rinnepellon typpitase muuttui aikaisempaan verrattuna. Jos typpitase nousee, ympäristöriskiä voi pienentää esimerkiksi kerääjäkasvien avulla.

Jos typpitase muuttuu aikaisemmasta, sitä voi myös arvioida suhteessa viiteryhmään palaamalla laskurin yläosan vaihenuolen avulla laskurin alkuun kohtaan Typpitase/Perustiedot (kuva 2) ja antamalla laskelman lähtötiedoiksi ko. viljelykasvin, laskurin ennustaman satotason, sadon valkuaispitoisuuden sekä taloudellisesti optimaalisen typpilannoituksen. Tarkasteluvuodeksi kannattaa tässä tapauksessa valita aikaisemmista vuosista sellainen, joka vastaa säätyypiltään alueen keskimääräistä kasvukautta. Sen jälkeen siirrytään vaiheeseen Typpitase ja tulkinta (kuva 4).



Kun haluat tarkastella seuraavan peltolohkon typpilannoitusta, palaa kohtaan 'Lohkokohtaiset tiedot', valitse uusi lohko ja anna tarvittavat tiedot (kuva 10). Esimerkkitapauksessa on lisäksi käyty kohdassa 'Tilatiedot' rajaamassa lannoitteeksi pelkästään naudan lietelanta.

**Peltolohkokohtaiset tiedot kevätiljojen typpilannoituksen suunnittelua varten**

Valitse tarkasteltava peltolohko painamalla ensin nuolta palkin oikeassa reunassa ja valitsemalla sitten tarkasteltavaksi yksi lohko kerrallaan. Valittaviksi on tuotu perustiedoista kivennäismaalohkot (maalaji savi, hiesu tai karkea kivennäismaa).

<b>Päistepelto</b>	käytetään naudan lietelantaa
Kotieläinlannan aiottu käyttö loholla *	50
Lannan kuljetusmatka pellolle (m) *	tyydyttävä
Fosforin viljavuusluokka *	käytetään
Lantapoikkeuksen käyttö *	käytetään
Fosforin tasauksen käyttö *	5 vuotta
Fosforin tasausjakson pituus *	multava
Multavuus *	20 kg/ha
Tavanomaista suurempi liukoisen typen määrä keväällä (kg/ha) *	ohra
Suunniteltu kasvi *	aikainen
Lajikkeen aikaisuus *	3 500
Tyypillinen sato (kg/ha) *	80
Tyypillinen typpilannoitus (liuk. N kg/ha) *	14,0
Sadon kosteus (%) *	12,6
Sadon tyypillinen valkuaispitoisuus (%) *	1929
Ilman typpilannoitusta saatava sato (kg/ha) *	
(Jos ei tiedossa, laske arvio) *	

**Ilman typpilannoitusta saatavan sadon arviointi**

Valitse/syötä lohkon tiedot siltä ilman typpilannoitusta saatavan ohrasadon arvioimiseksi.

Lohkon tasoluokitus (oman arvion mukaan)	<input checked="" type="radio"/> Huonotuottoinen pelto
Orgaanisten lannoitteiden käyttö	<input type="radio"/> Hyvätuottoinen pelto
	<input type="radio"/> Ei käytetty tai käytetty ajoittain
	<input checked="" type="radio"/> Käytetty säännöllisesti
Magnesium (Mg) (mg/l)	380,00
Kationinvaihtokapasiteetti (KVK) (cmol/l)	16,00
Happamuus (pH)	5,90
Hiili-typpisuhde (C/N)	0,60
Johtoluku (10 <sup>-4</sup> S/cm)	

Syötetyt arvot kelpaavat yhden laskentamallin soveltamiseen:

Käytä arviota 1929,37 kg/ha

Sulje

**Kuva 10.** Typpilannoitusoptimin arviointia varten jokaisen kivennäismaalohkon tiedot on annettava erikseen. Päistepelto on ollut huonotuottoisempi ja sen viljavuustiedot poikkeavat Rinnepellon tiedoista. Ilman typpilannoitusta saatava satoarvio ohralle on hieman pienempi kuin Rinnepellon kauralle.

Esimerkin Päistepelloseuralle suunnitellaan kylvettäväksi ohra perustettavan nurmen suojaviljaksi. Edellisenä vuonna 2019 viljellyn säilörehunurmen typpitase oli viiteryhmään nähden suuri (kuva 3), mutta se oli määrällisesti kuitenkin pieni. Huomionarvoista on, että nurmi kynnettiin syksyllä 2019 ja ennen kyntöä levitettiin naudan lietelantaa. Tämän vuoksi suunniteltaessa typpilannoitusta vuodelle 2020 on tässä tapauksessa arvioitu, että loholla on 20 kg/ha enemmän liukoista typpeä tavanomaiseen tilanteeseen verrattuna (kuva 10). Laskuri ottaa tämän typpimäärän huomioon laskiessaan optimaalista typpilannoitusta.

Laskuri optimoi typpilannoituksen (kuva 11) vain naudan lietalannan levitykselle, koska se on valittu ainoaksi lannoitteeksi. Arvioitu typpitase pienenee aiempaan typpilannoitukseen verrattuna, sillä tarvittava lannoitus on pienempi. Vaikka lietalannassa annetaan nyt liukoista tyyppiä vähemmän kuin aikaisemmassa lannoituksessa, sadon typpisisältö ja sadon valkuaispitoisuus pysyvät ennallaan, koska tavanomaista suurempi liukoisen tyypin määrä maassa (20 kg/ha) yhdessä lietalannan liukoisen tyypin kanssa muodostavat lähes yhtä suuren typpimäärän kuin aikaisempi lannoitus.

**Arvio typpilannoituksen taloudellisesta optimista, Päistepelto**

Paras taloudellinen tuotto peltolohkolla Päistepelto pelkällä lietalantalannoituksella voidaan saavuttaa käyttäen 35 m<sup>3</sup> naudan lietalantaa (jossa tyyppiä 59 kg) hehtaaria kohti:

		Arvio taloudellisesta optimista	
Ohran myyntituotot	(120,00 €/t)	3 486 kg/ha	418,33 €/ha
Lietelannan kuljetuskustannukset	(0,41 €/m <sup>3</sup> /km)	0,05 km	0,71 €/ha
Lietelannan levityskustannukset	(2,80 €/m <sup>3</sup> )	35 m <sup>3</sup> /ha	97,16 €/ha
Hehtaarituohto			320,46 €/ha
• jolloin typpilannoituksella saatu sadonlisä on		1 059 kg/ha	
• ja typpilannoituksen avulla saatu lisätulo on			127,09 €/ha

**Typpitaseet, Päistepelto**

Taloudellisesti optimoidulla typpilannoituksella saadulla satotasolla sadon valkuaispitoisuus on 12,6 %. Taloudellisen optimin laskennassa ei ole huomioitu valkuaispitoisuuden muutoksen mahdollista vaikutusta tuotteesta saatavaan hintaan. (Aiemmalla lannoituksella valkuaispitoisuus 12,6 %.)

	Arvio taloudellisesta optimista	Aiempi lannoitus
Lannoitteiden liukoinen tyyppi	59 kg/ha	80 kg/ha
Sadon tyyppi	60 kg/ha	61 kg/ha
Typpitase	-1 kg/ha	19 kg/ha

Lataa csv-tiedostona

**Kuva 11.** Laskurin antama tulos typpilannoituksen taloudellisesta optimiratkaisusta Päistepellolla viljeltävälle ohralle ja tulosta vastaava typpitase.

## Viitteet

- Maa- ja metsätalousministeriön asetus (5/16) lannoitevalmisteista annetun maa- ja metsätalousministeriön asetuksen (24/11) muuttamisesta.  
<https://www.finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/400001/42474>
- Palva, R. 2019. Konetyön kustannukset ja tilastolliset urakointihinnat. TTS:n julkaisu 447. Työtehoseura ry, Nurmijärvi. 16 s.
- Turtola, E., Salo, T., Miettinen, A., Iho, A., Valkama, E., Rankinen, K., Virkajärvi, P., Tuomisto, J., Sipilä, A., Muurinen, S., Turakainen, M., Lemola, R., Jauhiainen, L., Uusitalo, R., Grönroos, J., Myllys, M., Heikkinen, J., Merilaita, S., Bernal, J.C., Savela, P., Kartio, M., Salopelto, J., Finér, A. & Jaakkola, M. 2017. Hyötyä taseista: Ravinnetaseiden tulkinta ympäristön ja viljelyn hyödyksi. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 15/2017. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 70 s.
- Valkama, E., Salo, T., Esala, M. & Turtola, E. 2013a. Grain quality and N uptake of spring cereals as affected by nitrogen fertilization under Nordic conditions: a meta-analysis. *Agricultural and Food Science* 22: 208–222.
- Valkama, E., Salo, T., Esala, M. & Turtola, E. 2013b. Nitrogen balances and yields of spring cereals as affected by nitrogen fertilization in northern conditions: A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 164: 1–13.
- Valtioneuvoston asetus (1250/2014) eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta. Liite 2. Lannan taulukkoarvot. <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20141250>
- Valtioneuvoston asetus (235/2015) ympäristökorvauksesta.  
<https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150235>

# Liite 1. Typpitaseiden tulkinta viiteryhmiin ja ympäristörisktiin perustuen sekä toimenpide-ehdotukset ympäristöriskin vähentämiseksi

## L1.1. Typpitaseen tulkinta suhteessa viiteryhmään

Typpitaseiden tulkinnan lähtökohtana on taseen vertaaminen omaan viiteryhmäänsä. Tällöin typpitasetta arvioidaan kahdella kriteerillä: 1) onko typpitase suurempi kuin muissa vastaavissa tapauksissa ja 2) ylittääkö typpitase sen taseen, mitä kyseisellä satotasolla tyypillisesti saadaan. Kriteerien toteutuminen määriteltiin käytössä olevan tausta-aineiston perusteella. Tausta-aineisto on kuvattu tarkemmin liitteessä 2.

Ensimmäisen kriteerin osalta tausta-aineistosta laskettiin typpitaseiden mediaanit erikseen jokaiselle viljelykasville. Tätä mediaanitasetta korjataan laskurissa tausta-aineiston perusteella sen mukaan, mikä on tarkastelussa oleva alue, vuosi ja maalaji ja käytetäänkö typpilannoitteenä myös lantaa vai käytetäänkö pelkästään mineraalilannoitteita. Tausta-aineisto on päivitetty vuoteen 2018 asti. Koska viimeisimmiltä vuosilta tausta-aineisto ei ole yhtä kattavaa kuin vuoteen 2016 asti, uusimpien vuosien osalta typpitaseen vuosikorjaus tehdään kyseisen vuoden kasvukauden säätietojen perusteella. Ilmatieteen laitoksen säätiedoista lasketaan sadesummat kesäkuukausille. Saatuja sadesummaa verrataan vuorotellen aikaisempien vuosien vastaaviin sadesummiin. Erotukset korotetaan toiseen potenssiin ja näistä lasketaan ns. neliösumma. Typpitaseen vuosikorjaus otetaan siltä (aikaisemmalta) vuodelta, jolle em. tavalla laskettu neliösumma on pienin, eli sääprofiili muistuttaa eniten kyseistä uusinta vuotta. Aineiston täydentyessä vuosikorjauksesta voidaan luopua.

Toinen kriteeri perustuu samaan tausta-aineistoon sovittamalla yksinkertainen lineaarinen regressio typpitaseen ja satotason välille (kuva L1.1). Regressiosuora sovitettiin erikseen kullekin kasville. Kriteerien 1 ja 2 avulla typpitaseista ja niihin liittyvistä satotasoista muodostuu kuvan L1.1 mukaiset alueet. Pellon typpitaseen sijainti alueiden jakamassa kentässä osoittaa, miten tase sijoittuu suhteessa viiteryhmäänsä.

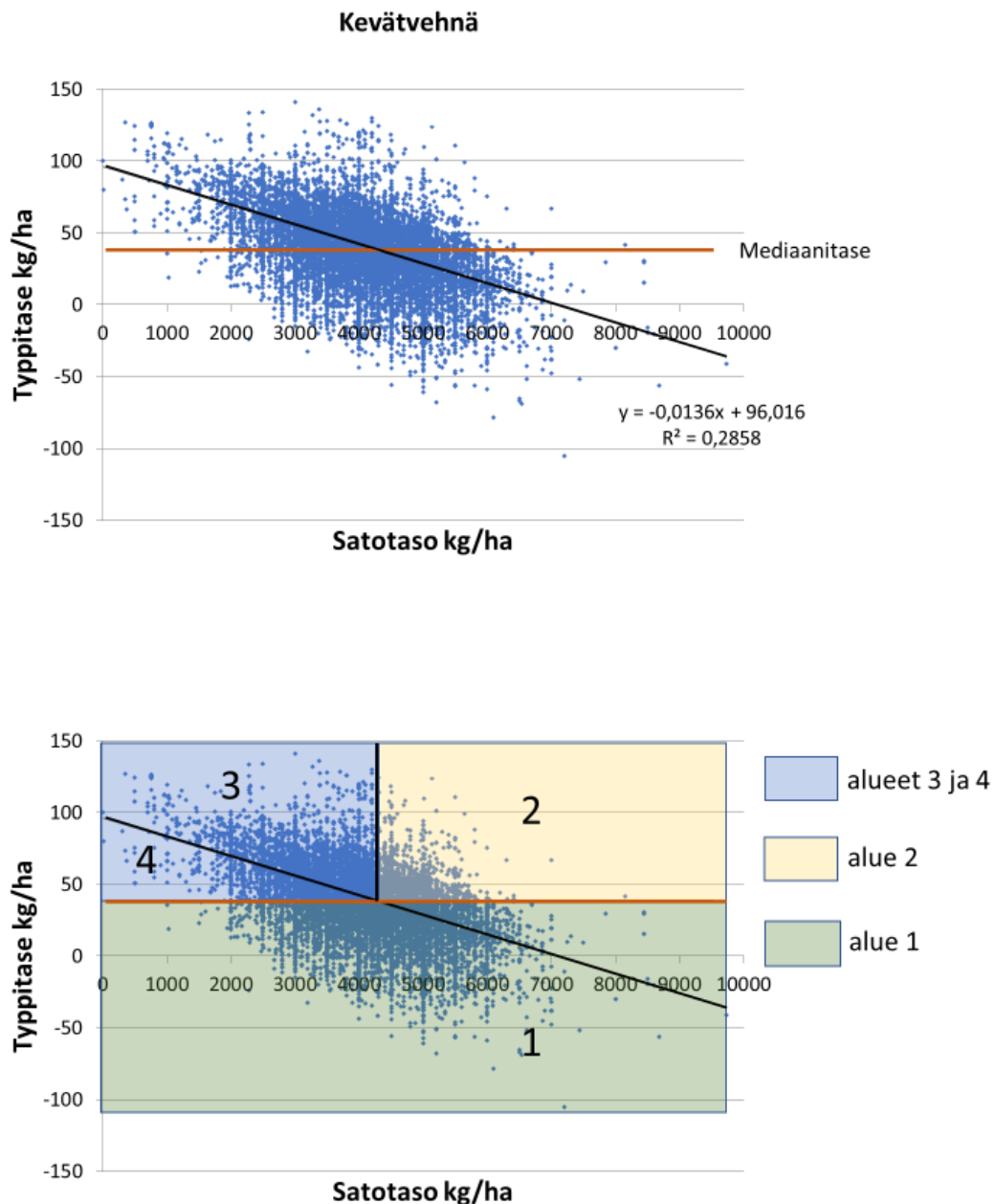
## L1.2. Typpitaseen tulkinta suhteessa ympäristörisktiin

Typpitasetta arvioidaan myös suhteessa siitä aiheutuvaan ympäristörisktiin (kriteeri 3). Tämä arvio perustuu typpitaseen lukuarvoon ts. sen kvantitatiiviseen suuruuteen. Ympäristöriskissä huomioidaan ennen kaikkea typen huuhtoutumisen riski, mutta myös kasvihuonekaasu dityppioksidin päästöjen riski kasvaa typpitaseen noustessa.

Ympäristöriskin arvioinnissa sovellettavat typpitaseiden lukuarvot säilörehunurmelle ja muille kasveille on esitetty taulukossa L1.1. Jos laskurin antama arvio ympäristöriskistä on 'pieni', typpitaseesta ei todennäköisesti aiheudu lisääntyneitä huuhtoumariskiä. Jos riski on 'hieman kohonnut', typpitaseesta voi aiheutua lisähuuhtoumaa esimerkiksi runsaiden sateiden seurauksena. 'Selvästi kohonnut' riski puolestaan tarkoittaa, että typpi huuhtoumat todennäköisesti kasvavat pellolle käyttämättä jääneen liukoisen typen vuoksi.

## L1.3. Toimenpide-ehdotukset ympäristöriskin vähentämiseksi

Typpitaselaskurin ehdotukset ympäristöriskiä vähentäviksi toimenpiteiksi perustuvat kaikkiin yllämainittuihin kolmeen kriteeriin. Ehdotukset muuttuvat sen mukaan, miten tase sijoittuu suhteessa viiteryhmäänsä ja kuinka suuri on siitä aiheutuva ympäristöriski.



**Kuva L1.1.** Yläkuvassa on kevätvehnän tausta-aineiston pisteparvi, mediaanityppitase ja toteutuneiden satotasojen ja tyypitaseiden välinen regressiosuora. Alakuvassa on muodostettu alueet 1–4 mediaanin, regressiosuoran ja niiden leikkauspisteen avulla. Kevätvehnää kasvaneen peltolohkon tyypitaseen tulkinta perustuu saadun satotason ja tyypitaseen muodostaman pisteen sijaintiin alueilla 1–4.

Esimerkiksi, mikäli kriteeri 1 ei täyty eli tyypitase jää mediaanitaseen alle, päädytään kuvan L1.1 alueelle nro 1. Tyypitase on tässä tilanteessa pienempi kuin puolella viiteryhmästä. Tällöin tarkastellaan kriteerin 3 mukaisesti, aiheutuuko tyypitaseesta kohonnut ympäristöriski. Jos riski on hieman kohonnut tai selvästi kohonnut, laskuri antaa taulukon L1.2 mukaisesti ehdotuksia ympäristöriskiä vähentäviksi toimenpiteiksi. Taulukossa L1.2 toimenpiteet on sovitettu kevätiljoille ja kivennäismaille. Muille kasveille ehdotettavat toimenpiteet noudattavat samaa periaatetta, mutta ne on sovitettu vastaamaan ko. kasville tyypillisiä mahdollisuuksia muuttaa viljelykäytäntöjä. Eloperäisille maille ehdotettavat toimenpiteet myös poikkeavat hieman kivennäismaista.

Jos taas sekä kriteeri 1 että 2 toteutuvat, eli typpitase ylittää mediaanitaseen ja ylittää myös satotasolleen tyypillisen taseen, päädytään alueille nro 2 tai 3 sen mukaan, onko satotaso suurempi kuin kahden kriteerin leikkauspisteen mukainen sato (kts. kuva L1.1). Molemmilla alueilla 2 ja 3 laskurin toimenpide-ehdotukseen sisältyy typpilannoituksen vähentäminen. Jos satotaso on jäänyt alemmaksi kuin kriteerien leikkauspisteen satotaso, ehdotetaan tämän lisäksi myös perusparannustoimenpiteitä. Perusparannusta ehdotetaan myös alueella nro 4, jossa mediaanitase ylitetään (kriteeri 1 toteutuu), mutta typpitase jää alle regressiosuoran mukaisen taseen (kriteeri 2 ei toteudu). Tällöin ei kuitenkaan ehdoteta enää lannoituksen vähentämistä vaan laskuri tulkitsee tilanteen korjautuvan etenkin perusparannusten avulla<sup>8</sup>. Näillä kaikilla alueilla sijaitsevia typpitaseita tarkastellaan lisäksi yllä kuvatulla tavalla myös kriteerin 3 mukaisesti ja laskurin ehdottamat toimenpiteet reagoivat arvioidun ympäristöriskin mukaisesti.

Kriteerit pilkkovat kuvan L1.1 mukaisesti typpitaseet alueisiin. Kriteeri 2 (typpitaseen ja satotason välinen yhteys) jakaa kuvan kahteen osaan ja tämä jako määräytyy kasvilajin mukaan eikä siten riipu esimerkiksi tarkasteluvuodesta. Sen sijaan kriteerin 1 (olosuhteiden mukainen mediaani) aiheuttama jako vaihtelee kasvilajin lisäksi myös vuoden, alueen, maatyypin ja lannan käytön mukaan, sillä nämä tekijät vaikuttavat kukin omalla tavallaan typpitaseisiin. Koska mediaanitase muuttuu säätekijöiden vuoksi, sama typpitase voi johtaa eri vuosina erilaiseen suositukseen, riippuen siitä, onko tase suuri vai pieni suhteessa niihin taseisiin, mitkä kyseisenä vuonna ovat toteutuneet muilla vastaavanlaisessa viljelyssä olleilla pelloilla. Yksittäisen peltolohkon tase voi myös sijoittua keskelle em. alueita, jolloin tehty suositus on varmemmalla pohjalla verrattuna tilanteeseen, jossa tase on kahden alueen rajalla. Tämän vuoksi on eduksi katsoa, millaisia toimenpide-ehdotuksia laskuri antaa samalle lohkolle eri vuosina.

**Taulukko L1.1.** Typpitaselaskurin arvio ympäristöriskin (typen huuhtouman) suuruudesta suhteessa typpitaseeseen (kg/ha) kivennäismailla ja eloperäisillä mailla (multa, turve).

Ympäristöriskin suuruus	Kivennäismaat			Eloperäiset maat	
	Pieni	Hieman kohonnut	Selvästi kohonnut	Pieni	Selvästi kohonnut
Säilörehunurmi	< 50	50–100	> 100	< 50	≥ 50
Muut laskuriin sisältyvät kasvit	< 20	20–40	> 40	< 0	≥ 0

<sup>8</sup> Epäedullinen sää tai muu poikkeustekijä kuten taudin tai tuholaisen runsas esiintyminen voivat joskus heikentää ratkaisevasti satoa. Tämän vuoksi on tärkeää seurata viljelyn onnistumista lohko kohtaisesti usean vuoden ajan ja merkitä muistiin kaikki viljelyn lopputulokseen oleellisesti vaikuttaneet asiat. Näin on mahdollista löytää ne viljelyn osatekijät ja toimenpiteet, jotka ovat ratkaisevia viljelyn lopputuloksen kannalta kyseisellä peltolohkolla.

**Taulukko L1.2.** Typpitaselaskurin toimenpide-ehdotukset kivennäismailla viljeltäville kevätiljoille perustuen sekä ympäristörisktiin (joita vastaavat typpitaseen lukuarvot taulukossa L1.1) että typpitaseen ja satotason sijaintiin suhteessa viiteryhmään (typpitaseen sijainti alueilla 1–4, kuva L1.1).

Typpitase ja satotaso suhteessa viiteryhmään (alueet 1–4)	Typpitase suhteessa ympäristörisktiin		
	Typpihuuhtouman riski on pieni	Typpihuuhtouman riski on hieman kohonnut	Typpihuuhtouman riski on selvästi kohonnut
Typpitase on vertailuaineiston paremmalla puolella (tase on mediaaniarvoa pienempi) (alue 1)	Tilanne hyvä, toimenpiteitä ei tarvita	Kerääjäkasvien viljely  Typpilannoituksen kriittinen tarkastelu	Kerääjäkasvien viljely  Typpilannoituksen vähentäminen
Satotaso on kohtuullisen hyvä tai hyvä ja typpitase on suuri satotasoon nähden (alue 2)	Typpilannoituksen kriittinen tarkastelu	Kerääjäkasvien viljely  Typpilannoituksen vähentäminen	Typpilannoituksen vähentäminen  Kerääjäkasvien viljely
Satotaso on kohtuullisen heikko tai heikko ja typpitase on suuri satotasoon nähden (alue 3)	Maan rakenteen ja/tai vesitalouden parantaminen  Viljelykierto  Typpilannoituksen kriittinen tarkastelu	Maan rakenteen ja/tai vesitalouden parantaminen  Viljelykierto  Kerääjäkasvien viljely  Typpilannoituksen vähentäminen	Maan rakenteen ja/tai vesitalouden parantaminen  Typpilannoituksen vähentäminen  Kerääjäkasvien viljely  Viljelykierron kriittinen tarkastelu
Satotaso on kohtuullisen heikko tai heikko ja typpitase on vertailuaineiston heikommalla puolella (tase on mediaania suurempi) (alue 4)	Maan rakenteen ja/tai vesitalouden parantaminen  Viljelykierto	Maan rakenteen ja/tai vesitalouden parantaminen  Viljelykierto  Kerääjäkasvien viljely	Maan rakenteen ja/tai vesitalouden parantaminen  Viljelykierron kriittinen tarkastelu  Kerääjäkasvien viljely

## Liite 2. Tyypitaseiden tausta-aineisto

Tausta-aineisto sisältää laajasti erilaisia viljelyolosuhteita ja lannoitustasoja. Se on luokiteltu taustamuuttujien mukaan (kasvilaji, maaluokka (kivennäis- / eloperäinen maa), lannan käyttö, alue ja vuosi) (taulukko L2.1).

**Taulukko L2.1.** Peltolohkojen lukumäärät tausta-aineistossa eriteltyinä tärkeimpien taustamuuttujien mukaan.

Kasvilaji	Havainnot	Yhteensä
Kaura	40 672	
Ohra	69 054	
Kevätvehnä	37 149	
Syysvehnä	6 564	
Rypsi	7 660	
Syysruis	4 965	
Tärkkelysperuna	17 694	
Sokerijuurikas	2 465	
Säilörehunurmi	45 329	
		231 552
<b>Lohkon maaluokka</b>		
Eloperäinen	20 819	
Vähämultainen karkea kivennäismaa	75 579	
Runsasmultainen karkea kivennäismaa	38 594	
Vähämultainen savimaa	54 442	
Runsasmultainen savimaa	42 118	
		231 552
<b>Ajanjakso</b>		
1988-1994	11 293	
1995-1999	14 963	
2000-2004	42 558	
2005-2009	74 126	
2010-2014	61 494	
2015-2018	27 118	
		231 552
<b>Maantieteelliset alueet</b>		
<b>1</b> Uusimaa, V-Suomi, Kaakkois-Suomi	100 930	
<b>2</b> Satakunta, Häme	34 770	
<b>3</b> Pirkanmaa, E-Savo, P-Karjala, E-Pohjanmaa, Pohjanmaa	72 624	
<b>4</b> Keski-Suomi, P-Savo, P-Pohjanmaa, Kainuu	22 264	
<b>5</b> Lappi	301	
		231 552
<b>Lannan käyttö lohkolla</b>		
Ei	177 004	
Kyllä	54 548	
		231 552

Tausta-aineistoon sisältyy tutkimus-, neuvonta- ja seurantahankkeiden keräämät peltolohkojen tyypitaseet vuosilta 1988–2014 (Turtola ym. 2017) täydennettynä ProAgrarian lohkotietopankin vuosien 2014–2017 ja Ruokaviraston viljaotannon vuosien 2014–2018 aineistoilla. Aineistosta on edelleen muodostettu viiteryhmiä liitteen 1 kuvauksen mukaisesti.



## Liite 3. Kevätviljojen typpilannoituksen taloudellinen optimointi

Typпитaselaskuri avustaa viljelijää kauran, ohran ja kevätkuvehnän typpilannoituksen suunnittelussa ki-vennäismailla. Lannoitteena voidaan käyttää mineraalilannoitetta ja/tai naudan tai sian lietelantaa.

Laskurilla ratkaistaan optimilannoitus, jolla peltolohkolla viljeltävälle kasville saadaan suurin mahdolli-nen ennakoitu hehtaarituohto<sup>9</sup> eli kasvin myyntituottojen ja lannoituskustannusten erotus. Laskuri las-kee myös peltolohkolle taloudellisesti optimaalisen typpilannoituksen perusteella tulevan typpitaseen ja ilmoittaa sadon valkuaispitoisuuden.

### L3.1. Rajoitettu optimointiongelma

Matemaattisesti ilmaistuna laskuri valitsee peltohehtaarille (mineraalilannoitteessa ja/tai naudan tai sian lietelannassa) lisättävän liukaisen typen määrän,  $X$ , siten, että tavoitefunktio – joka koostuu viljan myyntituottojen  $pf(X)$  ja lannoituskustannusten  $c(X)$  erotuksesta – maksimituu siten, että hehtaari-ille lisättävä liukaisen typen määrä,  $X$ , ei ylitä rajoitteita  $A$ .

$$\max_X [pf(X) - c(X)]$$

$$\text{siten että } X \leq A$$

Tavoitefunktiossa  $p$  tarkoittaa viljan tuottajahintaa ja  $f(X)$  typpilannoituksen satovastefunktiota, joka kuvaa sitä kuinka paljon hehtaarille lisätty liukoinen typpi  $X$  tuottaa viljasatoa. Rajoitteet,  $A$ , perustuvat lainsäädäntöön. Lisäksi jos viljelijä on sitoutunut maatalouden ympäristökorvausjärjestelmään, rajoit-teina käytetään myös ympäristökorvauksen enimmäislannoitusmääriä.

### L3.2. Tavoitefunktio

Optimoinnissa käytettävä tavoitefunktio koostuu viljan myyntituottojen (€/ha) ja lannoituskustannus-ten erotuksesta (€/ha). Viljan myyntituotot saadaan laskettua kertomalla tuottajahinta (€/tonni) saa-dun sadon määrällä (tonnia/ha).

#### L3.2.1. Viljan tuottajahinta

Typпитaselaskuri pyytää laskurin käyttäjää määrittelemään optimoinnissa käytettävän kevätkuveljan tuot-tajahinnan. Koska viljasta tuottajalle maksettava hinta on lannoitusta suunniteltaessa usein epävarma, optimointiongelma kannattaa ratkaista useaan kertaan käyttämällä erisuuruisia viljan hintoja. Tällöin laskurin käyttäjä voi vertailla, kuinka herkästi taloudellisesti optimaalinen typpilannoitus muuttuu vil-jasta maksettavan hinnan muuttuessa.

---

<sup>9</sup> Optimoinnissa ei huomioida toteutuviin viljan tuottajahintoihin ja viljasatoihin liittyvää epävarmuutta. Näin ollen myyntituotto ja kasvinviljelystä saatava hehtaarituohto voivat olla erisuuruisia kuin laskurin ennustamat tuotot.

### L3.2.2. Typpilannoituksen satovastefunktio

Viljasadon suuruus määräytyy optimoinnissa typpilannoituksen satovastefunktion perusteella. Kevätviljojen typpilannoitusvasteista ja optimoinnin lähtökohtina olevista Mitscherlich-satovastefunktioista on kerrottu liitteessä 4.

Panoksena käytetyn liukoisen typen määrän lisäksi hehtaarisadon suuruuteen vaikuttavat peltolohkolta ilman typpilannoitusta saatava sato, viljeltävän lajikkeen aikaisuus, peltolohkolta aiemmin samantyyppisellä lajikkeella saatu sato ja tuolloin käytetty typpilannoitus sekä tavanomaista suuremman liukoisen typen määrä peltolohkolla ennen kasvukauden alkua. Näiden muuttujien avulla typpilannoituskokeiden tuloksiin perustuvia Mitscherlich-satovastefunktioita hienosäädetään ottamaan huomioon tarkasteltavan peltolohkon ominaisuudet.

Jos viljelijä tietää peltolohkolta ilman typpilannoitusta saatavan sadon suuruuden (kg/ha) aikaisuudeltaan keskimääräisellä lajikkeella, hän voi syöttää tiedon laskuriin tai vaihtoehtoisesti käyttää typpitaselaskuria ilman typpilannoitusta saatavan satoarvion laskemiseksi. Peltolohkojen tuottokyvystä ilman typpilannoitusta saatavan satoarvion laskemisesta on kerrottu tarkemmin liitteessä 6.

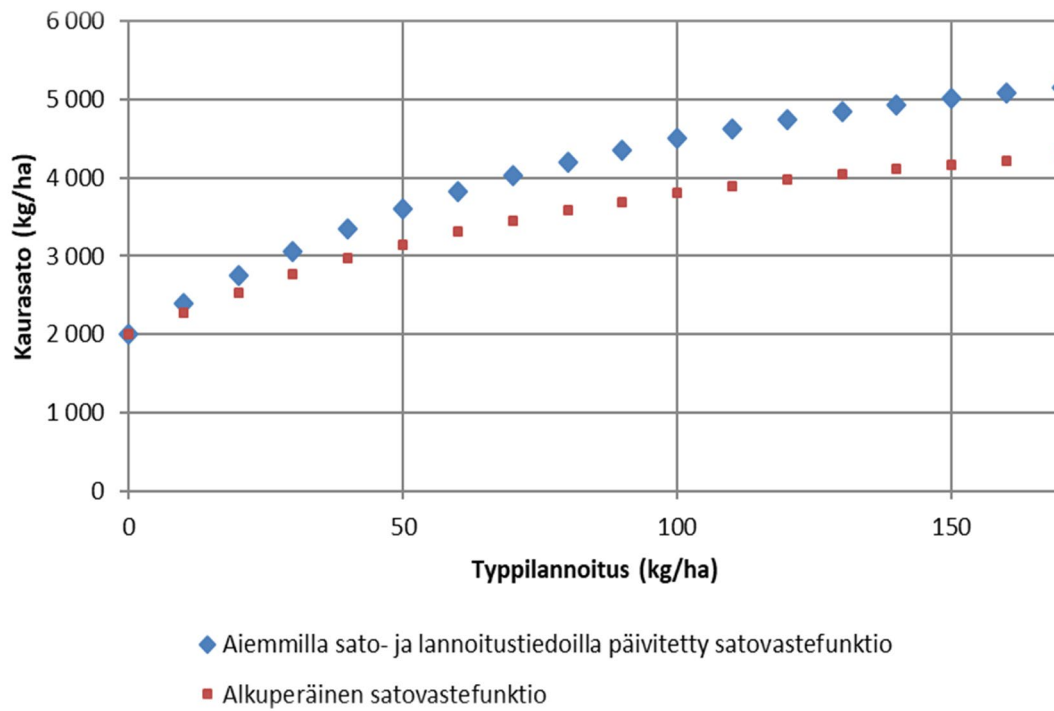
Laskurissa on oletettu, että myöhäisen ja aikaisen lajikkeen vaikutus ilman typpilannoitusta saataviin kaura- ja kevätevehnäsatoihin on  $\pm 5$  %. Eli myöhäiset kaura- ja kevätevehnälajikkeet tuottavat viisi prosenttia enemmän hehtaarisatoa kuin aikaisuudeltaan keskimääräiset lajikkeet, ja aikaiset kaura- ja kevätevehnälajikkeet tuottavat viisi prosenttia vähemmän hehtaarisatoa kuin aikaisuudeltaan keskimääräiset lajikkeet. Arviot perustuvat lajikekokeista saatuihin tuloksiin. Ohralla ei löydetty yhteyttä lajikkeen aikaisuuden ja keskisadon välille. Ohrissa on sekä kaksi- että monitahoisia lajikkeita, mikä vaikeuttaa vertailua. Myöhäisemmät ohrat saattavat olla keskimäärin satoisampia kuin aikaisemmat, mutta ero ei ole niin selvä eikä todennäköisesti niin suuri kuin kauralla ja kevätevehnällä.

Peltolohkon ominaisuuksia ja viljelyhistoriaa hyödynnetään kysymällä viljelijältä (aikaisuudeltaan samantyyppisellä lajikkeella kuin mitä hän nyt aikoo viljellä) aiemmin saadun tyypillisen hehtaarisadon suuruutta sekä tyypilliseen satoon liittyvää typpilannoitusta (liukoisen typen määrää kg/ha). Saatujen tietojen avulla satovastefunktio hienosäädetään kulkemaan viljelijän ilmoittaman pisteen kautta.

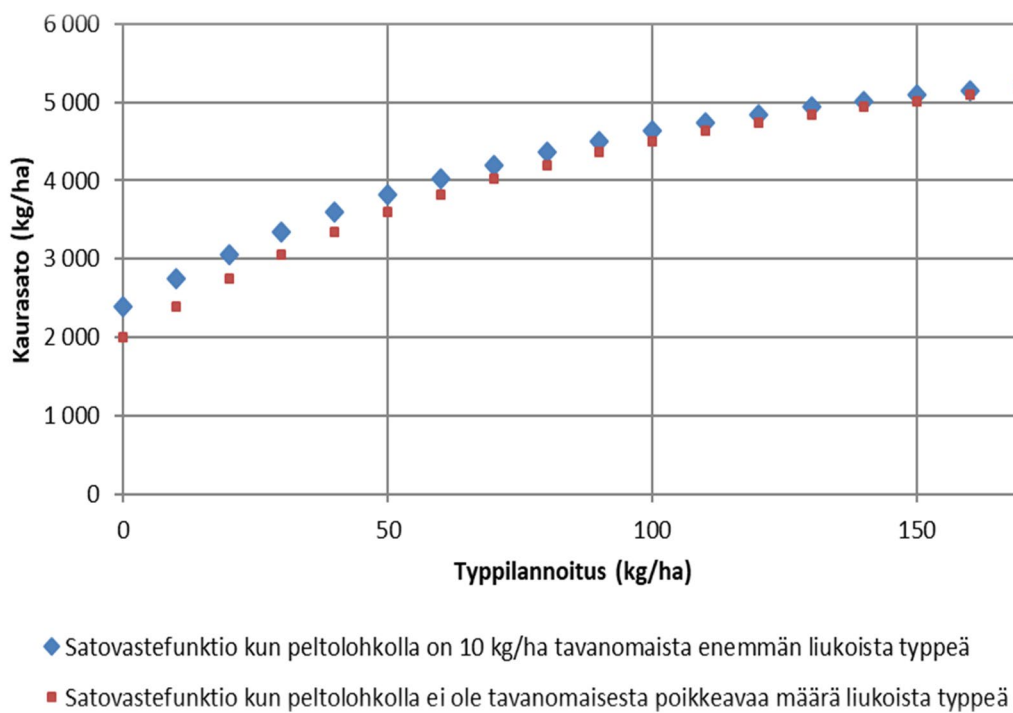
Kuvassa L3.1 on esitetty tilanne, jossa peltolohkolta saatu tyypillinen kaurasato aikaisuudeltaan keskimääräisellä lajikkeella on ollut 4 500 kg/ha, kun typpilannoitus on ollut 100 kg/ha liukoista typpeä. Tästä syystä paikallisiin oloihin tarkennettu ja aiemmilla sato- ja lannoitustiedoilla päivitetty satovastefunktio kulkee pisteen (100, 4 500) kautta. Peltolohkolta ilman typpilannoitusta saatava kaurasato on viljelijän oman ilmoituksen mukaisesti 2 000 kg/ha.

Typpitaselaskuri huomioi myös peltolohkolla keväällä, kasvukauden alussa olevan tavanomaista suuremman liukoisen typen määrän. Tällöin satovastefunktio siirtyy koordinaatistossa vasemmalle ja typpilannoituksella saadaan aiempaa suurempi sato.

Kuvassa L3.2 on esitetty, miten kauran satovastefunktio siirtyy koordinaatistossa kymmenen yksikköä vasemmalle, kun peltolohkolla on keväällä 10 kg/ha tavanomaista enemmän liukoista typpeä. Tällöin ilman typpilannoitusta saavutetaan samansuuruinen hehtaarisato (2 395 kg/ha) kuin se, joka saavutettiin kymmenen kilogramman hehtaarikohtaisella liukoisen typen lisäyksellä, jos lohkolta ei ole tavanomaisesta poikkeavaa määrää liukoista typpeä. 90 kilogramman liukoisen typen lisäyksellä hehtaaria kohden saadaan kaurasatoa 4 500 kg/ha eli saman verran kuin mitä saadaan sadan kilogramman hehtaarikohtaisella typpilannoituksella silloin, kun peltolohkolla ei ole tavanomaisesta poikkeavaa määrää liukoista typpeä.



**Kuva L3.1.** Peltolohkon ominaisuuksien ja viljelyhistorian hyödyntäminen optimoinnissa käytettävän satovastefunktion hienosäädössä.



**Kuva L3.2.** Satovastefunktion siirtymä, kun peltolohkolla on 10 kg/ha tavanomaista enemmän liukoista typpeä kasvukauden alussa.

### L3.2.3. Lannoituskustannukset

Optimoinnissa käytettävän tavoitefunktion toinen puoli koostuu lannoituskustannuksista. Kustannukset ovat hieman erilaisia riippuen siitä, käytetäänkö lannoitteena mineraalilannoitetta vai lietalantaa.

#### L3.2.3.1. Lannoituskustannukset mineraalilannoitteita käytettäessä

Mineraalilannoitteita käytettäessä laskuri kysyy käyttäjältä lannoitetoimittajaa ja lannoitteiden hankinta-aikaa. Jos laskurin tietokannassa ei ole tietoja lannoitteiden hankinta-ajalta (samalta kuukaudelta), käytetään lannoitteen hintatietona kullekin lannoitetoimittajan tunnetulle, aktiiviselle lannoitteelle viimeisintä käyttäjän määrittämää ajanhetkeä edeltävää hintatietoa. Kyselyn perimmäisenä tarkoituksena on selvittää optimoinnissa käytettävän liukoisen typen kilohinta.

Liukoisen typen kilohinta ratkaistaan NPK-lannoitteiden hankintahintojen ja yhdistelmälannoitteiden sisältämien ravinnemäärien perusteella. Kilohinta perustuu pienimpien virheneliösummien minimointiin ravinnehintoja (N,P,K) estimoitaessa. Jos liukoisen typen kilohinta on käyttäjän tiedossa, hinnan voi syöttää laskuriin myös suoraan. Mikäli liukoisen typen kilohinta on esimerkiksi 1,20 €/kg ja tarvittava taloudellisesti optimaalinen lannoitemäärä hehtaarille on 90 kg liukoista typpeä, tulee liukoisen typen hankintakustannukseksi 108 €/ha.

Laskurissa on oletettu, että mineraalilannoitteen levitystyössä työn tuntihinta on 25 €/h ja työnmenekki on 0,5 h/ha kun levitettävä liukoisen typen määrä on enintään 150 kg/ha. Annettuja oletusarvoja työn tuntihinnalle ja työnmenekille voi muuttaa.

Lisäksi on oletettu, että työnmenekki on kaksinkertainen, jos lohkolle levitettävä liukoisen typen määrä ylittää 150 kg/ha vuodessa. Ns. nitraattiasetuksen (1250/2014) mukaan levitettävä lannoitemäärä on tällöin jaettava vähintään kahteen erään, joiden levittämisen välisen ajan on oltava vähintään kaksi viikkoa.

Lannoitustyön kustannus on oletusarvoja käyttämällä näin ollen 12,50 €/ha, jos levitettävä liukoisen typen määrä on enintään 150 kg/ha. Jos levitettävä liukoisen typen määrä on tätä suurempi, on hehtaarikustannus kaksinkertainen eli oletusarvoja käytettäessä 25,00 €/ha.

#### L3.2.3.2. Lannoituskustannukset lietalantaa käytettäessä

Laskurissa on oletettu, että karjanlannalla ei ole hankintahintaa, mutta viljelijälle aiheutuu kustannuksia karjanlannan kuljettamisesta peltolohkolle ja lannan levittämisestä peltoon. Tästä syystä laskuri pyytää käyttäjää määrittelemään levitykseen tarvittavan siirtoajon sekä levityksen kustannukset. Laskuriin tallennettu oletusarvo lannan siirtoajon kustannuksesta levityksen yhteydessä on 0,41 €/m<sup>3</sup>/km (Palva 2019). Oletusarvo lietalannan levityskustannukselle on 2,80 €/m<sup>3</sup> (Palva 2019). Oletusarvoja voi tarvittaessa muuttaa.

Samalla kun käyttäjältä kysytään lannan siirtoajon ja levityksen kustannuksia, häntä pyydetään myös määrittämään karjanlannassa olevat pitoisuudet liukoiselle typelle, kokonaistypelle ja kokonaisfosforille. Oletusarvot naudan ja sian lietalannan ravinnepitoisuuksille on esitetty taulukossa L3.1.

**Taulukko 1. Taulukko L3.1.** Oletusarvot naudan ja sian lietelannan ravinnepitoisuuksille.

Ravinnepitoisuus (kg/m <sup>3</sup> )	Naudan lietelanta	Sian lietelanta
Kokonaisfosfori	0,5	0,8
Liukoinen typpi	1,7	2,2
Kokonaistyppi	2,9	3,4

Yhteenvedon voidaan todeta, että oletusarvoja käytettäessä lietelannan kuljettaminen ja levittäminen puolen kilometrin päässä olevalle peltolohkolle maksaa 3,01 €/m<sup>3</sup>. Naudan lietelannassa liukoista typpeä on 1,7 kg/m<sup>3</sup> ja sian lietelannassa 2,2 kg/m<sup>3</sup>, joten liukoisen typen hinnaksi tulee naudan lietelantaa käytettäessä 1,77 €/kg ja sian lietelantaa käytettäessä 1,37 €/kg esimerkkipeltolohkolle kuljettuna ja levitettynä.

### L3.3. Rajoitteet

Optimoinnissa rajoitteina ovat ns. nitraattiasetus (1250/2014) sekä maa- ja metsätalousministeriön asetus (5/16) lannoitevalmisteista annetun maa- ja metsätalousministeriön asetuksen muuttamisesta. Jos viljelijä on sitoutunut maatalouden ympäristökorvausjärjestelmään, rajoitteina käytetään myös valtioneuvoston asetuksessa ympäristökorvauksesta (235/2015) määritellyjä typpilannoituksen hehtaariohjeita enimmäismääriä. Lisäksi peltolohkolle enintään levitettävän lantamäärän määrittelyssä hyödynnetään tietoja lantapoikkeuksen käytöstä ja fosforin tasausjakson pituudesta.

#### L3.3.1. Nitraattiasetus

Valtioneuvoston asetus (1250/2014) eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta eli ns. nitraattiasetus koskee kaikkia viljelijöitä. Asetuksen 11 §:n mukaan liukoisen typen vuotuinen enimmäismäärä kivennäismailla ohralle, kauralle ja seosviljoille on 160 €/ha ja kevätevehnälle 170 kg/ha. Jos liukoisen typen lannoitusmäärä ylittää 150 kg/ha vuodessa, määrä on jaettava vähintään kahteen erään, joiden levittämisen välisen ajan on oltava vähintään kaksi viikkoa.

Nitraattiasetuksen perusteella tuotantoeläinten lannassa ja orgaanisissa lannoitevalmisteissa vuosittain levitettävä kokonaistypen määrä saa olla enintään 170 kg/ha. Jos viljelijä ei ole sitoutunut maatalouden ympäristökorvausjärjestelmään, rajoittaa nitraattiasetuksen mukainen kokonaistypen enimmäismäärä (170 kg/ha) käytännössä usein peltolohkoille vuosittain levitettävän karjanlannan enimmäismääriä.

#### L3.3.2. Lannoitevalmisteista annetut asetukset

Maa- ja metsätalousministeriön asetus (5/16) lannoitevalmisteista annetun maa- ja metsätalousministeriön asetuksen (24/11) muuttamisesta sääntelee fosforilannoitusta kaikilla maatiloilla. Asetuksen 11 §:n mukaan analysoidun vesi- tai ammoniumsitraattiliukoisen fosforin määrä saa olla maataloudessa korkeintaan 325 kg/ha viiden vuoden käyttöjaksona annettuna.

#### L3.3.3. Maatalouden ympäristökorvausjärjestelmä

Maatalouden ympäristökorvausjärjestelmässä on määritelty typpi- ja fosforilannoituksen enimmäismäärät, joita on noudatettava ympäristökorvausjärjestelmään sitoutuneiden viljelijöiden peltolohkoilla.

Typpilannoituksen vuotuiset enimmäismäärät ohralle, kauralle, seosviljoille ja kevätevehnälle on määriteltä valtionneuvoston asetuksessa ympäristökorvauksesta (235/2015) ja ne on esitetty taulukossa L3.2., kun peltolohkolla saavutettu satotaso on 4 000 kg/ha.

**Taulukko L3.2.** Typpilannoituksen enimmäismäärät (kg/ha/v) ympäristökorvaukseen sitoutuneilla maataloilla, kun saavutettu satotaso on 4 000 kg/ha.

	Vähämultaiset ja multavat maat	Runsasmultaiset maat	Erittäin runsasmultaiset maat	Eloperäiset maat
Ohra, kaura ja seosviljat	100	90	80	60
Kevätevehnä	120	110	100	70

Taulukossa L3.2. lueteltuihin enimmäismääriin voidaan tehdä saavutettuun satotasoon tehtävät typpilannoitemäärien enimmäislisäykset, jotka on esitetty taulukossa L3.3.

**Taulukko L3.3.** Saavutettuun satotasoon tehtävät typpilannoitemäärien enimmäislisäykset (kg/ha/v).

Typpilannoituksen lisäys	0	10	20	30	40	50
Saavutettu satotaso	4 000	4 500	5 000	5 500	6 000	6 500

Näin ollen maatalouden ympäristökorvausjärjestelmään sitoutuneella maatilalla lannoitteiden mukana annettavan liukoisen typen enimmäismäärä riippuu peltolohkon multavuudesta ja aiemmin saavutetusta satotasosta. Jos runsasmultaisella peltolohkolla viljellään ohraa ja saavutettu satotaso on ollut 4 700 kg/ha, vuotuinen typpilannoituksen lisäys on taulukoiden L3.2. ja L3.3. perusteella enintään  $90 \text{ kg/ha} + 14 \text{ kg/ha} = 104 \text{ kg/ha}$ .

Ympäristökorvausjärjestelmään sitoutuneilla maataloilla fosforilannoituksen enimmäismäärät määräytyvät viljavuusluokan perusteella (taulukko L3.4). Saavutetun satomäärän perusteella fosforilannoitukseen voidaan tehdä satotasokorjauksia taulukon L3.5 mukaisesti.

Tilat, joilla on kotieläimiä, voivat käyttää lantapoikkeusta taulukon L3.4 mukaisesti, jos lohkolle ei levitetä fosforia muutoin kuin lannassa kasvukauden aikana. Lantapoikkeusta käytettäessä ei voi käyttää taulukon L3.5 mukaista satotasokorjausta.

**Taulukko L3.4.** Fosforilannoituksen enimmäismäärät (kg/ha/v) viljavuusluokan perusteella ympäristökorvaukseen sitoutuneilla maataloilla.

	Huono	Huonolainen	Välttävä	Tyydyttävä	Hyvä	Korkea	Arveluttavan korkea
Viljat, öljy- ja palkokasvit	34	26	16	10	5	0	-
Viljat, lantapoikkeus	34	26	16	15	15	-	-

**Taulukko L3.5.** Saavutetun satomäärän perusteella korjattava fosforilannoituksen määrä (kg/ha/v).

Lisäys kg/ha/v	0	3	6
Muut viljat	4 000	5 000	6 000

Ympäristökorvausjärjestelmään sitoutunut viljelijä voi soveltaa fosforimääriin fosforin tasausta, jolloin fosforilannoituksessa vuosittainen yli- ja alijäämä voidaan tasoittaa tasausjakson aikana. Tasausjakson enimmäispituus on viisi vuotta. Fosforintasausta on aloitettava, kun sallittu vuosittainen fosforitaso ylitetään. Fosforintasausta voidaan aloittaa myös fosforimäärän alittaessa sallitun vuosittaisen enimmäismäärän. Tasausjakson alkaminen ja päättyminen on kirjattava lohko-kohtaisiin muistiinpanoihin. Lantapointeusta käytettäessä fosforilannoituksessa voidaan myös käyttää fosforintasausta, mutta ei sato-  
tasokorjausta.

### L3.4. Optimoinnin tulos

Optimoinnin tulos eli arvio tarkasteltavalla peltolohkolla viljeltäväksi suunnitellun kevätiljan taloudellisesti optimaalisesta typpilannoituksesta raportoidaan typpitaselaskurin sivulla Arvio taloudellisesta optimista. Laskuri kertoo millaisella lannoituksella – esim. 59 m<sup>3</sup> naudan lietelantaa (jossa on liukoista tyyppiä 100 kg) ja 0 kg mineraalilannoitetyyppiä hehtaaria kohti – paras taloudellinen hehtaari tuotto voidaan saavuttaa. Laskuri raportoi myös viljan myyntituotot (€/ha) sekä lannoituksen kustannukset (€/ha) ja laskee typpilannoituksella saadun sadon lisän (kg/ha) suuruuden ja typpilannoituksen avulla saadun lisätulon (€/ha) arvon.

Lisäksi typpitaselaskuri raportoi sadon valkuaispitoisuudet taloudellisesti optimoidulla typpilannoituksella saadulla satotasolla ja aiemmin peltolohkolta saadulla tyypillisellä satotasolla ja niitä vastaavilla lannoituksilla. Taloudellisen optimin laskennassa ei kuitenkaan ole huomioitu valkuaispitoisuuden muutoksen mahdollista vaikutusta viljan hintaan. Typpilannoituksesta ja kevätiljojen valkuaispitoisuuden muutoksesta on kerrottu liitteessä 5.

Laskuri laskee peltolohkolle myös typpitaseet, jotka syntyvät taloudellisesti optimaalisen lannoituksen ja sadon perusteella sekä peltolohkolla aiemmin käytetyn tyypillisen lannoituksen ja lohkolta tyypillisesti saadun sadon perusteella. Näin ollen typpitaselaskurin avulla voidaan tarkastella, pieneneekö vai suureneeko ympäristöriski, jos lannoitus muutetaan taloudellisesti optimaaliseksi.

## Liite 4. Kevätviljojen typpilannoitusvasteet

Alkuperäinen typpilannoitusvasteiden tietokanta (Valkama ym. 2013a, b) koostui julkaistuista ja julkaisemattomista raporteista ja kokeista, jotka oli tehty MTT:n tutkimusasemilla, muilla kokeellisilla tiloilla ja viljelijöiden pelloilla Suomessa. Tähän lisättiin uudempia 2010-luvulla Luken, Borealin ja Yaran koe-kentillä toteutettuja kokeita vastaten noin neljänestä koko datasta. Ohrahavaintoja oli noin 150, vehnähavaintoja 70 ja kaurahavaintoja 20. Uusia ohra- ja vehnäkokeita löytyi useampia, mutta kaurakokeita vain muutama. Erityisesti kaurakokeet erosivat toteutukseltaan huomattavasti muusta tietokannasta, joten ne jätettiin ulkopuolelle.

Käytimme Valkaman (2013a) tapaan epälineaarista Mitscherlich-mallia, jossa  $y$  on lannoitetun koejäsenen prosentuaalinen satohyöty ilman typpilannoitusta viljeltyyn kontrollisatoon nähden ja  $x$  on koejäsenelle lisätty typpitaso (kg/ha). Alla olevat parametrit  $a$  (teoreettinen maksimisato) ja  $b$  (kuvaava käyrän jyrkkyyttä) estimoitiin tilastollisen mallin avulla.

$$y = a(1 - e^{-bx}) \quad , \quad y = \left( \frac{\bar{X}_{\text{lannoitettu}}}{\bar{X}_{\text{kontrolli}}} - 1 \right) \times 100$$

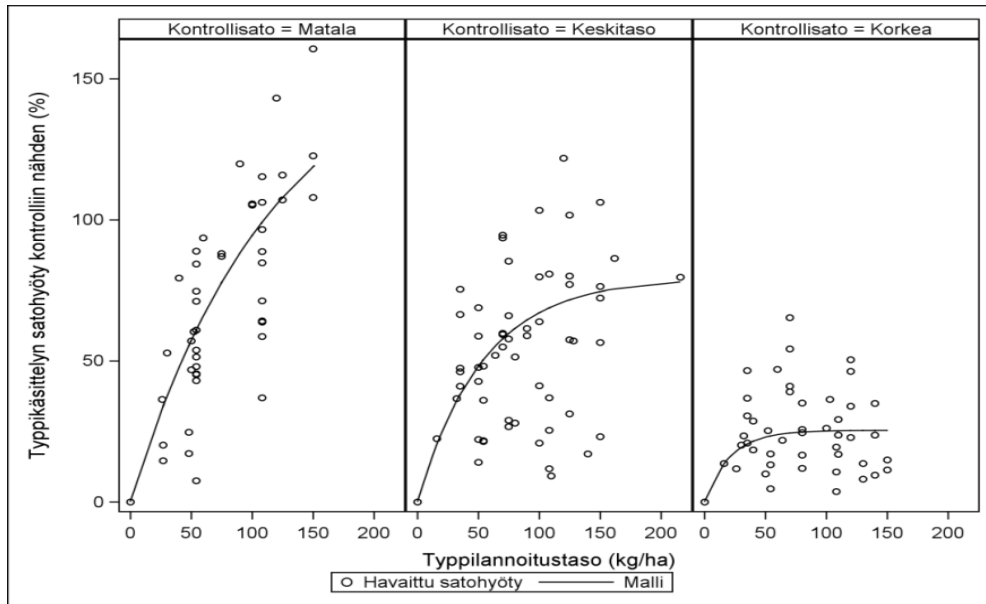
Mitscherlich-mallille on ominaista, että  $y$  kasvaa  $x$ :n myötä tiettyyn pisteeseen asti, kunnes käyrä tasaantuu saavutettuaan lakipisteensä, mutta ei lähde laskemaan. Näin ollen malli ei huomioi esimerkiksi korkean typpilannoituksen aiheuttamaa lakoutumisen riskiä. Lannoittamattoman kontrolli-sadon tasolla on selkeä vaikutus Mitscherlich-mallien käyrien muotoon, joten kontrollisadot jaettiin kolmeen kategoriaan (matala, keskitaso ja korkea), joiden rajat olivat 2 000 kg/ha ja 3 000 kg/ha. Ohralla alarajaksi nostettiin 2 300 kg/ha laajentuneen datan perusteella, minkä lisäksi muutama rajan läheisyydessä oleva koe siirrettiin viereiseen luokkaan, jos koe noudatteli selvästi paremmin viereisen luokan satohyötykäyrää.

Meta-analyysissä kokeita painotetaan niiden laajuuden mukaisesti, jolloin laajojen ja pitkäaikaisempien kokeiden painoarvo kasvaa, mikä parantaa mallien parametriestimaattien tarkkuutta ja testien tehokkuutta. Painotukset laskettiin erikseen ja annettiin lisäoptiona viljakohtaisissa Mitscherlich-malleissa, jotka analysoitiin SAS:n NLIN-proseduurilla.

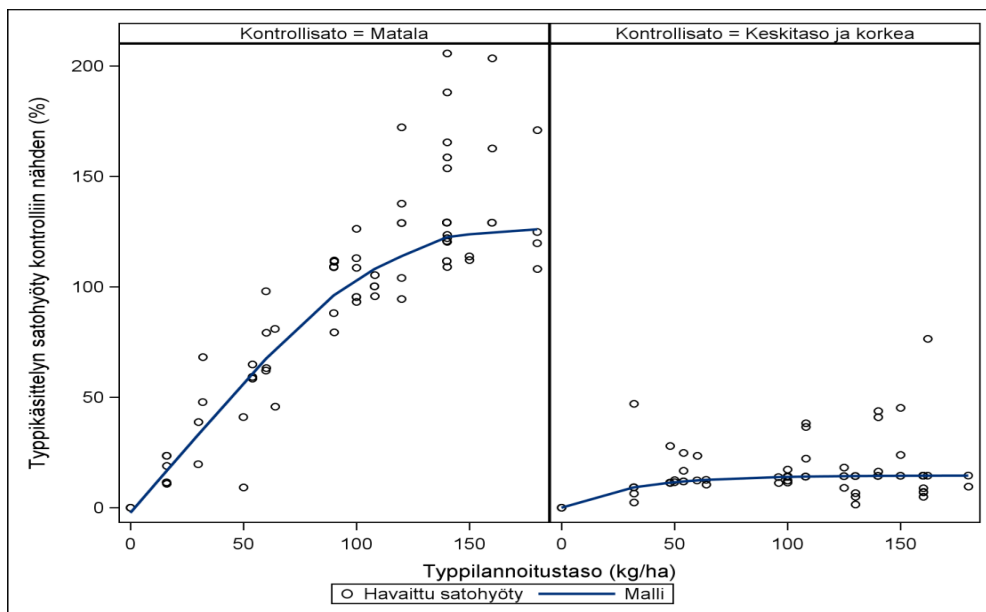
Alla olevissa kuvissa L4.1–L4.3 on esitetty mallit kullekin kevätiljalle kontrollisadon kategorioiden mukaisesti lajiteltuna. Koska kontrollisatojen luokkarajoilla typpivaste voi muuttua paljon, laskuriin asetettiin myös kaikkien luokkarajojen ympärille ( $\pm 150$  kg/ha) mallit, jotka saatiin käyttämällä ao. viereisten luokkien yhdistettyä aineistoa<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> Kevätvehnällä luokkarajan  $b$ -parametrin arvoksi asetettiin 0,0214.

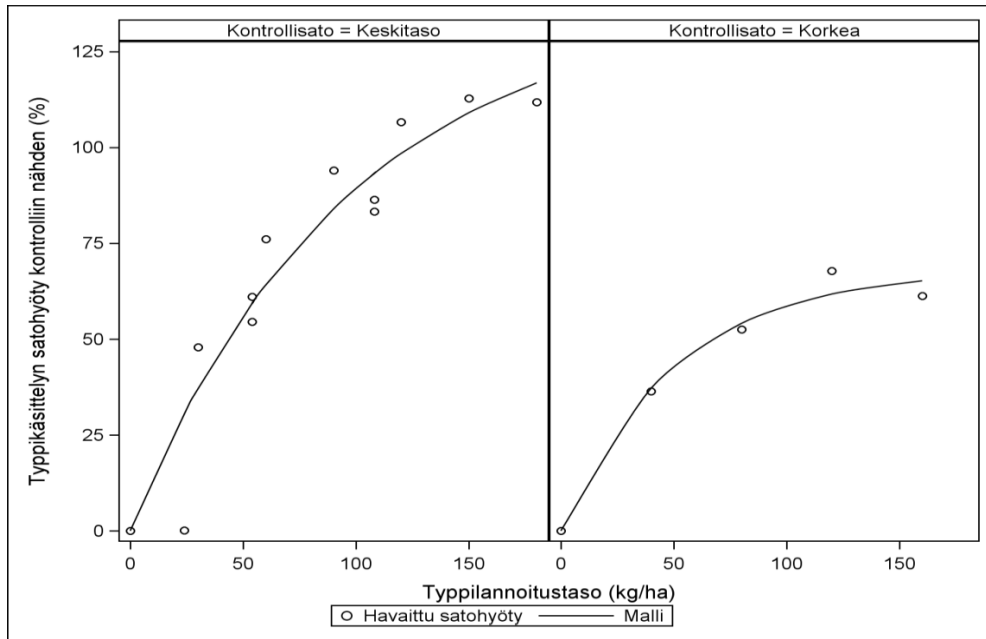




Kuva L4.1. Ohran satovastefunktiot eri kontrollisadon tasoille.



Kuva L4.2. Kevätvehnän satovastefunktiot eri kontrollisadon tasoille.



**Kuva L4.3.** Kauran satovastefunktiot eri kontrollisadon tasoille.

## Liite 5. Typpilannoitus ja kevätiljojen valkuaispitoisuus

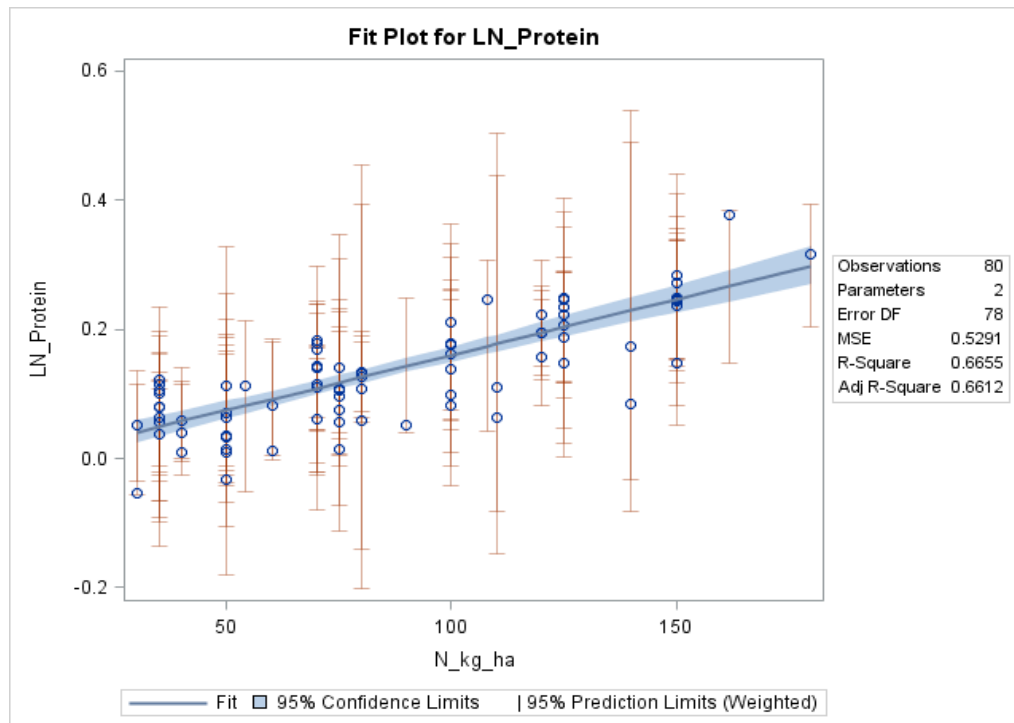
Tietokanta koostui julkaistuista ja julkaisemattomista raporteista ja kokeista, jotka tehtiin MTT:n tutkimusasemilla, muilla kokeellisilla tiloilla ja viljelijöiden pelloilla Suomessa (Valkama ym. 2013b). Uusimpia 2010-luvulla Borealin ja Yaran koekentillä toteutettuja kokeita lisättiin aikaisempaan tietokantaan, ja uuden datan osuus oli noin viidennes koko datasta. Havainnoista noin 80 oli ohrasta, 25 vehnästä ja 12 kaurasta. Erityisesti uudet kaurakokeet erosivat toteutukseltaan muusta tietokannasta, joten ne rajattiin ulkopuolelle. Valkuaispitoisuustarkasteluissa muutkin yksivuotiset kokeet, joiden osuus korostui 2010-luvulla, rajattiin ulkopuolelle datan yhteneväisyyden parantamiseksi.

Muuttujien väliset yhteydet olivat kaikilla viljoilla vahvasti lineaarisia, joten käytimme Valkaman (2013b) tapaan lineaarista regressiomallia, jossa x-akselilla on lohkolle lisätty typpitaso (kg/ha) ja y-akselilla logaritmoitu käsitellyn lohkon prosentuaalinen valkuaispitoisuus kontrollilohkoon nähden

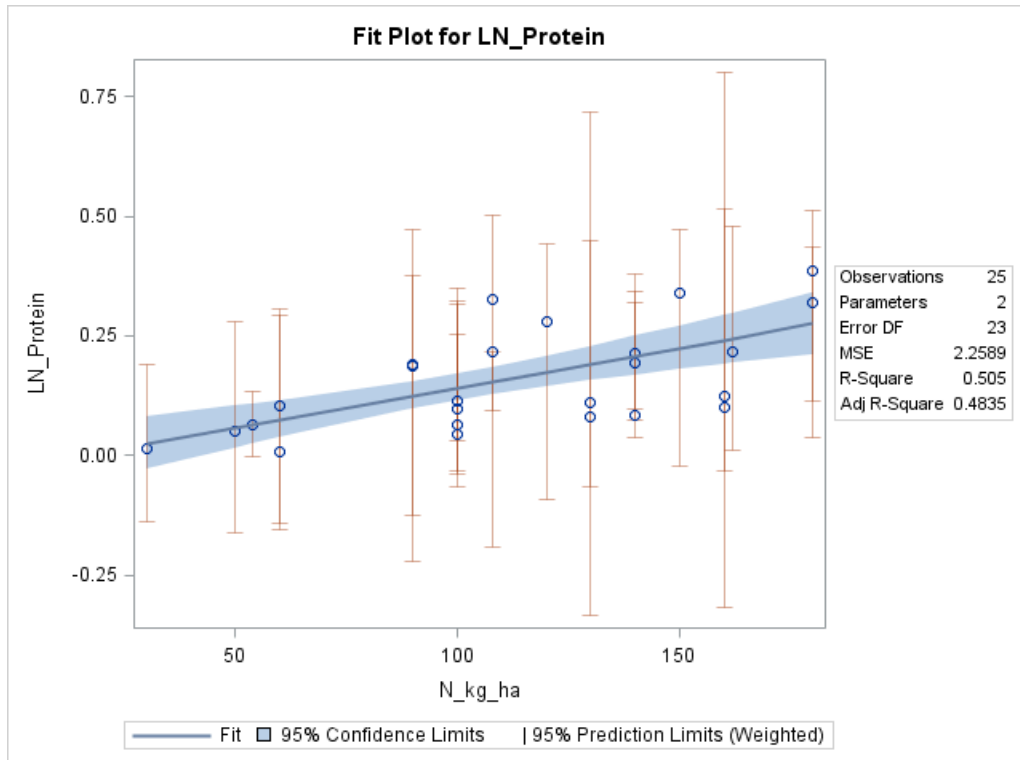
$$\ln r = \ln \left( \frac{\bar{X}_{\text{lannoitettu}}}{\bar{X}_{\text{kontrolli}}} \right).$$

Meta-analyysissä kokeita painotetaan niiden laajuuden mukaisesti, jolloin laajojen ja pitkäaikaisempien kokeiden painoarvo kasvaa, mikä parantaa mallien parametriestimaattien tarkkuutta ja testien tehokkuutta. Painotukset laskettiin erikseen ja annettiin lisäoptiona viljakohtaisissa regressiomalleissa, jotka analysoitiin SAS:n REG-proseduurilla.

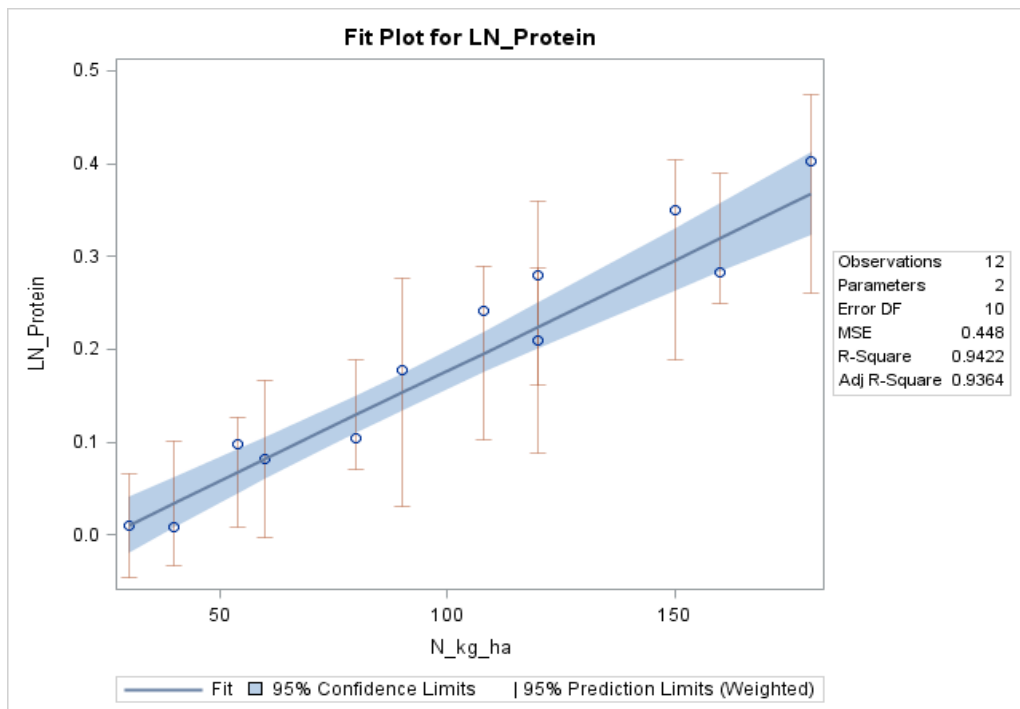
Alla olevissa kuvissa L5.1–L5.3 on esitetty lineaariset mallit viljoittain.



**Kuva L5.1.** Ohran valkuaispitoisuuden ja typpilannoituksen välinen lineaarinen malli.



**Kuva L5.2.** Kevätvehnän valkuaispitoisuuden ja typpilannoituksen välinen lineaarinen malli.



**Kuva L5.3.** Kauran valkuaispitoisuuden ja typpilannoituksen välinen lineaarinen malli.

## Liite 6. Peltolohkon satotaso ilman lannoitusta

Ilman typpilannoitusta saatuja viljojen satotasoja mallinnettiin tilastollisesti maaperästä otettujen näytteiden ja viljelymenetelmistä kerättyjen tietojen perusteella. Aineiston muodostivat ORANKI-hankkeessa 2016–2017 kerättyjen 46 lohkon ja Typpitaselaskuri-hankkeessa 2018–2019 kerättyjen 20 lohkon tulokset. Lannoittamattomia satomäärityksiä aineistoissa oli neljän vuoden ajalta yhteensä 70.

Maanäytteistä analysoitiin: kokonaishiili ja kokonaistyyppi, pH, johtoluku, viljavuusravinteet (P, K, Mg, Ca), kationinvaihtokapasiteetti, maalajitejakauma, tilavuuspaino ja juurten lukumäärä sekä laskettiin hiilen ja typen suhde ja saveksen ja hiilen suhde. Viljelytiedot olivat: viljelyvyöhyke, sijaintikunta, tilan nimi, lohkon viljalaji ja -lajike, lannan ja orgaanisten lannoitevalmisteiden käyttö koivuonna ja aikaisempina vuosina, viljelijän arvio lohkon tuottokyvystä (heikko tai hyvä) sekä lohkojen etäisyys toisistaan. Kasvustosta mitattiin lannoitetun ja lannoittamattoman alueen jyväsato ja jyvien typpipitoisuus.

Tilastollisten mallien rakentamisessa käytettiin 65 satohavainnon ja 51 peltolohkon aineistoja. ORANKI- ja Typpitaselaskuri-hankkeissa oli mukana joitakin samoja lohkoja. Sijaintiin liittyvät muuttujat (kunta, peltolohkon sijainti kunnan alueella, peltolohkojen etäisyydet tilan sisällä) asetettiin satunnaisvaikutuksiksi. Tilastollisessa mallinnuksessa saatiin kahdella laskentamallilla (malli 1a ja malli 2) samantasoiset selityssasteet lannoittamattomalle sadolle. Kullekin kevätiljalle saatiin omat mallinsa.

Malleja käytettäessä on syytä huomata, että niiden taustalla olevassa maanäyteaineistossa oli vain muutamia tapauksia, jotka luokittelevat erittäin runsasmultaisiin kivennäismaihin. Tämän vuoksi aineiston pohjalta kehitetyt mallit eivät välttämättä ennakoivat erittäin runsasmultaisilla kivennäismailla saatavaa lannoittamatonta satotasoa yhtä luotettavasti kuin muilla kivennäismailla. Parhaiten mallit toimivat multavilla ja runsasmultaisilla kivennäismailla.

### Malli 1 käyttää viljavuustutkimuksen perustutkimuksesta saatavia tietoja

Johtoluvun jäädessä pienemmäksi kuin 1,73 luokittelevina tekijöinä ovat lohkon sadontuottokyky ja orgaanisten lannoitevalmisteiden käyttöhistoria. Taulukossa L6.1 on esimerkkinä kauran vakiot ja kertoimet.

**Taulukko L6.1.** Kauran lannoittamattoman sadon kertoimet mallissa 1a (johtoluku < 1,73).

Lannan käyttö	Tuottokyky	Vakio	Mg	Mg <sup>2</sup>	KVK	pH	Jl
Käytetty	Hyvä	5 789,85	-6,1673	0,002463	107,19	-771,25	1 368,26
Käytetty	Heikko	5 226,47	-6,1673	0,002463	107,19	-771,25	1 368,26
Ei	Hyvä	5 467,98	-6,1673	0,002463	107,19	-771,25	1 368,26
Ei	Heikko	4 904,60	-6,1673	0,002463	107,19	-771,25	1 368,26

Jos johtoluku ylittää arvon 1,73, sovelletaan mallia 1b, jossa kauran kertoimet ovat taulukon L6.2 mukaiset.

**Taulukko L6.2.** Kauran lannoittamattoman sadon kertoimet mallissa 1b (johtoluku  $\geq 1,73$ ).

Lannan käyttö	Tuottokyky	Vakio	Mg	Mg <sup>2</sup>	KVK	pH
Käytetty	Hyvä	6 598,02	-7,5664	0,002349	168,79	-764,28
Käytetty	Heikko	6 134,07	-7,5664	0,002349	168,79	-764,28
Ei	Hyvä	6 144,69	-7,5664	0,002349	168,79	-764,28
Ei	Heikko	5 680,74	-7,5664	0,002349	168,79	-764,28

### Malli 2 käyttää hiilen ja typen suhdetta

Mallia voidaan soveltaa, jos johtoluvun arvo on pienempi kuin 1,73. Luokittelevana tekijänä on vain lohkon sadontuottokyky. Hiilen ja typen suhde ja johtoluku nostavat lannoittamattoman kaurasadon arviota (taulukko L6.3).

**Taulukko L6.3.** Kauran lannoittamattoman sadon kertoimet mallissa 2.

Tuottokyky	Vakio	C/N	Johtoluku
Hyvä	-3 980,85	306,80	2 428,84
Heikko	-4 708,15	306,80	2 428,84



luke.fi

Luonnonvarakeskus  
Latokartanonkaari 9  
00790 Helsinki  
puh. 029 532 6000